MANCOMUNIDAD
DEL SUR

PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA FASE II MEDIANTE EL RECRECIDO DEL VIARIO PERIMETRAL EN EL DEPÓSITO CONTROLADO DE COLA DE LA MANCOMUNIDAD DE GESTIÓN DE RESIDUOS DEL SUR EN COMPLEJO AMBIENTAL LA MARAÑOSA

VERSIÓN RV01

Uxama
Ingeniería y Arquitectura S.L.

NOVIEMBRE 2025

DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA DESCRIPTIVA

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA DESCRIPTIVA

1. ANTECEDENTES **3**
2. OBJETO **4**
3. EQUIPO REDACTOR **5**
4. EMPLAZAMIENTO **5**
5. SITUACIÓN ACTUAL **5**
6. RESIDUOS A DEPÓSITO CONTROLADO DE COLA **7**
  6.1. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS Y VIDA ÚTIL 7
  6.2. TIPOLOGÍA DE RESIDUOS 10
7. CÁLCULO DE EMISIONES DIFUSAS **11**
8. DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LAS ACTUACIONES NECESARIAS **13**
  8.1. DESMONTAJE DE LA RED DE DESGASIFICACIÓN ACTUAL EN LA SUPERFICIE DE ACTUACIÓN 13
  8.2. MOVIMIENTO DE TIERRAS, PERFILADO E IMPERMEABILIZACIÓN 14
  8.3. ELEVACIÓN DE LA RASANTE DEL VIARIO PERIMETRAL. 16
  8.4. REPOSICIÓN DE LA RED DE DESGASIFICACIÓN 19
  8.5. DRENAJE DE LA ESCORRENTÍA EXTERIOR 19
  8.6. ACOPIO DE TIERRAS DE COBERTURA Y DE GRAVAS EXCAVADAS 20
  8.7. VOLUMEN Y DURACIÓN PREVISTA DE LOS ACOPIOS DE TIERRAS DE COBERTURA Y DE GRAVAS 22
  8.8. MEDIDAS PREVENTIVAS PARA LA MINIMZIACIÓN DE LOS IMPACTOS DE LOS ACOPIOS 23
9. GEOMETRÍA Y CARACTERÍSTICAS DE LA EXPLOTACIÓN **24**
10. SELLADO FINAL **25**
  10.1. PERFILADO DE LA SUPERFICIE DE VERTIDO 25
  10.2. SELLADO DEL DEPÓSITO CONTROLADO DE COLA 26
  10.3. REVEGETACIÓN 28
11. SERVICIOS AFECTADOS E INTERFERENCIAS **28**
12. PLAZO DE EJECUCION **29**
13. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD. **32**
14. RESUMEN PRESUPUESTO DE LAS OBRAS **33**
15. TRATAMIENTO DE RESIDUOS. **34**
16. DOCUMENTOS DE LOS QUE CONSTA EL PROYECTO **34**
17. PLIEGO DE CONDICIONES **35**

18. PRECIOS 35
19. DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA 35
20. CONCLUSIÓN 36

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA DESCRIPTIVA

1. ANTECEDENTES

La Mancomunidad de Gestión de Residuos del Sur, como entidad responsable de la gestión de los residuos domésticos generados en los municipios que la integran, cuenta con la cesión de uso de las instalaciones de tratamiento de la zona sur, propiedad de la Comunidad de Madrid, en virtud de la Orden 3770/2012, de 13 de diciembre de 2012, del Consejero de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, por la que se otorga a la Mancomunidad de Gestión de Residuos del Sur la concesión administrativa para la utilización y aprovechamiento de determinados bienes de dominio público afectados a la prestación de servicios de gestión de residuos domésticos entre los que se encuentra entre otros el Depósito Controlado de residuos urbanos en el término municipal de Pinto.

Con fecha 23 de mayo de 2013 se emitió la Resolución de la Dirección General de Evaluación Ambiental por la que se otorga una nueva Autorización Ambiental Integrada, que incluye Declaración de Impacto Ambiental favorable, por Modificación Sustancial del vertedero de residuos urbanos y planta de biometanización, consistente en la construcción de un nuevo vaso de vertido para su ampliación (Fase IV), promovido por la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio en el término municipal de Pinto, de acuerdo con lo regulado en la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación y la Ley 2/2002, de 19 de junio, de Evaluación Ambiental de la Comunidad de Madrid.

La Mancomunidad de Gestión de Residuos del Sur presenta el 30 de octubre de 2018, ante la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Comunidad de Madrid, una solicitud para la modificación del Depósito Controlado de cola de la Mancomunidad de Gestión de Residuos del Sur en Complejo Ambiental La Marañosa, consistente en la elevación de la cota de coronación autorizada de la Fase III.

Con fecha 5 de agosto de 2019 se emite la Resolución de la Dirección General de Medio Ambiente y Sostenibilidad por la que se modifican las medidas compensatorias establecidas en la Declaración de Impacto Ambiental (en adelante DIA) de fecha 15 de marzo de 2012 correspondiente al proyecto de ampliación de la Fase III, que a su vez fueron integradas en la Resolución de fecha 23 de mayo de 2013 de la Dirección General de Evaluación Ambiental.

Mediante Resolución de la Dirección General de Sostenibilidad y Cambio Climático, de fecha 2 de octubre de 2019, se formuló la Declaración de Impacto Ambiental del proyecto de “Elevación de cota de la Fase III del vertedero”, de acuerdo con el artículo 41 de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental.

A través de la Resolución firmada el 18 de noviembre de 2019 de la Dirección General de Sostenibilidad y Cambio Climático de la Comunidad de Madrid, por la que se modifica Autorización Ambiental integrada, a la Mancomunidad del Sur, para la instalación del vertedero de residuos urbanos y planta de Biometanización, ubicada en el Término Municipal de Pinto se autoriza la elevación de cota de la Fase III en 12 metros permitiendo depositar capa de residuos hasta la cota de 657 m.s.n.m.

Esta elevación de la cota de llenado de residuos en la Fase III hasta la cota 657 m.s.n.m. ha sido tenida en cuenta en el "Proyecto de ejecución de obras de Ampliación de la Fase IV, sellado y desgasificación de la Fase III y ampliación de la capacidad de tratamiento de lixiviados en el Depósito Controlado de la Mancomunidad del Sur en los Términos Municipales de Pinto y Getafe", cuyas obras de ejecución de la Fase IV y sellado de la Fase III han finalizado en verano de 2024.

En la actualidad se está explotando ya la Fase IV, y la Fase III se encuentra sellada.

En la Fase III, actualmente sellada, en la zona oeste si que se ha elevado la cota de los residuos a la cota 657 m.s.n.m, mientras que en la zona este de la Fase III los residuos no llegan a alcanzar ha alcanzado la cota 657 m.s.n.

En la actualidad, y en previsión que la capacidad del actual del depósito controlado de cola en la Fase IV pueda agotarse antes de que finalice la ejecución de nuevas celdas de vertido, se considera necesario elevar la cota del viario perimetral al norte de la Fase II, y elevar la cota de coronación de residuos de la Fase II, y de la zona este de la Fase III hasta alcanzar la cota de 657 m.s.n.m. autorizada para la Fase III y así poder alargar su vida útil.

Se elabora, junto con el presente Proyecto de Ampliación de la Fase II, un Estudio de Impacto Ambiental que deberá contener, al menos, la información que se requiere en el artículo 35.1 de la Ley 21/2013, en los términos desarrollados en su anexo VI (modificado recientemente por la Ley 9/2018, de 5 de diciembre),

2. OBJETO

Se redacta el presente Proyecto por encargo de la Mancomunidad de Gestión de Residuos del Sur mediante el cual se detallan y definen las actuaciones necesarias para permitir adecuar la superficie de las Fases II y III actuales del Depósito Controlado de la Mancomunidad de Gestión de Residuos del Sur en los Términos Municipales de Pinto y Getafe y permitir la elevación del viario perimetral y el recrecido de los residuos hasta la cota 657 m.

El Proyecto reúne todos los condicionantes que marca el Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.

Asimismo, el presente Proyecto se ajusta a los condicionantes requeridos en la Resolución firmada el 18 de noviembre de 2019 de la Dirección General de Sostenibilidad y Cambio Climático de la Comunidad de Madrid, por la que se modifica Autorización Ambiental integrada, a la Mancomunidad de Gestión de Residuos del Sur, para la instalación del depósito controlado de cola de residuos urbanos y planta de Biometanización, ubicada en el Término Municipal de Pinto se autoriza la elevación de cota de la Fase III en 12 metros.

3. EQUIPO REDACTOR

La redacción del presente Proyecto de Ejecución ha sido realizada por el equipo técnico de UXAMA Ingeniería y Arquitectura, S.L., estando al frente de ellos el Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos Luis F. Plaza Beltrán, colegiado Nº:12.830.

4. EMPLAZAMIENTO

El actual Depósito Controlado de cola de la Mancomunidad de Gestión de Residuos del Sur en Complejo Ambiental La Marañosa se localiza en la confluencia de los términos municipales de Pinto, Getafe y San Martín de la Vega, en la zona centro-sur de la Comunidad de Madrid. Se accede a sus instalaciones a través del camino asfaltado que, con sentido este-noreste, parte aproximadamente del punto kilométrico 20+200 de la carretera A-4 a la altura de la localidad de Pinto, y se dirige hacia La Marañosa.

5. SITUACIÓN ACTUAL

El Depósito Controlado de cola de la Mancomunidad de Gestión de Residuos del Sur en Complejo Ambiental La Marañosa recibe de manera directa los residuos procedentes de los municipios de: El Álamo, Casarrubuelos, Ciempozuelos, Batres, Cubas, Getafe, Griñón, Moraleja de Enmedio, Parla, Pinto, San Martin de la Vega, Serranillos del Valle, Torrejón de la Calzada, Torrejón de Velasco, Titulcia y Valdemoro.

Así mismo se recibirán los residuos precedentes de las Estaciones de Transferencia de Las Rozas, Leganés, Colmenar del Arroyo y Colmenar de Oreja, procedentes de sus respectivas áreas de influencia.

Igualmente, serán recibidos y tratados en el Depósito aquellos residuos domésticos, procedentes de empresas particulares, siempre que cuenten con la correspondiente aceptación, que deberá estar debidamente conformada por la Mancomunidad de Gestión de Residuos del Sur, de acuerdo con el protocolo de aceptación.

En la actualidad el depósito tiene 4 Fases, de las cuales las Fases I y II están clausuradas y en desgasificación y en verano de 2024 se han concluido las obras de sellado y desgasificación de la Fase III, quedando en explotación la Fase IV desde febrero de 2024.

La capacidad de todas las Fases de ejecución se refleja en la tabla siguiente:

Zona	**Superficie estimada (m^2)**	**Estado/Periodo de explotación**	**Capacidad (m^3)**	**Peso de residuos (T)**
Fase I	400.000	Clausurada 1987-2001	10.713.744	7.862.439
Fase II	330.000	Clausurada 2002-2006	5.354.000	3.929.112
Fase III	394.399	Sellada 2006-2024	10.730.835	6.831.477
Fase IV	115.000	En explotación 2024-Actualidad	3.750.420	2.656.548
Ampliación Fase II	250.024 (*)	Solicitud de aprobación	3.032.827	2.148.252

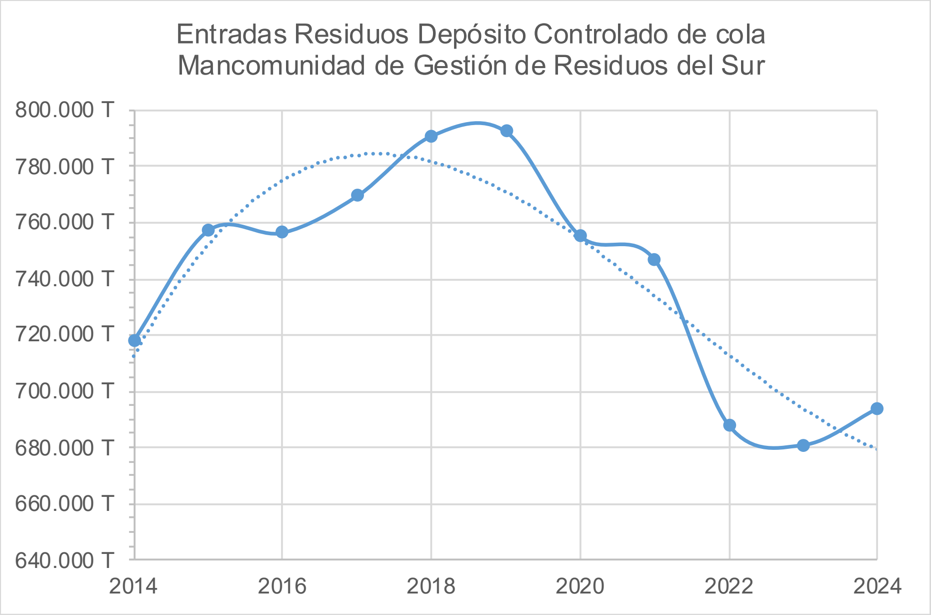
(*)La Superficie ocupada por la Ampliación de la Fase II, objeto del presente Proyecto, se encuentra localizada íntegramente dentro de la superficie ocupada en la actualidad, no modificando en ningún momento el perímetro del Depósito Controlado autorizado en la AAI vigente

6. RESIDUOS A DEPÓSITO CONTROLADO DE COLA

6.1. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS Y VIDA ÚTIL

Para la estimación de los residuos que llegarán al Depósito Controlado de Cola en el Complejo Ambiental La Marañosa se han tomado las cantidades registradas en los últimos años, siendo las siguientes:

Entradas anuales registradas de residuos en Depósito Controlado de Cola en el Complejo Ambiental La Marañosa	
Año	T/año
2014	718.004,72
2015	757.247,76
2016	756.529,79
2017	769.578,83
2018	791.018,27
2019	762.622,42
2020	755.323,55
2021	746.849,78
2022	687.720,07
2023	680.825,00
2024	693.947,76
PROMEDIO	740.878,90



En el gráfico anterior, en el que se refleja la entrada de residuos en el DC de Pinto, se aprecia una tendencia ascendente en los valores de entrada de residuos entre los años 2014 y 2018, año a partir del cual comienza a apreciarse una tendencia descendente, que resulta muy acusada en los años 2020 (valores que puedan estar influenciados por la pandemia de COVID) y en el año 2023.

Para poder realizar una evolución en los datos de entrada de residuos en el DC por Pinto, se ha estimado que la entrada de los residuos seguirá con una tendencia descendente que será de aproximadamente el 4% anual, que se viene registrando desde el año 2018.

	Año	T/año
DATOS REGISTRADOS	2014	718.004,72 T
	2015	757.247,76 T
	2016	756.529,79 T
	2017	769.578,83 T
	2018	791.018,27 T
	2019	792.622,42 T
	2020	755.323,55 T
	2021	746.849,78 T
	2022	687.720,07 T
	2023	680.825,00 T
	2024	693.947,76 T
DATOS ESTIMADOS	2025	666.189,85 T
	2026	639.542,26 T
	2027	613.960,57 T
	2028	589.402,14 T
	2029	565.826,06 T
	2030	543.193,01 T
	2031	521.465,29 T
	2032	500.606,68 T

Partiendo del volumen disponible en la Fase IV (3.750.420 m³, comenzando en febrero de 2024) y en la ampliación de la Fase II (3.032.827 m³), con las entradas de residuos calculadas anteriormente, teniendo en cuenta una densidad del residuo de 0,85 T/m^3 y un aporte de tierras del 20%, se estima una vida útil para ambas fases, de casi 8 años.

Las tierras extraídas en la retirada de la cobertura de sellado de la Fase II y de parte de la Fase III, contempladas en el presente Proyecto, se acopiarán temporalmente en la parcela adyacente situada al sureste de la Fase 3 del Depósito Controlado.

Las tierras acopiadas serán empleadas en la cubrición diaria de residuos de la Ampliación de la Fase II.

En las tablas siguientes se detalla la secuencia de explotación de la Fase IV y de la Ampliación de la Fase II objeto del presente Proyecto.

Año	T/año	Volumen neto (m^3/año)	Volumen tierras (m^3/año)	Volumen bruto (m^3/año)
2024	693.947,76 T	816.409,13 m^3	163.281,83 m^3	979.690,96 m^3
2025	666.189,85 T	783.752,76 m^3	156.750,55 m^3	940.503,31 m^3
2026	639.542,26 T	752.402,65 m^3	150.480,53 m^3	902.883,18 m^3
2027	613.960,57 T	722.306,55 m^3	144.461,31 m^3	866.767,86 m^3
2028	589.402,14 T	693.414,29 m^3	138.682,86 m^3	832.097,15 m^3
2029	565.826,06 T	665.677,71 m^3	133.135,54 m^3	798.813,25 m^3
2030	543.193,01 T	639.050,61 m^3	127.810,12 m^3	766.860,73 m^3
2031	521.465,29 T	613.488,58 m^3	122.697,72 m^3	736.186,30 m^3
2032	500.606,68 T	588.949,04 m^3	117.789,81 m^3	706.738,85 m^3

		FASE IV			AMPLIACIÓN FASE II		
Año	**Volumen bruto (m^3/año)**	**Volumen bruto (m^3/año)**	**Volumen acumulado (m^3)**	**Volumen restante (m^3)**	**Volumen bruto (m^3/año)**	**Volumen acumulado (m^3)**	**Volumen restante (m^3)**
2024	979.690,96 m^3	898.050,05 m^3 (*)	898.050,05 m^3	2.852.369,95 m^3			
2025	940.503,31 m^3	940.503,31 m^3	1.838.553,36 m^3	1.911.866,64 m^3			
2026	902.883,18 m^3	902.883,18 m^3	2.741.436,54 m^3	1.008.983,46 m^3			
2027	866.767,86 m^3	866.767,86 m^3	3.608.204,40 m^3	142.215,60 m^3			3.032.827,00 m^3
2028	832.097,15 m^3	142.215,60 m^3	3.750.420,00 m^3	0,00 m^3	689.881,55 m^3	689.881,55 m^3	2.342.945,45 m^3
2029	798.813,25 m^3				798.813,25 m^3	1.488.694,80 m^3	1.544.132,20 m^3
2030	766.860,73 m^3				766.860,73 m^3	2.255.555,53 m^3	777.271,47 m^3
2031	736.186,30 m^3				736.186,30 m^3	2.991.741,83 m^3	41.085,17 m^3
2032	706.738,85 m^3				41.085,17 m^3 (*)	3.032.827,00 m^3	0,00 m^3

(*) En el año 2024, el valor de entrada de residuos en la Fase IV se contabiliza únicamente desde el mes de febrero que es el mes que marca el inicio de explotación. En el año 2031, el valor de entrada de residuos en la ampliación de la Fase II se contabiliza únicamente hasta colmatar la ampliación propuesta.

En vista a las tablas anteriores se establecen los períodos de explotación de cada una de las Fases de explotación del Depósito Controlado de Cola en el Complejo Ambiental La Marañosa:

- Puesto que el plazo previsto para la ejecución de las obras de ampliación de la Fase II contempladas en el presente Proyecto es de 8 meses, el inicio de las obras se planificará para que comience al menos 8 meses antes de la fecha prevista de la colmatación de la Fase IV, de modo que las obras hayan finalizado antes del llenado de la Fase IV y no se vea interrumpido el depósito de residuos.

- Explotación de la Ampliación de la Fase II: una vez que se ha colmatado la Fase IV, comenzará la explotación de la Fase IV. La vida útil de la Ampliación de la Fase II es de casi 4 años.

- Con el objeto de minimizar las emisiones difusas, se ha propuesto ejecutar la explotación de la ampliación de la Fase II en tres etapas diferentes, minimizando la superficie de explotación. Estas 3 etapas, que se detallan en los planos, tienen las características siguientes:
  - Etapa 1: Con una superficie de explotación de 104.290 m³, y una cubicación de 604.181 m³. La duración de esta etapa es de casi 9 meses.
  - Etapa 2: Con una superficie de explotación de 115.313 m³, y una cubicación de 1.039.463 m³. La duración de esta etapa es de casi 17 meses.
  - Etapa 3: Con una superficie de explotación de 116.375 m³, y una cubicación de 1.384.642 m³. La duración de esta etapa es de casi 23 meses.

6.2. TIPOLOGÍA DE RESIDUOS

Los residuos que serán admitidos en el Depósito Controlado, según establece la Autorización Ambiental Integrada.

- 20 03 01 Mezcla de residuos municipales.
- 19 05 99 Residuos no especificados en otra categoría (Procedentes del NP 04 - Compostaje).
- 19 12 12 Otros residuos (incluidas mezclas de materiales) procedentes de tratamiento mecánico de residuos, distintos de los especificados en el código 19 12 11 (Residuos biodegradables) (Procedentes del NP 02 – Almacenamiento y Clasificación de Residuos Voluminosos).
- 20 03 99 Residuos municipales no especificados en otra categoría (cadáveres de animales de compañía).

- 20 03 02 Residuos de mercado.
- 20 03 03 Residuos procedentes de la limpieza viaria.
- 19 12 01 Papel y cartón.
- 19 12 04 Plástico y caucho.
- 19 12 08 Tejidos.
- 19 08 01 Residuos de cribado.
- 19 08 02 Residuos de desarenado.

En cuanto a los residuos voluminosos, estos no serán admisibles dentro del proceso NP 05 (Disposición de residuos y depósito de animales de compañía muertos en depósito controlado), pero si dentro del proceso NP 02 (Almacenamiento y Clasificación de Residuos Voluminosos).

En cuanto a los animales muertos, solamente se admitirán animales “mascotas” de pequeño tamaño.

También serán admitidos para su tratamiento en el depósito, los residuos no peligrosos asimilables a urbanos, que procedentes de empresas particulares, cuenten con la correspondiente aceptación, conformada por la Mancomunidad de Gestión de Residuos del Sur.

7. CÁLCULO DE EMISIONES DIFUSAS

En el Anejo nº10 se realiza un cálculo para estimar las **emisiones difusas de metano** asociadas a la Ampliación de la Fase II del Depósito Controlado del Complejo Ambiental La Marañosa, aplicando la metodología recogida en el documento AP-42 de la U.S. Environmental Protection Agency (EPA), utilizada de forma habitual como referencia técnica para la estimación de emisiones difusas en depósitos controlados

Para ello, y a partir de los datos de entrada utilizados en el cálculo, como son la cantidad de residuos depositados (t/año), la composición media de los residuos y la superficie expuesta y superficie sellada en cada etapa de explotación, se determinarán las emisiones obtenidas en función del grado de superficie expuesta.

Se justifica la reducción de emisiones difusas derivada de la explotación por etapas y del sellado progresivo, conforme a criterios de prevención y minimización de impactos.

La superficie del depósito controlado constituye un **factor determinante** en la magnitud de las emisiones difusas de metano. Por este motivo, se han definido de forma explícita las superficies expuestas y selladas en cada una de las etapas de explotación.

Año	Etapa 1			Etapa 2			Etapa 3		
	Superficie total	Superficie sellada	Superficie expuesta	Superficie total	Superficie sellada	Superficie expuesta	Superficie total	Superficie sellada	Superficie expuesta
2028	104.290 m²	0 m²	104.290 m²	115.313 m²	0 m²	115.313 m²	0 m²	0 m²	0 m²
2029	104.290 m²	0 m²	104.290 m²	115.313 m²	0 m²	115.313 m²	0 m²	0 m²	0 m²
2030	104.290 m²	59.542 m²	44.748 m²	115.313 m²	0 m²	115.313 m²	116.375 m²	0 m²	116.375 m²
2031	104.290 m²	59.542 m²	44.748 m²	115.313 m²	73.278 m²	42.035 m²	116.375 m²	0 m²	116.375 m²
2032	104.290 m²	59.542 m²	44.748 m²	115.313 m²	73.278 m²	42.035 m²	116.375 m²	0 m²	116.375 m²

La superficie sellada parcial corresponde a las zonas ya colmatadas que disponen de cobertura intermedia o sellado temporal, reduciendo la emisión difusa de biogás.

A partir del año 2033 se realizará el sellado total de toda la superficie de actuación y por tanto ya no se producirán emisiones difusas.

Los resultados se presentan diferenciando las emisiones en cada una de las etapas consideradas, y sumando el acumulado de las 3 etapas para considerar las emisiones totales, y por otro lado se han calculado las emisiones difusas en un escenario en el cual no se ejecutasen sellados parciales ni la explotación por etapas, y se considerasen las emisiones difusas con la totalidad de la superficie expuesta (250.025 m²) entre los años 2028 y 2032.

Emisiones totales de metano (kg/año)						
Año	**Explotación por etapas con sellados parciales**				**Explotación sin sellados parciales**	
	Etapa 1	**Etapa 2**	**Etapa 3**	**TOTAL**		
2028	1.013.208	143.718	0	**1.156.926**	**1.156.926**	*0,00%*
2029	935.729	1.528.149	0	**2.463.878**	**2.463.878**	*0,00%*
2030	603.714	1.671.266	1.026.170	**3.301.150**	**3.562.486**	*7,34%*
2031	558.671	1.025.414	2.182.279	**3.766.365**	**4.527.688**	*16,81%*
2032	517.499	948.830	2.085.188	**3.551.517**	**4.256.220**	*16,56%*

El análisis comparativo pone de manifiesto que la ejecución del depósito controlado por etapas, con sellado parcial de las superficies colmatadas, permite una reducción significativa de las emisiones difusas de metano.

De acuerdo con los resultados obtenidos el sellado progresivo y la explotación por etapas reduce la superficie emisora y conlleva una disminución gradual conforme avanza la explotación y aumenta la superficie sellada, reduciendo las emisiones a algo más del 16,50 % en los años 2031 y 2032.

Por ello, y desde el punto de vista ambiental, la explotación por etapas y el sellado parcial progresivo, supone una serie de ventajas puesto que reducen de forma efectiva las emisiones difusas de metano, y constituyen una medida preventiva integrada en el diseño y la explotación, sin necesidad de actuaciones correctoras adicionales.

8. DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LAS ACTUACIONES NECESARIAS

8.1. DESMONTAJE DE LA RED DE DESGASIFICACIÓN ACTUAL EN LA SUPERFICIE DE ACTUACIÓN

Previamente al inicio de las obras de preparación del terreno, se deben acometer las obras de desmontaje de la red de desgasificación actual.

Para ello, se realizarán las siguientes actuaciones.

- Desmontaje y acopio del cierre superior de los pozos afectados por la actuación, de modo que se puedan ir ejecutando a medida que se van recreciendo los pozos en las diferentes tongadas (se ha cuantificado un total de 150 pozos afectados)
- Desmontaje de las ERM’s en la zona afectada por la zona de actuación (en total son 10 ERM las que se ven afectadas)
- Desmontaje y acopio de las tuberías de desgasificación existentes entre los pozos afectados y las ERM’s. Está previsto el desmontaje de aproximadamente 11.850 m de conducciones de 90 mm de diámetro entre los pozos y las ERM,s que serán acopiadas para su posterior reposición.
- Desmontaje de los tramos de tuberías generales de salida de las ERM´s. Se prevé un total de 2.650 m de tuberías de 250 mm de diámetro que serán retiradas a vertedero para su sustitución posterior por nuevas tuberías.

En la imagen siguiente se aprecian los pozos, redes de tuberías y ERM´s afectadas dentro de la superficie de actuación:

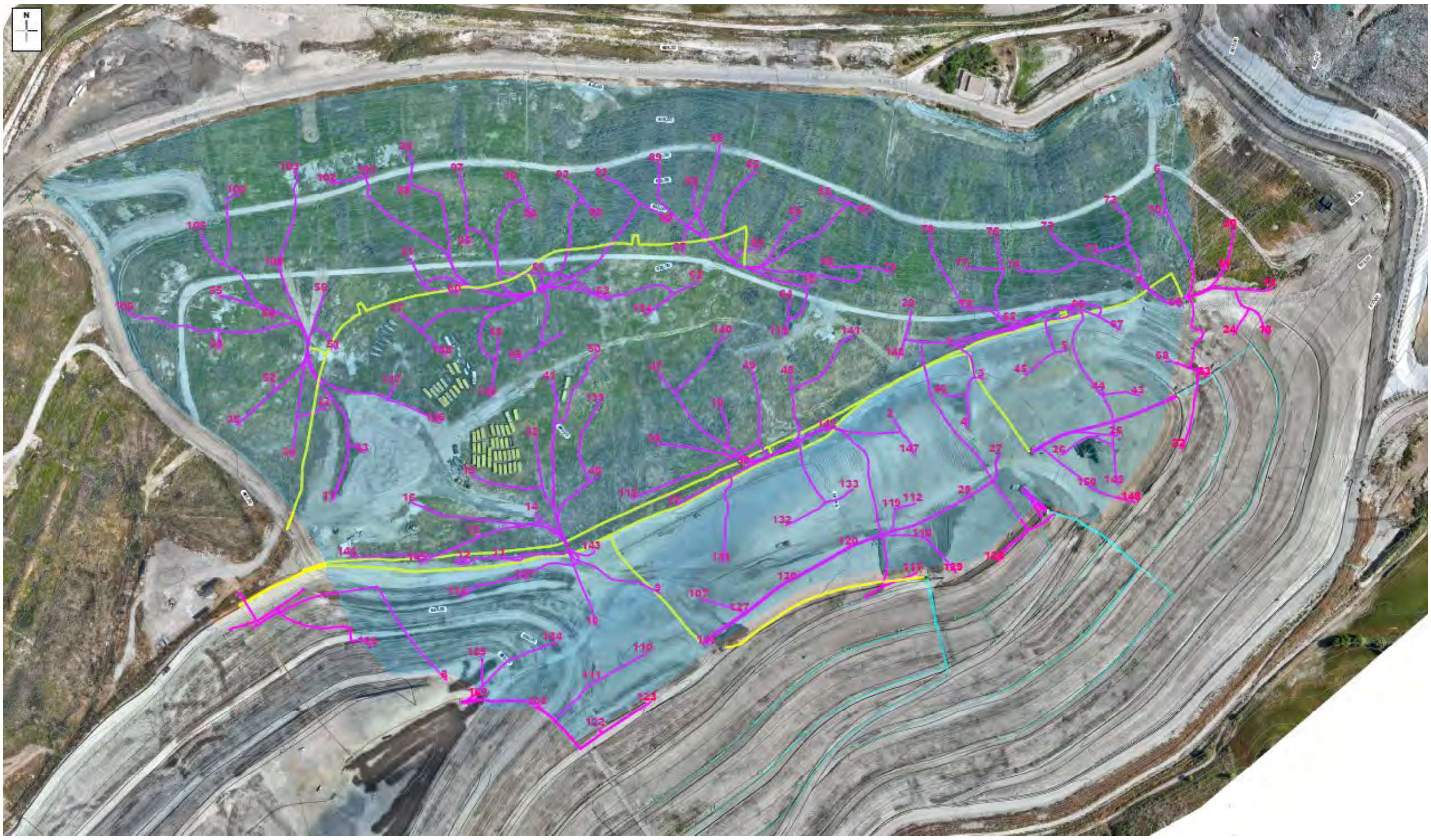


Fig 1: Plano de ortofoto con la superficie de actuación y la red de desgasificación actual

8.2. MOVIMIENTO DE TIERRAS, PERFILADO E IMPERMEABILIZACIÓN.

La superficie de actuación, con una extensión de aproximadamente 25,00 Ha, se corresponde mayoritariamente por la superficie de coronación y talud norte de la Fase II y de la zona este de la Fase III.

Se trata de una superficie de depósito controlado clausurada en la actualidad, con un espesor de tierras de cubrición de 80 cm, y de gravas de drenaje de 25 cm, hasta un espesor total de 105 cm sobre las láminas geosintéticas.

Dentro de las actuaciones contempladas en el Proyecto se debe contemplar el movimiento de tierras para la excavación de este espesor de 105 cm de tierras (que debido a las irregularidades actuales del terreno será un espesor variable) hasta llegar a la capa de geosintéticos.

En las actuaciones del movimiento de tierras para la retirada del paquete de sellado actual de la Fase II y de parte de la Fase II, se producirá un excedente de tierras de cobertura de unos **284.450 m³ sobre una superficie estimada de 59.700 m².** considerando el grado de esponjamiento que se produce al excavar las tierras.

Las gravas acopiadas se irán empleando durante la explotación de las Fases II y III, para la formación de viales y de plataformas sobre la superficie de residuos para favorecer la explotación y el tránsito de los vehículos.

La tierra vegetal y tierra de cobertura acopiada se irán empleando parcialmente para la ejecución del sellado de la Fase IV del Depósito Controlado una vez colmatado. El excedente de tierras de cobertura no empleadas en el sellado de la Fase IV se irán utilizando como material de cubrición diaria de los residuos durante la explotación de la Fases II y III.

Se hace necesario por tanto disponer de un acopio de dichas tierras inertes extraídas de la retirada del paquete de sellado de la Fase II y parte de la Fase III para que puedan ser utilizadas en las actuaciones de explotación y sellado antes citadas.

A la vista de las posibles ubicaciones, debiendo todas ellas encontrarse en el entorno del actual vertedero, se plantea como mejor opción, tanto desde el punto de vista técnico como ambiental, **el acopio en los mismos terrenos sobre los cuales se inició el procedimiento de solicitud de modificación no sustancial de la AAI para el anterior acopio de tierras limpias de excavación del vaso de la Fase IV**.

Las motas perimetrales, proyectadas para la delimitación de la Ampliación de la Fase II, se, impermeabilizarán en su lado interior mediante la soldadura de una lámina de PEAD con la lámina de PEAD del sellado existente, de modo que se evite la salida de los lixiviados generados durante la explotación de los residuos hacia el exterior.

Para ello se realizará la limpieza previa de los geosintéticos en el perímetro, realizando el corte la lámina de PEAD y permitiendo la soldadura con la lámina de PEAD dispuesta en el talud interior del caballón de cierre.

La lámina de PEAD impermeable del talud interior del caballón estará protegida superiormente e inferiormente por geotextiles antipunzonamiento.

Se estima que sea necesario una superficie de 9.986 m^2 de lámina impermeable en el interior de las motas perimetrales (contabilizando la superficie de talud de 5.260 m^2 y la zanja de anclaje) para garantizar la estanqueidad de la superficie de ampliación del depósito controlado.

Esta mota perimetral, con un volumen necesario de terraplén de 19.580 m^3 se podrá realizar con las tierras obtenidas de la excavación de la capa de cobertura de la superficie de actuación, siempre que estas tierras, una vez realizados los controles de calidad pertinentes cumplan con los requisitos mínimos de un suelo tolerable según la clasificación de terraplenes del PG-3.

8.3. ELEVACIÓN DE LA RASANTE DEL VIARIO PERIMETRAL.

Con el objeto de poder disponer un mayor volumen de residuos sobre el talud norte de la Fase II del Depósito Controlado, se ha contemplado la elevación de la rasante del viario perimetral en el lateral norte de la Fase II, en una longitud de aproximadamente 880 m.

En todo momento se ha mantenido la alineación actual del viario, de modo que la proyección en planta de la zanja de anclaje y del perímetro del Depósito Controlado permanece invariable respecto a la situación actual.

Para ello se realizará en primer lugar una demolición del pavimento actual, y el desmontaje y acopio de los báculos del alumbrado exterior perimetral.

Una vez preparada de la superficie de actuación, se realizará la limpieza de los geosintéticos en el perímetro, realizando el corte la lámina de PEAD y permitiendo la soldadura con la lámina de PEAD.

Realizada la soldadura de la lámina, se extenderá el paquete de geosintéticos sobre el talud perfilado de la Fase II, para posteriormente, y una vez ejecutado el recrecido del viario, realizar el doblado y el extendido de este paquete de geosintéticos sobre el talud interior del recrecido del viario resultante, hasta la zanja de anclaje.

El paquete impermeabilización y drenaje dispuesto sobre el talud interior del caballón del recrecido del viario perimetral responderá a la siguiente secuencia desde la parte inferior hasta la parte superior:

- Formación de caballón de arcilla de espesor variable, según la geometría detallada en las secciones tipo de los planos, con un espesor mínimo de 0,50 m y una permeabilidad de $k \leq 0{,}50 \times 10^{-9}$ m/s.
- Lámina de bentonita con un espesor mínimo de 8,0 mm y con una permeabilidad $K \leq 10^{-11}$ m/s. La permeabilidad de está lámina de bentonita será similar a una capa de arcilla de 1,00 m con una permeabilidad de 10^{-9} m/s.
- Lámina texturizada impermeable de geomembrana sintética de 2 mm de espesor, fabricada en polietileno de alta densidad (PEAD)
- Geotextil de protección de la lámina de 500 gr/m² bajo la capa de gravas de drenaje.

- Capa de gravas de tamaño 40/80 mm de 50 cm formada en su mitad inferior por gravas de cantera y en su mitad superior por gravas recicladas de modo que sirva de capa de drenaje de los lixiviados
- Geotextil anticolmatante de 150 gr/m² sobre la capa de gravas de drenaje

Se estima que sea necesario una superficie de 19.502,50 m² de geosintéticos en el talud interior del recrecido del viario y la zanja de anclaje, para garantizar la estanqueidad de la superficie de ampliación del depósito controlado.

El terraplén necesario para la elevación de la rasante del viario, se proyecta con unos taludes exteriores de 2H/1V. La anchura en la coronación del terraplén permitirá mantener una anchura de viario de 8,00 m igual que en la actualidad, más un sobreancho horizontal hacia el interior del depósito controlado de 6,60 m, permitiendo ejecutar una cuneta de pluviales de 1,20 m de anchura y un espacio restante de 5,40 m para poder ejecutar el derrame de las capas de cobertura y sellado sin que ocupen en el futuro parte del viario.

El volumen total de terraplén necesario para ejecutar el recrecido del viario, con esta geometría será de 90.022 m³. Este terreno de aportación será un material préstamo que reúna las condiciones geotécnicas de un suelo adecuado según la clasificación del artículo 330 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales de Obras de Carreteras y Puentes (PG-3), de modo que la explanada resultante sea una explanada tipo E-1.

En la parte interna del terraplén, no sometida a las cargas del tráfico, y para garantizar la impermeabilidad del talud, el material utilizado será una arcilla de permeabilidad $k \leq 0{,}50 \times 10^{-9}$ m/s, tal y como se aprecia en las secciones tipo del Documento nº2 Planos.

Sobre la explanada formada se dispondrá el paquete de firmes según la clasificación de la Norma 6.1 IC de Secciones de Firme, de la Instrucción de Carreteras, adoptando un firme con pavimento de hormigón, con la siguiente disposición: 23 cm de HF (hormigón de firme) sobre 15 cm de HM (hormigón magro vibrado) y éste, a su vez, sobre 20 cm de ZA (zahorra artificial).

La longitud total del camino a pavimentar será de 880 m aproximadamente, con una anchura de 8,00 m.

En el lateral exterior del viario, en su totalidad en terraplén, se dispondrá de n sistema de protección mediante una barrera metálica.

En el trazado del viario, se aprecia un tramo entre el pk 0+250 y pk 0+570 paralelo a una línea eléctrica aérea. Para evitar la afección del derrame de los taludes a los postes eléctricos y la elevación del terreno bajo la línea eléctrica que disminuyera la altura libre bajo los conductores, se ha proyectado una escollera en el pie de talud en este tramo, permitiendo de ese modo aumentar la inclinación del talud y reduciendo la superficie ocupada.

Las características geométricas de la escollera dispuesta serán las siguientes:

- Anchura de coronación de la escollera: .... b= 1,50 m
- Talud de paramento anterior... 1H/3V
- Talud de paramento de trasdós 1H/3V
- Altura máxima del cuerpo del muro de escollera... 6,20 m
- Profundidad de cimentación .... 1,00 m
- Anchura de puntera delantera de escollera .... 1,00 m
- Inclinación de la base respecto a horizontal 18,43º
- Inclinación de la ejecución de las hileras de bloques 18,43º

La escollera se profundizará hasta su cimentación en el sustrato del terreno natural, profundizando 1,00 m adicional para mejorar las condiciones de sustentación y de equilibrio.

Con el objeto de poder seguir dando servicio y acceso a la planta de tratamiento de lixiviados por ósmosis inversa situada a una cota inferior, se plantea el ejecutar en un tramo del viario los carriles a una doble altura, de modo que en uno de los carriles se mantenga la cota similar a la cota actual del viario y permitir el acceso a la planta de lixiviados, y el otro carril, junto al depósito controlado se encuentre elevado y de ese modo permitir el recrecido de los residuos sobre el depósito controlado.

Será necesario por tanto ejecutar un muro de hormigón de separación entre ambos carriles, evitando el derrame del talud entre ambos niveles que ocuparía la superficie del viario.

El muro tendrá una longitud total de 120 m, y tendrá una altura libre variable entre ambos carriles comprendida entre 0,00 y 4,00 m.

8.4. REPOSICIÓN DE LA RED DE DESGASIFICACIÓN

Una vez se haya realizado la excavación del espesor de 105 cm de tierras de cobertura y drenaje, se procederá a la reposición de las tuberías de desgasificación, y de las ERM´s.

Las campanas de cierre de los pozos de desgasificación se irán colocando y desmontando a medida que se vayan ejecutando las diferentes tongadas de residuos y los pozos de desgasificación se vayan recreciendo.

Del mismo modo, las tuberías de desgasificación de 90 mm que unen los pozos de desgasificación con las ERM's, y acopiadas previamente, irán adecuando su trazado y colocación al ritmo de la explotación del recrecido, y a la nueva ubicación proyectada de las ERM´s,

En total se estima que puedan se aprovechadas un 90% de las tuberías de 90 mm acopiadas previamente (aprovechamiento de 10.665 m de los 11.850 m acopiados), y sea necesario aportar unos 9.571 m de tuberías nuevas, para completar los 20.236 m de tuberías de 90 mm que unan los pozos de desgasificación con la nueva ubicación de las ERM's

Las 11 ERM's (10 ERM's existentes a desplazar más una nueva ERM proyectada) se retranquearán, de modo que su ubicación quede fuera del perímetro de actuación, estableciendo de ese modo su posición definitiva sin estar condicionada por la explotación y recrecido de los residuos.

Las nuevas tuberías generales de diámetro 250 mm de salida de las ERM´s, con una longitud de 3.750 m, tendrán su trazado definitivo, por el borde del perímetro de actuación, hasta su conexión con las tuberías existentes, de modo que su trazado sea definitivo e independiente del ritmo de explotación y recrecido.

8.5. DRENAJE DE LA ESCORRENTÍA EXTERIOR

Es imprescindible evitar que las aguas de precipitación no contaminadas entren en contacto con la masa de residuos, para impedir que aumenten la generación de aguas de infiltración

De ese modo, las aguas pluviales que caen fuera de la zona de ampliación se encauzan mediante unas bajantes con gravas drenantes situadas en el talud exterior de las motas perimetrales hacia el pie del talud exterior del viario y desde ahí son conducidas hacia el punto bajo en el que se sitúa la balsa de pluviales.

Se han proyectado los siguientes elementos de evacuación de las aguas pluviales exteriores

- Dos obras transversales de drenaje longitudinal (ODTs), una de ellas en el punto bajo del viario, y las otras dos en los puntos de entronque de las bajantes de las motas perimetrales en la cuneta del viario. Estas ODTs son caños de PVC de Ø800 mm.
- Cuneta trapecial revestida de 0,70 m de profundidad, con base inferior de 0,50 m de ancho y taludes 1H/2V (1,20 m de ancho superior), en toda la longitud del camino perimetral y en su lado interior, con objeto de recoger principalmente el agua de escorrentía superficial de los taludes del vertido.
- Bordillos anticárcava en el pie de talud exterior del viario.

Todas estas obras de drenaje longitudinal y transversal permitirán evacuar las escorrentías limpias sin contacto con los residuos hacia la balsa de pluviales actual, situada junto a la planta de tratamiento de lixiviados de ósmosis inversa, de modo que no se genera ningún nuevo punto de vertido de aguas pluviales.

8.6. ACOPIO DE TIERRAS DE COBERTURA Y DE GRAVAS EXCAVADAS

La ubicación de los acopios se ha localizado en el extremo sur del área sobre el que se realizó el acopio de tierras limpias de excavación de la Fase IV, en la cual la mayor parte de la restauración vegetal corresponde a la matriz agrícola de terreno cultivable de herbáceas, realizando la restauración mediante arado, una vez retirado el acopio, y afectando lo mínimo a las superficies de plantación de arbolado individual, rodales de arbolado, manchas de matorral y manchas de pradera.

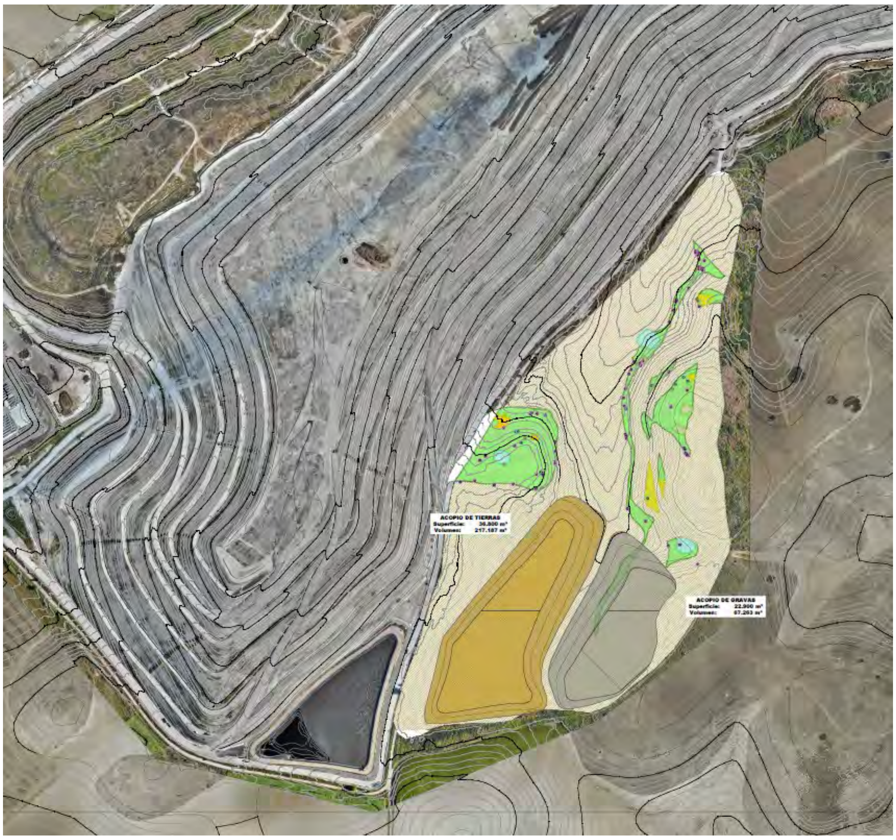


Fig 2: Ubicación de los acopios de tierras de cobertura y gravas integrado dentro de la superficie del acopio de tierras limpias de la excavación de la Fase IV

Dentro de la superficie ocupada por el acopio de tierras y gravas se han separado dos acopios dependiendo de la tipología de material a acopiar y el uso que posteriormente se le pueda dar a estas tierras y gravas acopiadas.

La tierra vegetal y tierra de cobertura, con un volumen acopiado de 217.187 m³ ocuparán una superficie de 36.800 m², mientras que las gravas del sellado, con un volumen total acopiado de 67.263 m³ ocuparán una superficie de 22.900 m².

Los taludes de cada uno de los acopios tendrán una inclinación de 2,5H/1,0V, garantizando la estabilidad de los materiales acopiados, y una altura máxima de talud de 15 m para el acopio de tierras de cobertura y de 16 m para el acopio de gravas. La coronación de ambos acopios tendrá una cota máxima de 626,50 m, no superando, por tanto, la cota de la cresta del terreno natural, minimizando el impacto visual de los acopios.

Previamente a la ejecución del acopio de tierras se extenderá sobre el terreno natural un geotextil anticolmatante de 150 gr/m² de modo que sirva como separación entre el terreno actual y las tierras acopiadas y favorezca la reposición del terreno a su situación actual una vez terminada la duración del acopio. Asimismo, una vez retiradas las tierras del acopio se procederá a realizar un arado de la tierra para poder realizar un esponjamiento del terreno puesto que habrá estado sometido a esfuerzos de compactación durante la duración del acopio.

Con la morfología de los acopios propuestas, se ha creado una vaguada central, de modo que se evite que existan puntos bajos exteriores en los que pudieran quedarse retenidas las escorrentías exteriores.

8.7. VOLUMEN Y DURACIÓN PREVISTA DE LOS ACOPIOS DE TIERRAS DE COBERTURA Y DE GRAVAS

En los puntos siguientes se detalla la duración temporal de los acopios propuestos:

1. Excavación del volumen de 217.187 m³ de tierra vegetal y tierra de cobertura del sellado de la Fase II y coronación de la Fase III del Depósito Controlado, que se irán acopiando en la superficie prevista con una duración de aproximadamente 2 meses.
2. Excavación y acopio del volumen de 67.263 m³ de gravas del sellado de la Fase II y coronación de la Fase III del Depósito Controlado, cuyo comienzo está previsto al finalizar la excavación y acopio de la tierra vegetal y de cobertura, y tendrá una duración estimada de aproximadamente medio mes.
3. Una vez concluya la explotación de la Fase IV, actualmente en explotación del Depósito Controlado, estimada en unos 8 meses después del inicio del acopio de tierras, y habiendo concluido previamente las obras de adecuación de la superficie de las Fases II y III del Depósito Controlado, comenzará la explotación de la ampliación de las Fases II y III.
4. Las gravas acopiadas se irán empleando durante la explotación de las Fases II y III, para la formación de viales y de plataformas sobre la superficie de residuos para favorecer la explotación y el tránsito de los vehículos. Se estima que el volumen de gravas acopiado de 67.263 m³ se haya consumido y retirado del acopio en un plazo de tiempo inferior a 2 años desde el inicio del acopio.
5. La tierra vegetal y tierra de cobertura acopiada se irán empleando parcialmente para la ejecución del sellado de la Fase IV del Depósito Controlado una vez colmatado. Las obras de sellado de la Fase IV tendrán una duración estimada de 8 meses, que comenzará al colmatar la Fase IV y se irá ejecutando en paralelo a la explotación de las Fases II y III, por lo que, está previsto la finalización del sellado de la Fase IV antes de cumplir el plazo de 2 años desde el inicio del acopio de tierras. El volumen de tierra vegetal y tierras de cobertura necesario para el sellado de la Fase IV es de aproximadamente 159.500 m³.

6. El volumen restante de 57.687 m³ de tierra vegetal y tierra de cobertura que no se haya empleado en el sellado de la Fase IV del Depósito Controlado, se irá empleando como material de cubrición diaria de los residuos durante la explotación de la Fases II y III. Está previsto que el acopio de estas 57.687 m³ se agote en unos 4 o 5 meses desde el inicio de la explotación, siempre dentro de los 2 años de plazo desde el inicio del acopio de tierras

En el siguiente gráfico se detalla el cronograma previsto de acopio de tierras y gravas, que aunque sea una estimación, y esté condicionado por el ritmo real de entrada de residuos en la Fase IV y su período de colmatación, en todo caso la duración del acopio será inferior a 2 años.

	AÑO 1											
	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12
Excavación y acopio de tierras de cobertura y tierra vegetal	108.594 m³	108.594 m³										
Excavación y acopio de gravas			67.263 m³									
Obras de adecuación de Fases II y III	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨					
Explotación de Fase IV	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨				
Explotación de Fases II y III									▨	▨	▨	▨
Obras de Sellado de Fase IV									▨	▨	▨	▨
Retirada de gravas para formación de viarios y plataformas									8.408 m³	8.408 m³	8.408 m³	8.408 m³
Retirada de tierras de cobertura en sellado Fase IV												
Retirada de tierras de cobertura para cubrición residuos									7.211 m³	7.211 m³	7.211 m³	7.211 m³

VOLUMEN TOTAL ACOPIO TIERRAS DE COBERTURA	108.594 m³	217.187 m³	217.187 m³	217.187 m³	217.187 m³	217.187 m³	217.187 m³	217.187 m³	209.976 m³	202.765 m³	195.554 m³	188.344 m³
VOLUMEN TOTAL ACOPIO DE GRAVAS	0 m³	0 m³	67.263 m³	67.263 m³	67.263 m³	67.263 m³	67.263 m³	67.263 m³	58.855 m³	50.447 m³	42.039 m³	33.632 m³

	AÑO 2											
	MES 13	MES 14	MES 15	MES 16	MES 17	MES 18	MES 19	MES 20	MES 21	MES 22	MES 23	MES 24
Excavación y acopio de tierras de cobertura y tierra vegetal												
Excavación y acopio de gravas												
Explotación de Fase IV												
Explotación de Fases II y III	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨
Sellado de Fase IV	▨	▨	▨	▨								
Retirada de gravas para formación de viarios y plataformas	8.408 m³	8.408 m³	8.408 m³	8.408 m³								
Retirada de tierras de cobertura en sellado Fase IV	45.571 m³	45.571 m³	45.571 m³	22.786 m³								
Retirada de tierras de cobertura para cubrición residuos	7.211 m³	7.211 m³	7.211 m³	7.211 m³								

VOLUMEN TOTAL ACOPIO TIERRAS DE COBERTURA	135.561 m³	82.779 m³	29.997 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³
VOLUMEN TOTAL ACOPIO DE GRAVAS	25.224 m³	16.816 m³	8.408 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³

8.8. MEDIDAS PREVENTIVAS PARA LA MINIMZIACIÓN DE LOS IMPACTOS DE LOS ACOPIOS

El acopio de tierras de cobertura y de gravas objeto del presente Proyecto, estará sometido a las mismas medidas preventivas y correctoras que se han ido aplicando al **acopio de tierras limpias de excavación del vaso de la Fase IV**, y que se enumeran a continuación:

- Se evita en todo momento, ocupar la tesela contigua al camino perimetral del vertedero donde se localiza el hábitat 6220*, según la cartografía del Parque del Sureste.
- Designación de un responsable en obra encargado de la correcta implementación de las medidas protectoras y correctoras.
- Los horarios de actividad en obra durante la fase constructiva se limitarán de 8 a 18 horas en periodo invernal y de 8 a 20 h en periodo estival, es decir, a las horas de luz natural.
- Jalonamiento de la zona de obras y de las islas con vegetación natural.
- El promotor deberá exigir acreditación del correcto estado de la maquinaria a emplear para evitar emisiones atmosféricas (gases contaminantes y ruido) en niveles superiores a los establecidos en las respectivas especificaciones, o eventuales derrames de aceites. Las acreditaciones deberán estar disponibles en obra para cualquier agente de la autoridad pueda comprobarlas.
- Se minimizará el uso de maquinaria de alta potencia acústica y baja eficacia energética.
- Limitación a 20 km/h de la velocidad y movimientos de maquinaria. Cubrición de la carga de los camiones.
- Control del ruido.
- Riego periódico de los viales de tránsito y del acopio.
- Durante las obras se contará con extintores de incendios que cumplan la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo. Todo personal de obra deberá estar formado correctamente en su uso.
- Gestión correcta y separativa de residuos.
- A fin de garantizar la estabilidad del acopio se programarán revisiones periódicas de los taludes del acopio y se realizarán levantamientos topográficos periódicos.
- Previamente se han recolectado de propágulos y semillas de vegetación leñosa natural y germinación y mantenimiento en vivero, para la revegetación.
- Prospección visual de las islas de vegetación natural en busca de fauna y su recogida.
- Protección de las cuencas de escorrentía.
- Revegetación tras la retirada de los acopios de las islas de vegetación natural que se hayan mantenido ocupados.

9. GEOMETRÍA Y CARACTERÍSTICAS DE LA EXPLOTACIÓN

Se realizará una modelización de la explotación del recrecido, con una superficie de actuación en planta de 250.024 m², estableciendo unos taludes de explotación de residuos con una pendiente de 2,5H/1V, con bermas de 6 m de anchura cada 8 m, propiciando un talud envolvente de 3H/1V.

Las bermas, que darán continuidad a las bermas de la Fase III existentes, tendrán una pendiente longitudinal descendientes hacia las rampas de acceso de modo que se puedan evacuar las escorrentías hacia las cunetas de las rampas de acceso y desde ahí hacia el camino perimetral y a su red de evacuación de escorrentías. Se dará continuidad a las bermas existentes de la Fase

Para acceder hacia la coronación se deberán ejecutarán rampas para el acceso de los vehículos, continuando con las rampas existentes con una anchura de 8 m y una pendiente máxima del 7%.

La cota final de coronación de los residuos se establecerá en la cota 657 m.

En cuanto a la red de desgasificación, se irá adecuando la cota final de los pozos de desgasificación a la cota de los residuos, mediante el recrecido sucesivo de los pozos, en alturas de 3,00 m, siguiendo la siguiente secuencia.

- Se colocará, sobre el espesor de residuos, una camisa de 800 mm y ranurada.
- En el interior de dicha tubería se alojará una tubería de polietileno de alta densidad (PEAD) de diámetro 250 mm, PE 100 PN16 ranurada.
- Una vez instalada la tubería de PEAD, se procederá a rellenar el espacio anular entre camisa y tubería con material drenante tipo grava, exenta de finos.
- En el momento que los residuos alcancen el borde de la camisa de 800 mm, se ejecutarán las siguientes acciones:
  - Se colocará un nuevo tramo de 800 mm.
  - Se acoplará o soldará un nuevo tramo de tubería de PEAD.
  - Se rellenará el anular con grava silícea o porfídica.
- A partir de este momento, se procederá de manera similar para los siguientes niveles.

Se balizarán los elementos de manera que señalicen de forma clara su ubicación evitando que la maquinaria pudiese colisionar con ellos y provocar desperfectos en los mismos.

10. SELLADO FINAL

10.1. PERFILADO DE LA SUPERFICIE DE VERTIDO

Los trabajos irán encaminados a la preparación de la superficie de residuos y tierra de cubrición dotando a la superficie perfilada de las pendientes adecuadas para la evacuación de las escorrentías generadas tanto en sentido longitudinal como en sentido transversal.

Los taludes del sellado tendrán una pendiente de 2,5H/1V, con una envolvente de 3H/1V, garantizando un sellado duradero y eficaz en el transcurso de los años, ya que dicho sellado no se verá afectado por las escorrentías superficiales.

Una vez efectuadas las operaciones de perfilado, se comprobará no queden zonas en contrapendiente al objeto de asegurar una pendiente continua hacia las rampas de acceso o hacia los caminos perimetrales, y garantizar así la evacuación de las escorrentías de la superficie.

10.2. SELLADO DEL DEPÓSITO CONTROLADO DE COLA

Están previstas las medidas a adoptar una vez finalizado el vertido de residuos, en función de las eventuales exigencias de utilización posterior implicadas en la concesión o en las reglamentaciones ambientales de la zona.

La condición fundamental es que el vaso de vertido ya inactivo no pueda dar lugar a problemas de inestabilidad o contaminación, además de restituir los valores paisajísticos y asegurar la reutilización del terreno para otros usos.

Las capas de sellado que se dispondrán en el vaso de vertido serán las siguientes, desde el residuo hasta la cota final de sellado:

1) Capas de sellado en taludes

- Capa de regularización de tierras procedentes de la excavación con un espesor en taludes de 1,00 m
- Geocompuesto drenante protegido dos geotextiles (superior e inferior) de 200 gr/m² de gramaje que sirva de capa de drenaje de gases
- Lámina de PEAD con un espesor de 2,00 mm texturizada en los taludes.
- Geocompuesto drenante protegido dos geotextiles (superior e inferior) de 200 gr/m² de gramaje que sirva de capa de drenaje de escorrentías
- Capa de tierras de sellado con tierras procedentes de la excavación con un espesor de 50 cm.
- Sobre la capa anterior, se dispondrá capa de tierra vegetal con 30 cm de espesor, formada por tierra procedente de la excavación con una aportación del 20% de material bioestabilizado. Ésta supone un sustrato suficiente para las especies a aplicar, para asegurar un crecimiento adecuado y una cobertura adecuada sobre los taludes

2) Capas de sellado en las rampas de acceso transitables para el tráfico:

- Capa de regularización de tierras procedentes de la excavación con un espesor en taludes de 1,00 m
- Geocompuesto drenante protegido dos geotextiles (superior e inferior) de 200 gr/m² de gramaje que sirva de capa de drenaje de gases
- Lámina de PEAD con un espesor de 2,00 mm texturizada en los taludes.
- Geocompuesto drenante protegido dos geotextiles (superior e inferior) de 200 gr/m² de gramaje que sirva de capa de drenaje de escorrentías
- Capa de tierras de sellado con tierras procedentes de la excavación con un espesor de 50 cm.
- Se sustituye la capa de tierra vegetal por una capa de zahorra artificial de 30 cm para permitir el tráfico rodado.

3) Capas de sellado en coronación

- Capa de regularización de tierras procedentes de la excavación con un espesor en variable en la coronación, siendo el espesor mínimo de 1,00 m. El espesor variable de tierras permitirá dar una conformación a la coronación con una pendiente del 4% desde el centro de la coronación hacia los laterales que favorezca la evacuación de las escorrentías.
- Geotextil anticolmatante de 150 gr/m² bajo la capa de gravas de drenaje de gases
- Capa de gravas de tamaño 40/80 mm de 25 cm formada en su mitad inferior por gravas recicladas y en su mitad superior por gravas de cantera de modo que sirva de capa de drenaje de gases
- Geotextil de protección de la lámina de 300 gr/m² sobre la capa de gravas de drenaje de gases
- Lámina de PEAD con un espesor de 2,00 mm lisa en coronación.
- Geotextil de protección de la lámina de 300 gr/m² bajo la capa de gravas de drenaje de escorrentías
- Capa de gravas de tamaño 40/80 mm de 50 cm formada en su mitad inferior por gravas de cantera y en su mitad superior por gravas recicladas de modo que sirva de capa de drenaje de las escorrentías superficiales.
- Geotextil anticolmatante de 150 gr/m² sobre la capa de gravas de drenaje de escorrentías
- Capa de tierras de sellado con tierras procedentes de la excavación con un espesor de 50 cm.
- Sobre la capa anterior, se dispondrá capa de tierra vegetal con 30 cm de espesor, formada por tierra procedente de la excavación con una aportación del 20% de material

bioestabilizado. Ésta supone un sustrato suficiente para las especies a aplicar, para asegurar un crecimiento adecuado y una cobertura adecuada sobre los taludes

10.3. REVEGETACIÓN

En una primera fase se remodelará el terreno para conseguir una superficie lisa, muy uniforme, y una adecuada cama de siembra.

En los taludes se prevé su ejecución de la revegetación mediante hidrosiembra y en la plataforma superior se realizará por medio de un tractor con sembradora neumática. Será preciso además el empleo de rotavator (girocultor), grada de disco y rodillo.

La siembra consiste en la siembra de las semillas directamente sobre la superficie a revegetar. La distribución de la semilla se hará por medios manuales, a voleo y después de ello se procederá a su tapado mediante una labor de rastrillado.

11. SERVICIOS AFECTADOS E INTERFERENCIAS

Las principales afecciones a los servicios e instalaciones existentes son ocasionadas por el recrecido del viario norte.

Entre estas afecciones se encuentran las siguientes:

1. Afecciones a la explotación de la Fase IV del Depósito Controlado, al tener que cortar el acceso por el viario norte, para lo cual se propone realizar el acceso a la Fase IV desde el viario sur, durante la ejecución de las obras del recrecido del viario.

2. Necesidad de sustitución de los báculos y línea de alumbrado existente al aumentar la cota del viario, para lo cual se realizará el desmontaje y acopio de los báculos existentes, y se proyecta una nueva línea de alumbrado en la nueva cota de la rasante, volviendo a colocar los báculos desmontados.

3. Paralelismo a una línea eléctrica aérea, que para evitar la afección del derrame de los taludes a los postes eléctricos y la elevación del terreno bajo la línea eléctrica que disminuyera la altura libre bajo los conductores, se proyecta una escollera en el pie de talud en este tramo de unos 320 m y reduciendo la superficie ocupada.

4 Acceso a subestación eléctrica: para permitir el acceso a la subestación eléctrica se ejecutarán dos rampas pavimentadas hasta la nueva cota del viario en los puntos en los que en la actualidad se accede a la subestación eléctrica desde el viario.

5 Acceso a la planta de tratamiento de lixiviados por ósmosis inversa, para lo que se plantea el ejecutar en este tramo del viario los carriles a una doble altura, de modo que en uno de los carriles se mantenga la cota similar a la cota actual del viario y permitir el acceso a la planta de lixiviados, y el otro carril se encuentre elevado y de ese modo permitir el mantenimiento de las instalaciones del Depósito Controlado.

6 Acceso a la rampa norte de explotación de la Fase IV: debido al estrechamiento del viario, que se produce al ejecutar dos carriles a diferente cota para permitir el acceso a la planta de lixiviados, se proyecta el ensanche de la variante del viario por el norte de la planta de lixiviados y de la balsa de pluviales actual. Se realizará una demolición del pavimento actual, y el ensanche y cajeado del nuevo viario, hasta una anchura de 8,00 m, de modo que por esta variante se realice el tránsito de los camiones hacia la rampa norte de la Fase IV.

12. PLAZO DE EJECUCION

Para la ejecución de las obras, la fecha prevista del inicio de obra estará condicionada por el ritmo de explotación de la Fase IV.

Puesto que la duración estimada de la ejecución de las obras es de OCHO (8) MESES, entonces el inicio de las obras debería comenzar al menos 8 meses antes de la fecha prevista de la colmatación de la Fase IV, de modo que las obras hayan finalizado antes del llenado de la Fase IV y no se vea interrumpido el depósito de residuos

Finalizada la vida útil del recrecido propuesto en el presente proyecto, comenzarán las obras para el sellado con una duración estimada de las obras de sellado de OCHO (8) MESES, previendo la fecha prevista tras la finalización de la explotación.

Aunque el plazo de ejecución del sellado estimado sea de 8 meses, se irán realizando sellados parciales en cada una de las etapas de explotación, tal y como se detalla en los planos, de modo que se reduzca la generación de lixiviados y las emisiones difusas de metano.

La secuencia de ejecución de las obras (Fases constructivas) adaptadas al ritmo de explotación de la Ampliación de la Fase II, se detalla en los planos, y se describe a continuación:

1 Fase Constructiva 1 (FC 1): La obra comenzará con el desmontaje de las tuberías de desgasificación y de las ERM's existentes en la actualidad y afectadas por la superficie de actuación, dejando la superficie despejada para poder ejecutar la excavación de la tierra de cobertura y de las gravas de sellado. Esta fase constructiva tendrá una duración estimada de 1 mes.

2 Fase Constructiva 2 (FC 2): En esta fase se retirará inicialmente la tierra de cobertura hasta la capa de geotextil anticolmatante, posteriormente se retirará el geotextil anticolmatante, y seguidamente las gravas hasta el geotextil de protección de la lámina y posteriormente se retirará el geotextil de protección. Las tierras de cobertura y las gravas se irán acopiando en los dos acopios diferenciados en la superficie prevista de acopio que se habrá acondicionado previamente mediante la extensión de un geotextil anticolmatante y con las medidas preventivas descritas. En los laterales de la superficie de actuación se irán formando simultáneamente las motas perimetrales con parte de las tierras excavadas. Esta fase de ejecución tendrá una duración estimada de 2 meses y medio, comenzando al terminar la FC 1.

3 Fase Constructiva 3 (FC 3): Con el objeto de que los pozos de desgasificación permanezcan desconectados a la red de desgasificación el mínimo tiempo posible, una vez retirada la tierra de cobertura se irán ejecutando las nuevas ERM's sobre la superficie de coronación de las Fases II y III, y se irán conectando los pozos de desgasificación a estas ERM´s mediante las tuberías de desgasificación. La duración de esta fase constructiva es de 2 meses.

4 Fase Constructiva 4 (FC 4): Simultáneamente a la reposición de las ERM's en la coronación, se comenzará a ejecutar las obras del recrecido del viario perimetral y de la impermeabilización de su talud interior. La duración de esta fase constructiva es de 3 meses.

5 Fase Constructiva 5 (FC 5): Una vez se haya concluido el movimiento de tierras para la formación de la explanada del recrecido del viario perimetral se irán ejecutando el resto de las ERM's junto al borde del viario y conectando el resto de los pozos de desgasificación. La duración de esta fase constructiva es de 1 mes y medio Al finalizar el afirmado y balizamiento y reposición de servicios del viario perimetral, se podrá comenzar con la rotura de la lámina del talud norte de la Fase II en una superficie de 104.290 m², finalizando las obras y dejando la superficie preparada para la explotación de la Etapa 1.

6 Fase Constructiva 6 (FC 6): En realidad no se trata de una fase constructiva como tal, sino una fase de explotación. En esta fase se irán depositando los residuos según el modelo de explotación definido en los planos para la Etapa 1, en el talud norte de la Fase II. La cubicación de residuos y tierras de cubrición estimada para esta etapa de explotación es de 604.181 m³, con una duración de esta etapa de casi 9 meses

7 Fase Constructiva 7 (FC 7): Colmatada la Etapa 1, la secuencia de explotación continuará con la explotación de la Etapa 2, para ello previamente se realizará la rotura de la lámina

de la mitad oeste de la coronación actual en una superficie de 70.595 m², dejando la superficie preparada para la explotación de la Etapa 2.

8 Fase Constructiva 8 (FC 8): Esta fase, al igual que la FC 6, no se trata de una fase constructiva como tal, sino una fase de explotación. En esta fase se irán depositando los residuos según el modelo de explotación definido en los planos para la Etapa 2, en la mitad oeste de la coronación de las Fases II y III. La cubicación de residuos y tierras de cubrición estimada para esta etapa de explotación es de 1.039.463 m³, con una duración de esta etapa de casi 17 meses. Simultáneamente a la explotación de la Etapa 2 se ejecutarán las obras de sellado del talud norte de la Etapa 1, con una superficie de sellado de 59.542 m² reduciendo de ese modo las emisiones difusas y la superficie de residuos expuesta a las precipitaciones. La duración de las obras de sellado de la Etapa 1 se estima en 2 meses.

9 Fase Constructiva 9 (FC 9): Colmatada la Etapa 2, la secuencia de explotación continuará con la explotación de la Etapa 3, para ello previamente se realizará la rotura de la lámina restante de la coronación actual en una superficie de 75.170 m², dejando la superficie preparada para la explotación de la Etapa 3.

10 Fase Constructiva 10 (FC 10): Esta fase, al igual que las FC 6 y FC 8, no se trata de una fase constructiva como tal, sino una fase de explotación. En esta fase se irán depositando los residuos según el modelo de explotación definido en los planos para la Etapa 3, en la mitad este de la coronación de las Fases II y III. La cubicación de residuos y tierras de cubrición estimada para esta etapa de explotación es de 1.384.642 m³, con una duración de esta etapa de casi 23 meses. Simultáneamente a la explotación de la Etapa 3 se ejecutarán las obras de sellado del talud norte y oeste y de la coronación de la Etapa 2, con una superficie de sellado en esta etapa de 73.078 m² (hasta completar una superficie de sellado acumulada junto a la etapa 1 de 132.620 m²) reduciendo de ese modo las emisiones difusas y la superficie de residuos expuesta a las precipitaciones. La duración de las obras de sellado de la Etapa 2 se estima en 3 meses.

11 Fase Constructiva 11 (FC 11): Una vez se haya colmatado la Etapa 3, se procederá a realizar el sellado final de la superficie de explotación restante, según la geometría definida en los planos, hasta completar una superficie total de sellado de 250.025 m². Finalizado el sellado definitivo, ya no se prevén emisiones difusas ni generación adicional de lixiviados al no existir ninguna superficie de residuos sin cubrir. La duración de las obras de esta Fase Constructiva se estima en 3 meses.

13. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

Según el Artículo 4 del Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción, se indica la obligatoriedad, por parte del promotor, para que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio de Seguridad y Salud en los Proyectos, siempre que se cumplan alguno de los siguientes supuestos:

- Que el Presupuesto de Ejecución por Contrata sea igual o superior a 450.000,00 €.
- Que la duración estimada de los trabajos sea superior a 30 días laborales, empleándose en algún momento más de 20 trabajadores simultáneamente.
- Que el volumen de mano de obra estimada, entendiendo como tal la suma de los días del trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500 jornadas

Dado que el presente Proyecto está dentro de los condicionantes anteriores, y al proponer la ejecución del proyecto por fases, antes del Proyecto de Ejecución de cada una de las fases deberá redactarse un Estudio de Seguridad y Salud, el cual establecerá durante la construcción de esta obra, las previsiones respecto a prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Dicho Estudio, contendrá las notas para la planificación de la acción preventiva, basada en el análisis, estudio y aplicación de lo dispuesto en el Artículo 5 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.

Igualmente, el Estudio de Seguridad y Salud, servirá para dar unas directrices básicas a la empresa constructora que redacte el Plan de Seguridad y Salud para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos laborales, facilitando su desarrollo, bajo el control y supervisión de la Coordinación de Seguridad y Salud y de la Dirección Facultativa.

14. RESUMEN PRESUPUESTO DE LAS OBRAS

15. TRATAMIENTO DE RESIDUOS.

El marco normativo que regula la gestión de los residuos de construcción y demolición peligrosos para los proyectos viene desarrollado en el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición

Se incluye en el presente Proyecto un Anejo de Tratamiento de Residuos (ver Anejo Nº16), de acuerdo con el Real Decreto 105/2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición generados a lo largo de la ejecución de las obras contempladas en el presente Proyecto.

Es obligación del Director de Obra la redacción de un informe sobre la cantidad de residuos generados y la gestión realizada con los mismos.

16. DOCUMENTOS DE LOS QUE CONSTA EL PROYECTO

- DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA DESCRIPTIVA
    - ANEJO Nº 1: CÁLCULOS DE ESTABILIDAD RESIDUOS Y SELLADO
    - ANEJO Nº 2: RECRECIDO DE VIARIO
    - ANEJO Nº 3: CÁLCULOS ESTRUCTURALES MURO EN VIARIO
    - ANEJO Nº 4: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE GEOSINTÉTICOS
    - ANEJO Nº 5: CÁLCULOS DE LIXIVIADOS
    - ANEJO Nº 6: CÁLCULOS DE DESGASIFICACIÓN
    - ANEJO Nº 7: CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE EVACUACIÓN DE ESCORRENTÍAS
    - ANEJO Nº 8: CALCULOS ELÉCTRICOS DE ALUMBRADO
    - ANEJO Nº 9: VIDA ÚTIL
    - ANEJO Nº 10: CÁLCULO DE EMISIONES DIFUSAS
    - ANEJO Nº 11: DESCRIPCIÓN DEL ACOPIO TEMPORAL
    - ANEJO Nº 12: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS
    - ANEJO Nº 13: PLAN DE OBRA
    - ANEJO Nº 14: PLAN DE CONTROL DE CALIDAD
    - ANEJO Nº 15: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD
    - ANEJO Nº 16: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

- DOCUMENTO Nº 2: PLANOS

- DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

- DOCUMENTO Nº 4: PRESUPUESTO
  - CAPÍTULO Nº 1.- MEDICIONES
  - CAPÍTULO Nº 2.- CUADROS DE PRECIOS
    - CUADRO DE PRECIOS NÚMERO UNO (1)
    - CUADRO DE PRECIOS NÚMERO DOS (2)
  - CAPÍTULO Nº 3.- PRESUPUESTOS GENERALES
    - PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL
    - PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN

17. PLIEGO DE CONDICIONES

Las condiciones de tipo técnico que deben cumplir los diferentes materiales, unidades de obra, mano de obra, etc.., incluidas en el presente Proyecto, se recogen en el Pliego de Condiciones; que figura como Documento Número 3 de este Proyecto.

18. PRECIOS

Los precios que se aplican a las diferentes unidades de obra, se justifican en el Anejo de Justificación de precios. En su determinación se han tenido en cuenta los costos actuales de mano de obra, maquinaria y materiales básicos, así como los rendimientos obtenidos en las obras de similares características.

19. DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA

El presente proyecto cumple los requisitos señalados en el artículo 233 sobre “Contenido de los Proyectos y responsabilidad derivada de su elaboración” de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se trasponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 201/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014, para ser declaradas como obra completa.

20. CONCLUSIÓN

Por todo lo anteriormente expuesto, y teniendo en cuenta que en la redacción del Proyecto se han tenido en cuenta las disposiciones generales de carácter legal o reglamentario, así como la normativa técnica que resulta de aplicación a este proyecto, se considera suficiente definido el trabajo de redacción del presente Documento, entendiendo que atiende a las necesidades de las obras a ejecutar y al trabajo encomendado, se someta a la consideración de la superioridad para su aprobación y posterior tramitación.

MADRID, NOVIEMBRE DE 2025
EL INGENIERO DE CAMINOS

Fdo: Luis F. Plaza Beltrán
Colegiado 12.830

ANEJO Nº 1: CÁLCULOS DE ESTABILIDAD RESIDUOS Y SELLADO

ANEJO Nº1: CÁLCULOS DE ESTABILIDAD DE RESIDUOS Y SELLADO

1. GENERALIDADES **2**
2. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES **3**
3. ESTUDIO DE LA ESTABILIDAD **7**
  3.1. GEOMETRÍA 7
  3.2. SISMO 10
4. RESUMEN DE LOS RESULTADOS DEL ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE TALUDES **10**
5. ESTUDIO DE SENSIBILIDAD DE LOS PARÁMETROS GEOTÉCNICOS DE LA TIERRA DE COBERTURA **14**
  5.1. RESULTADOS GRÁFICOS DEL ESTUDIO DE SENSIBILIDAD DE TIERRAS DE COBERTURA 14
  5.2. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE ESTABILIDAD 19

ANEJO Nº1: CÁLCULOS DE ESTABILIDAD DE RESIDUOS Y SELLADO

1. GENERALIDADES

En este Anejo se analizan los aspectos geológicos y geotécnicos básicos relacionados con el comportamiento de los materiales en los taludes que deberán realizarse para acondicionar el vertedero en su geometría definitiva, frente al deslizamiento.

Las secciones tipo estudiadas son las más desfavorables, coincidentes con el talud de mayor altura de todos los posibles tanto en el talud norte como en el talud sur. Por tanto, si las secciones estudiadas, las más desfavorable y mayor altura, cumplen los criterios de estabilidad establecidos, podremos concluir la viabilidad del resto de taludes de explotación a alturas inferiores a la estudiada.

Se analizará la estabilidad del frente de vertido una vez llenado hasta su cota máxima, en dicho frente, es decir, un talud general dividido en bermas de 6 m de anchura, cada 8 m de altura, entre taludes de pendiente 2,5H/1V, lo que conforma una pendiente envolvente de 3H/1V.

El estudio de estabilidad se ha realizado a partir de la aplicación informática SLIDE 6.005, software para el análisis de la estabilidad de taludes que proporciona el factor de seguridad más bajo de los depósitos de residuos, es decir, el factor de seguridad de la rotura menos estable y por tanto de la rotura más probable, empleando para ello el método de Bishop para el caso que nos ocupa.

Estableciendo las condiciones de equilibrio límite, SLIDE ofrece la posibilidad de modelizar distintos tipos de suelos y materiales, empleando parámetros determinísticos o probabilísticos de entrada.

El programa realiza el cálculo mediante análisis probabilístico, permitiendo asignar distribuciones estadísticas a casi todos los parámetros de entrada, incluyendo las propiedades de los materiales, cargas, y nivel freático, La probabilidad de fallo es calculada y proporciona una medida objetiva del riesgo de fallo asociados con el talud de diseño. La sensibilidad del análisis permite determinar el efecto de variables individuales en el factor de seguridad del talud.

Se recuerda que el análisis se efectúa en términos de tensiones totales, por lo que, a lo largo de la superficie de deslizamiento actúan empujes hidráulicos en dirección normal hacia ella, y el peso de las rocas está formado por el peso de volumen saturado de la parte sumergida, mientras que se desprecian los empujes causados por el movimiento de filtración del agua.

Se observa también que se presupone la simulación de superficies de deslizamiento con el fin de garantizar la presencia únicamente de componentes positivos (compresión) en las fuerzas intercambiadas entre las rocas, por lo que se aconseja no utilizar superficies de deslizamiento con concavidades dirigidas hacia abajo, que puedan tal vez generar componentes negativos.

2. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Las características de los materiales que componen las secciones de cálculo se han estimado en base a la experiencia en proyectos similares.

a) Parámetros geotécnicos para el terreno de base

Los datos de cohesión como el ángulo de rozamiento interno del terreno natural se han tomado del Estudio Geológico y Geotécnico realizado en el Proyecto de Apertura de la Fase IV y Sellado de la Fase III.

Para arcillas blandas, se estima que para una densidad natural de 1,85 g/cm^3, índice de plasticidad 19 %, y el valor medio de ángulo de rozamiento interno de las peñuelas, □=29º, el valor de cu, varía entre 0,67 y 1,21 kp/cm^2

Por tanto, adoptamos los siguientes parámetros geotécnicos para el terreno natural en el viario perimetral

Peso específico	γ= 18,50 kN/m^3
Cohesión	c= 65,0 kN/m^2
Ángulo de rozamiento interno	ϕ= 29º

b) Terraplén del recrecido del viario

El relleno para el terraplén del recrecido del viario será un material de préstamo que reúna las condiciones geotécnicas de un suelo adecuado según la clasificación del artículo 330 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales de Obras de Carreteras y Puentes (PG-3).

Peso específico	γ= 15,00-18,50 kN/m^3
Cohesión	c$\geq$ 10,0 kN/m^2
Ángulo de rozamiento interno	$\phi\geq$ 30º

c) Material para impermeabilización. Modelización de geosintéticos:

La modelización de los geosintéticos se ha realizado en el programa Slide, como una superficie de deslizamiento. Las características geotécnicas que se han adoptado, suponen una adherencia por rozamiento entre el paquete de geosintéticos y las capas granulares adyacentes de 5 KPa (que se traduce en una cohesión de 5 KN/m²), y un ángulo de rozamiento de 21° correspondiente a la situación más desfavorable del ángulo de rozamiento entre el geotextil de los geocompuestos drennates y la lámina texturizada según los valores especificados en la tabla 2 de la norma UNE 104425.

Densidad aparente... $\gamma_{aparente}$ = 10 KN/m³
Cohesión .... c= 5 KN/m²
Ángulo de rozamiento interno .... ϕ= 21 º

d) Masa de residuos:

Cuya densidad estimada considerando las tierras de cubrición de residuos (17%) es de aproximadamente 10,0 KN/m³, según la siguiente expresión

$$\gamma_{med}=\frac{\gamma_{res}+p_{cubr}\times\gamma_{cub}}{1+p_{cubr}}=\frac{8{,}50+0{,}17\times18{,}50}{1+0{,}17}=9{,}95\frac{KN}{m^3}\approx10{,}0\ KN/m^3$$

A continuación, se representan datos de parámetros resistentes en residuos recopilados de la bibliografía especializada (Hernández Sánchez, 2002):

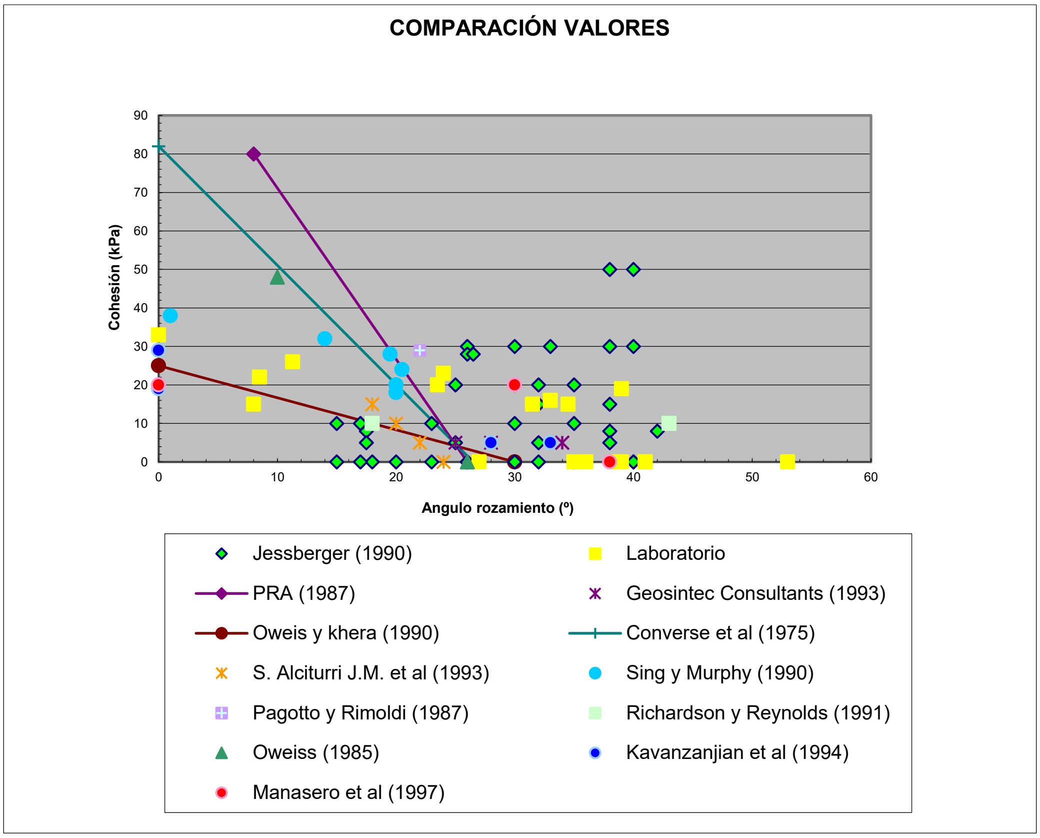


Fig 1: Comparación valores de ensayos in situ y de laboratorio sobre residuos (Hernández Sánchez, 2002)

Kavazanjian et al (1994) a partir de los datos relativos al análisis a posteriori de cuatro vertederos en E.E.U.U., junto con datos de laboratorio y campo de otros autores, proponen un criterio de rotura de la siguiente forma:

Para σ_n <30 kPa: Parámetros mínimos razonables: ϕ = 0º y c = 19 kPa
Estimación óptima: ϕ = 0º y c = 29 kPa

Para σ_n >30 kPa: Parámetros mínimos razonables: ϕ = 28º y c = 5 kPa
Estimación óptima: ϕ = 33º y c = 5 kPa

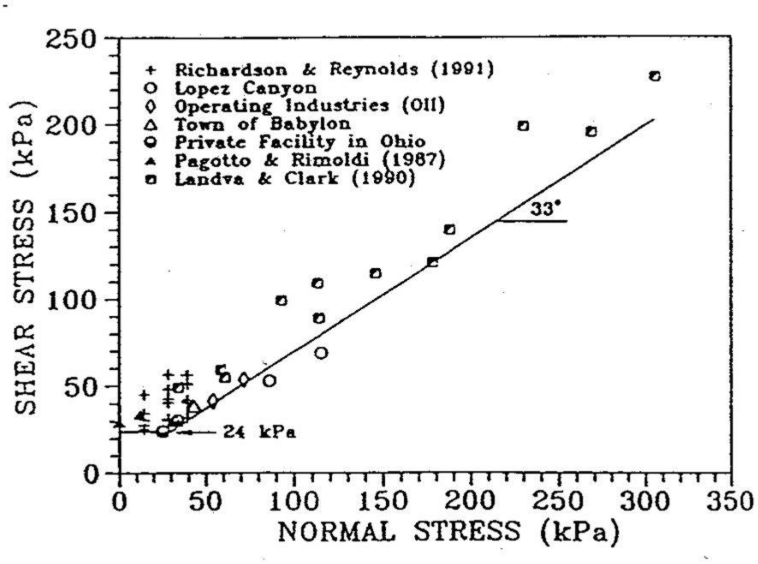


Fig 2: Criterio de rotura para residuos, Kavazanjian et al (1994)

Otro criterio significativo es el desarrollado por Sánchez y Alciturri et al (1993), dentro del equipo de investigadores de la Universidad de Cantabria que han realizado los estudios en el vertedero de El Meruelo. Estos autores en base a las recopilaciones, junto con los datos de su análisis de estabilidad del dicho vertedero, elaboran la siguiente gráfica:

Límite superior:	ϕ = 20º y c = 20 kPa
	ϕ = 26º y c = 0 kPa
Límite inferior:	ϕ = 22º y c = 0 kPa
	ϕ = 16º y c = 10 kPa
Valor medio:	ϕ = 20º y c = 10 kPa

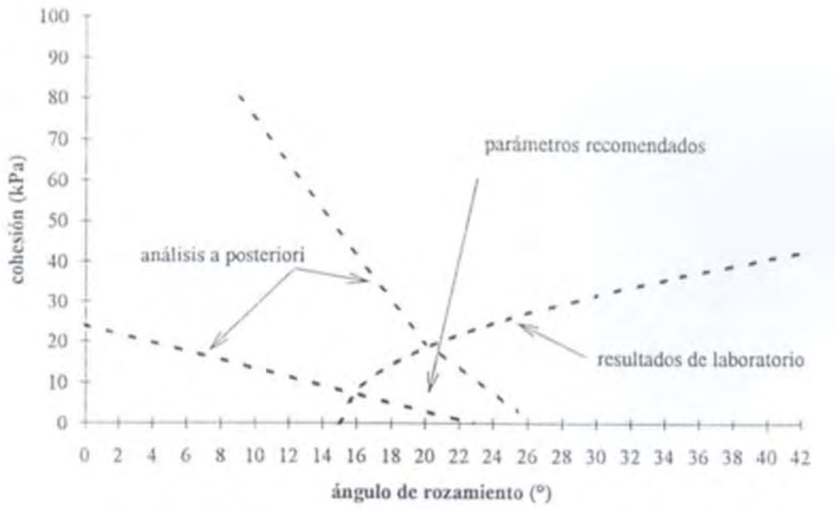


Fig 3: Criterio de rotura para residuos, Sánchez y Alciturri et al (1993)

A efectos de cálculo se considerará por tanto para la masa de residuos y material de cobertura de explotación:

Densidad seca .... γ_{seca} = 10,0 KN/m^3
Densidad saturada de lixiviados .... $\gamma_{saturada}$ = 13,0 KN/m^3
Cohesión .... c'= 10 KN/m^2
Ángulo de rozamiento .... ϕ= 20º

e) Gravas en capas de drenaje en coronación.

Densidad aparente .... $\gamma_{aparente}$ = 18 KN/m^3
Cohesión .... c= 0 KN/m^2
Ángulo de rozamiento interno .... ϕ= 35 º

f) Material de regularización de residuos y cobertura en el sellado del vertedero:

El material para la regularización de residuos y para la formación de la capa de cobertura para el sellado del vertedero, tendrán las características geotécnicas típicas que se vienen utilizando en proyectos similares de sellado de vertedero.

No obstante, a partir de estos datos medios, se realizará en el presente Anejo un estudio de sensibilidad del coeficiente de seguridad de la estabilidad frente a diferentes valores de los parámetros geotécnicos:

Densidad aparente .... $\gamma_{aparente}$ = 16,0 KN/m^3
Densidad saturada .... $\gamma_{saturada}$ = 20,0 KN/m^3
Cohesión .... c'= 20 KN/m^2
Ángulo de rozamiento .... ϕ= 25º

3. ESTUDIO DE LA ESTABILIDAD

3.1. GEOMETRÍA

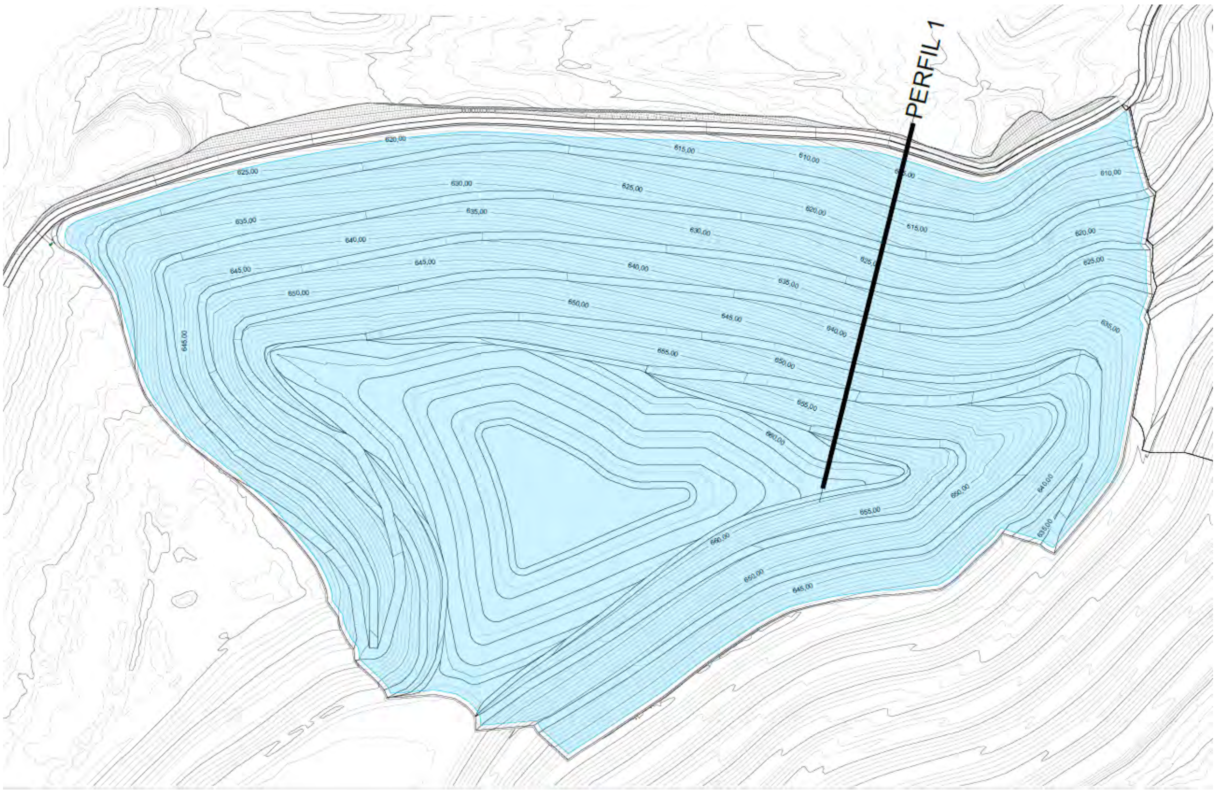
Aunque las superficies de rotura circulares son las más comunes, en este caso se emplearán superficies de desplazamiento no circulares.

El empleo de superficies no circulares de desplazamiento permite modelar las capas de geosintéticos, tanto de impermeabilización del fondo del vaso de cada una de las Fases, como de sellado.

La modelización se realizará de modo que por tanto la capa de geosintéticos representa una superficie de deslizamiento.

Se han estudiado la estabilidad de los taludes finales en residuos del vertedero en su geometría definitiva, es decir, al máximo de su capacidad de llenado, y una vez se hayan ejecutado las capas de sellado.

Se ha trazado el perfil para la modelización de modo que la diferencia entre la cota de llenado de residuos del recrecido en el lateral norte sea mayor. Este perfil se traza perpendicular al talud de explotación

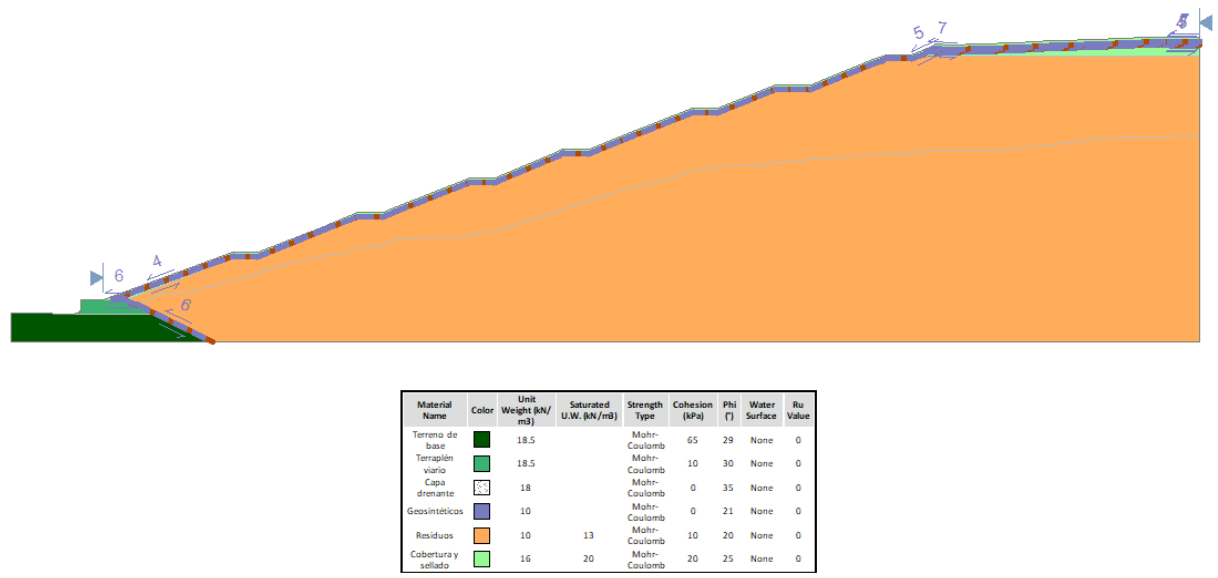

PERFIL 1
620,00
615,00
610,00
610,00
625,00
630,00
625,00
620,00
615,00
620,00
635,00
635,00
630,00
640,00
625,00
645,00
645,00
640,00
635,00
650,00
650,00
645,00
640,00
635,00
645,00
655,00
650,00
655,00
660,00
660,00
640,00
655,00
660,00
635,00
650,00
645,00

Para el perfil considerado se realizarán dos hipótesis diferentes de cálculo:

- Hipótesis 1: Se establece la superficie de deslizamiento por la capa de impermeabilización del sellado. De este modo se establece la estabilidad al deslizamiento del paquete de sellado sobre la capa geosintética de impermeabilización.

- Hipótesis 2: Se establece el cálculo mediante el coeficiente de seguridad mediante círculos de rotura en la masa de residuos. De este modo se establece la estabilidad global de la masa de residuos y tierras de regularización.

La modelización resultante y que será base para el cálculo de la estabilidad se adjunta en las siguientes imágenes, para cada una de las secciones consideradas, planteando un estudio de la estabilidad global tanto para la masa de residuos como para el contacto entre capa de sellado y material geosintético de impermeabilización.



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Saturated U.W. (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (°)	Water Surface	Ru Value
Terreno de base	■	18.5		Mohr-Coulomb	65	29	None	0
Terraplén viario	🟩	18.5		Mohr-Coulomb	10	30	None	0
Capa drenante	▨	18		Mohr-Coulomb	0	35	None	0
Geosintéticos	🟪	10		Mohr-Coulomb	0	21	None	0
Residuos	🟧	10	13	Mohr-Coulomb	10	20	None	0
Cobertura y sellado	🟩	16	20	Mohr-Coulomb	20	25	None	0

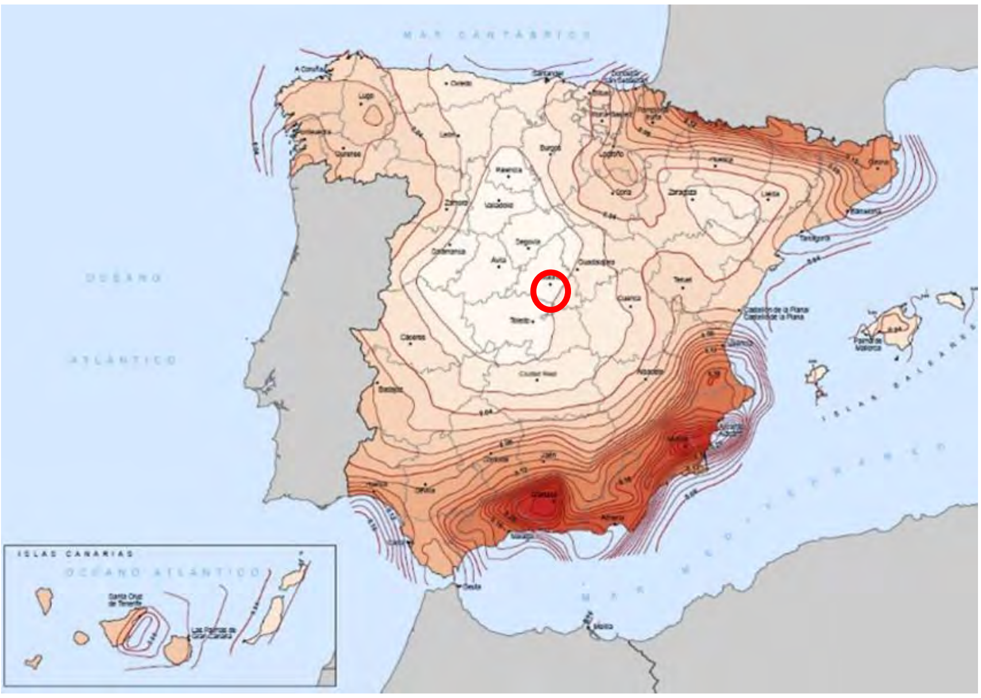
Fig 4: Perfil 1: Cota de máximo talud en el lateral norte

Con respecto a la colmatación de los residuos con los lixiviados o se ha considerado la hipótesis de explotación ordinaria en la que el nivel de lixiviados se encuentra por debajo de la cota del dique perimetral, considerando la densidad de los residuos igual a la densidad aparente (10 KN/m³), y la situación accidental en la que los residuos se encuentran colmatados de lixiviados, y la densidad a considerar en los residuos es igual a la densidad saturada (13 KN/m³).

Del mismo modo, también se puede considerar la saturación de las tierras de cobertura debido a las precipitaciones que se pudieran producir. En la situación ordinaria de explotación, en la cual el drenaje de escorrentías permita evacuar las precipitaciones caídas sobre la superficie sellada, se considerará la densidad de la tierra de cobertura igual a la densidad aparente (16 KN/m³). En la situación accidental en la cual las tierras de cobertura se colmaten con el agua de lluvia precipitado, la densidad a considerar en la tierra de cobertura será igual a la densidad saturada (20 KN/m³).

3.2. SISMO

Según el mapa de peligrosidad sísmica del Eurocódigo 8: Proyecto de estructuras sismorresistentes, a zona donde se ubica el Depósito Controlado se encuentra fuera de las zonas de riesgo y por tanto su efecto no debe ser tenido en cuenta.



4. RESUMEN DE LOS RESULTADOS DEL ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE TALUDES

Los resultados finales obtenidos en cada hipótesis, son los que a continuación se relacionan, quedando reflejados en los gráficos al final del capítulo.

En cuanto a los factores de seguridad a adoptar se adoptan los coeficientes de seguridad mínimos recomendados en la publicación “Recomendaciones para el establecimiento de criterios de ubicación, diseños y programas de vigilancia en vertederos” publicado en abril de 2023 por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico y que se recogen en la tabla siguiente:

RIESGO	VERTEDERO INERTES	VERTEDERO NO PELIGROSO	VERTEDERO PELIGROSO
BAJO	1,3	1,4	1,5
MEDIO	1,4	1,5	1,6
ALTO	1,5	1,6	1,8

En nuestro caso adoptaremos como factor de seguridad mínimo FS>1,50, para un vertedero de No Peligrosos de riesgo medio, para la situación ordinaria de explotación y drenaje.

En el escenario accidental de obturación de los sistemas de drenaje y colmatación de la masa de residuos o de la tierra de cobertura, se admite una reducción de 0,10 en el coeficiente de seguridad, por lo que se adopta FS<1,40 para la situación accidental.

Los cuadros siguientes muestran los coeficientes de seguridad mínimos para cada hipótesis de superficie de rotura y los compara con los mínimos prescritos:

Como se puede observar en cada uno de los cuadros, los coeficientes de seguridad obtenidos son en todos los casos superiores a los establecidos como mínimo para todas las hipótesis estudiadas. **Se puede concluir por tanto, el modelo de recrecido del Depósito Controlado es suficientemente estable frente al deslizamiento**

Hipótesis		Bishop	Factor de seguridad requerido
Situación ordinaria	Hipótesis 1: Deslizamiento de las capas de sellado por superficie de geosintéticos	1,555	1,50
	Hipótesis 2: Rotura Circular	1,545	
Situación accidental	Hipótesis 1: Deslizamiento de las capas de sellado por superficie de geosintéticos	1,458	1,40
	Hipótesis 2: Rotura Circular	1,489	

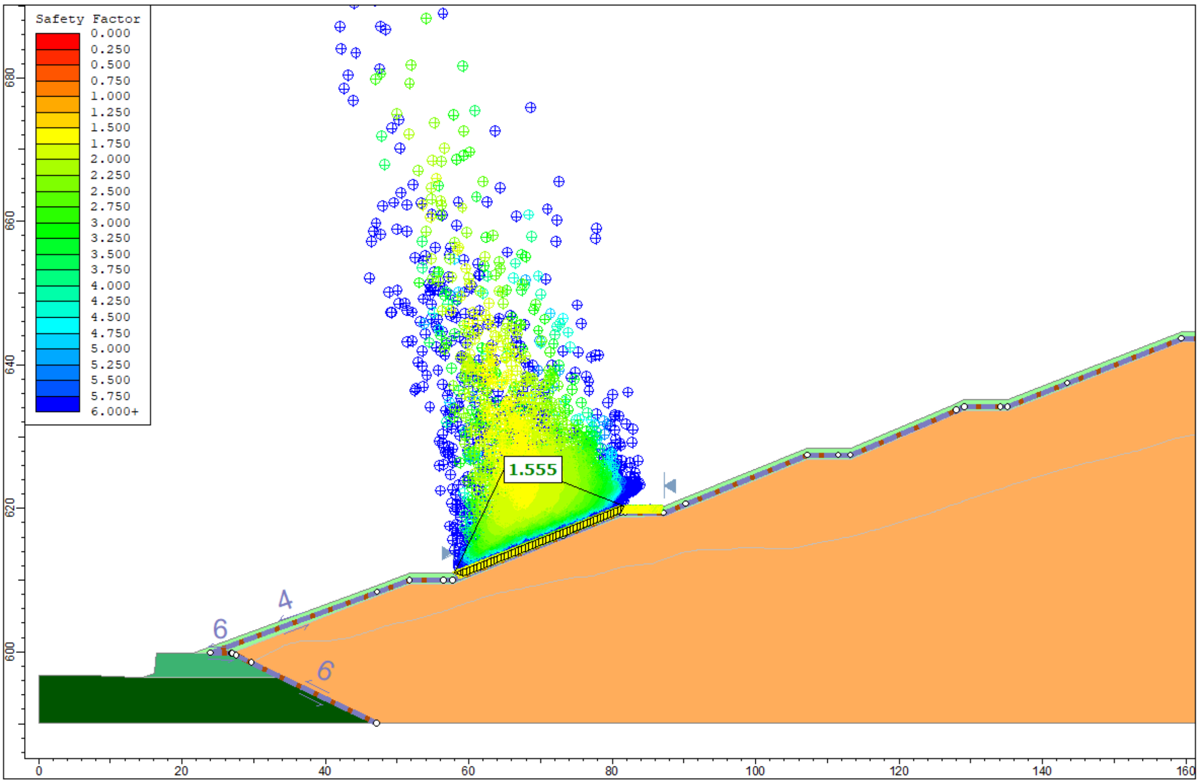


Fig 5: Superficies de deslizamiento más desfavorables según capa de geosintéticos del sellado según método de Bishop para la situación ordinaria

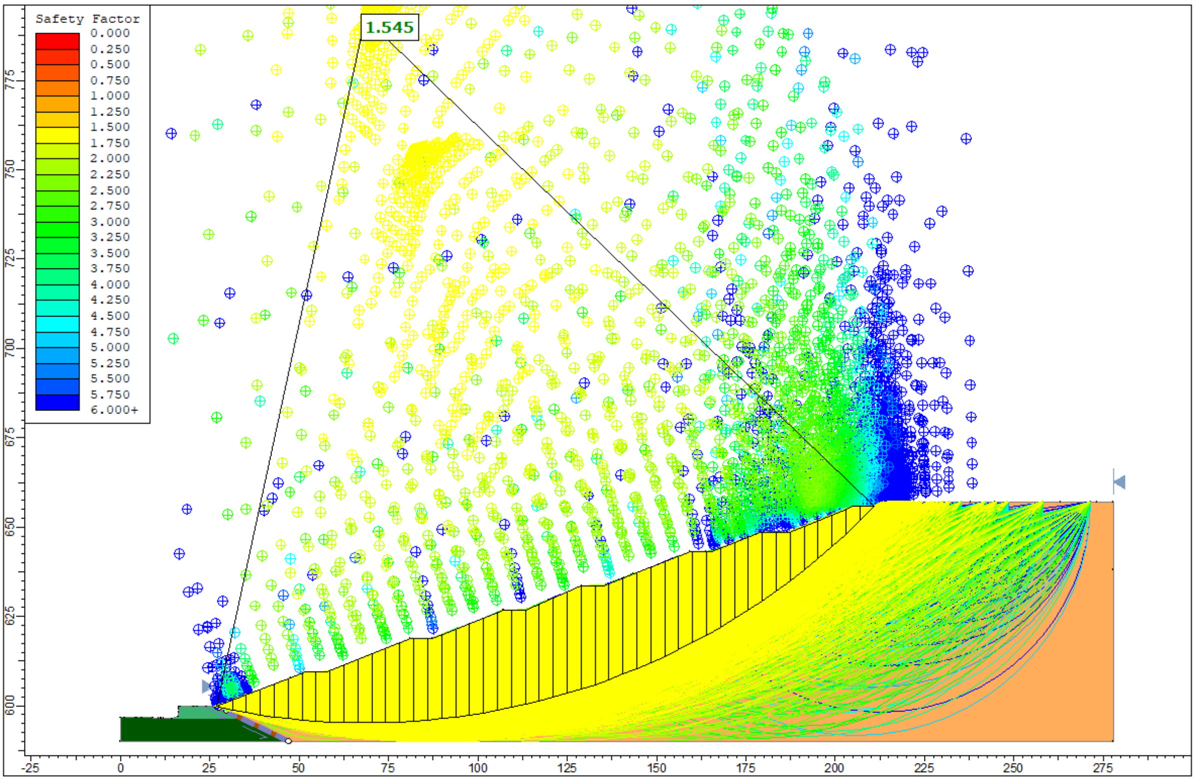


Fig 6: Círculos de deslizamiento más desfavorables según método de Bishop para la situación ordinaria

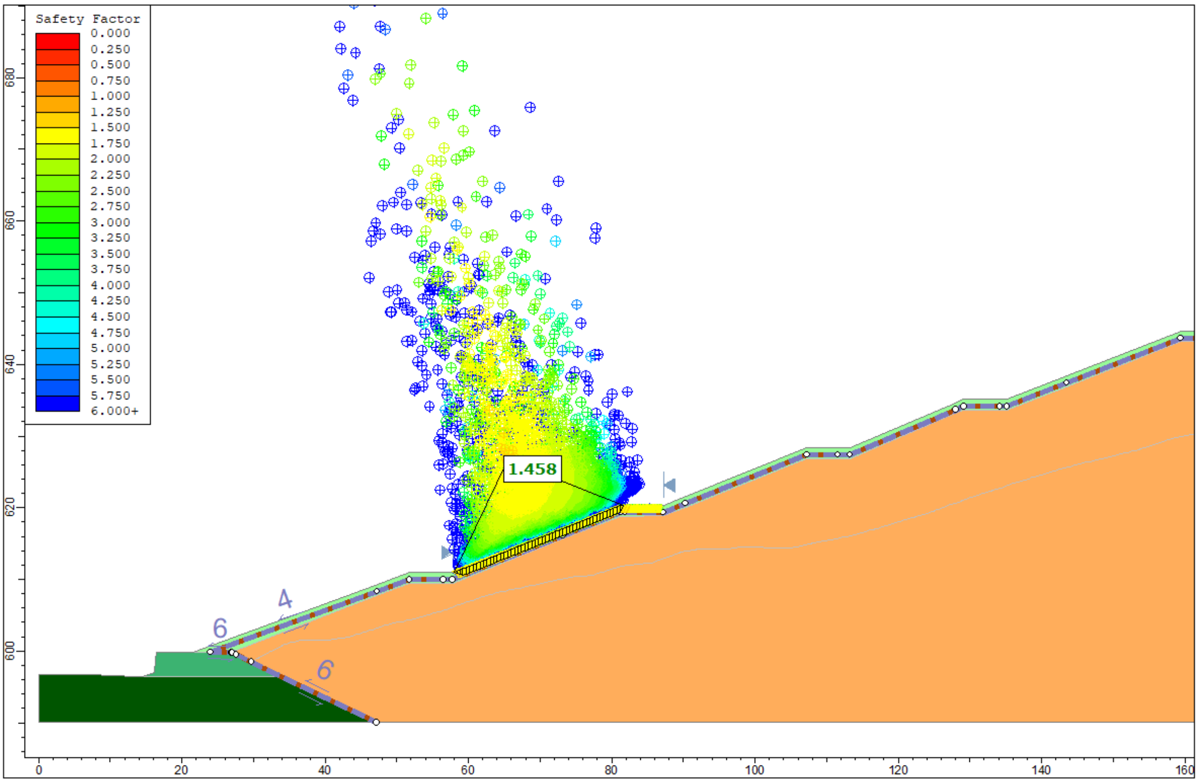


Fig 7: Superficies de deslizamiento más desfavorables según capa de geosintéticos del sellado según método de Bishop para la situación accidental

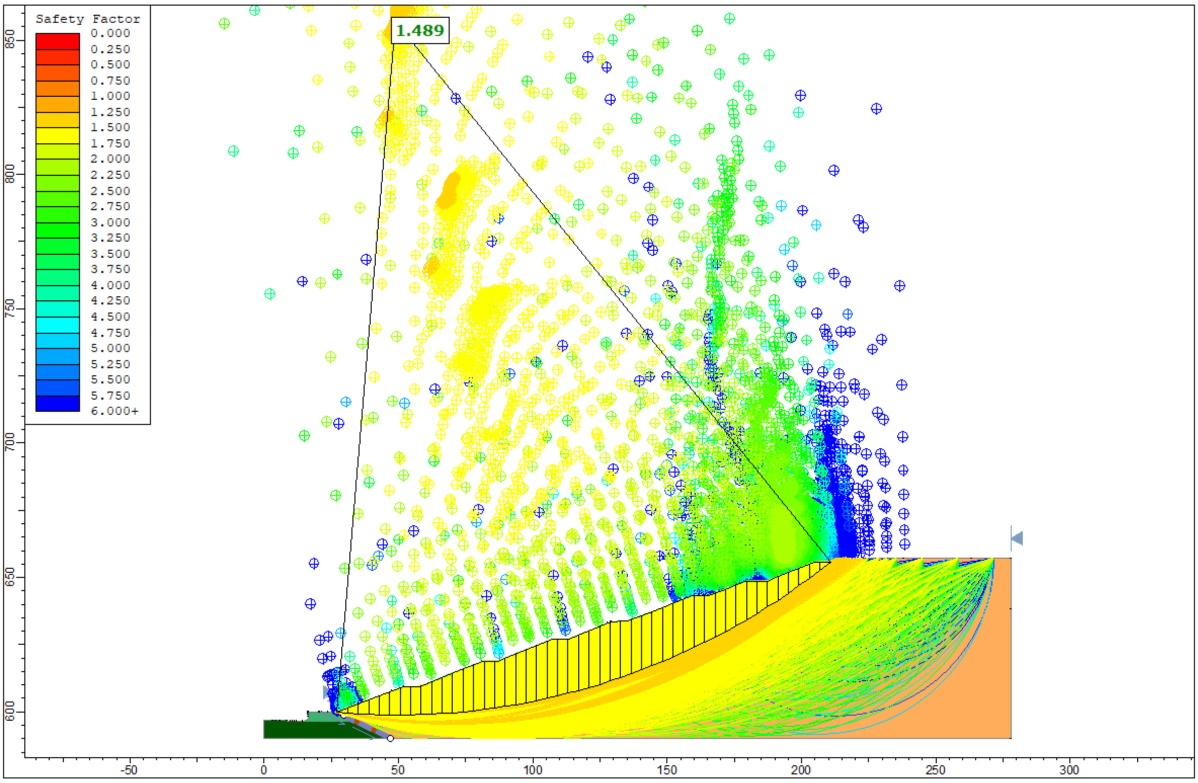


Fig 8: Círculos de deslizamiento más desfavorables según método de Bishop para la situación accidental

5. ESTUDIO DE SENSIBILIDAD DE LOS PARÁMETROS GEOTÉCNICOS DE LA TIERRA DE COBERTURA

5.1. RESULTADOS GRÁFICOS DEL ESTUDIO DE SENSIBILIDAD DE TIERRAS DE COBERTURA

En el presente apartado se realiza un estudio de sensibilidad de la estabilidad a largo plazo de la capa de cobertura del sellado, mediante la variación de los tres parámetros geotécnicos más característicos como son la densidad, la cohesión y el ángulo de rozamiento interno. Se realizarán diferentes tanteos en el estudio de estabilidad para la hipótesis 1 de deslizamiento sobre la capa de geosínteticos del sellado.

Con el objeto de poder representar la variabilidad de los parámetros geotécnicos del material de cobertura, y poder establecer unos intervalos de criterios de aceptación de esta cobertura, se han realizado tres estudios de sensibilidad para diferentes densidades del material de cobertura, variando los datos de cohesión (entre 10 y 30 KN/m²) y los valores del ángulo de rozamiento (entre 15º y 35º).

En los gráficos siguientes se detallan los valores obtenidos tras el estudio de sensibilidad, para una densidad aparente de tierras de 16,00 KN/m³, para una densidad aparente de 18,00 KN/m³, para una densidad aparente de 20,00 KN/m³ y para una densidad aparente máxima de 22,00 KN/m³.

Los valores de la densidad saturada, en la situación accidental, para cada una de las densidades aparentes se incrementará en 4 KN/m³, suponiendo que para una porosidad del 40 % todos los huecos se encuentran saturados de agua.

Por ello, una densidad aparente de 16,00 KN/m³ equivale a una densidad saturada de 20,00 KN/m³, una densidad aparente de 18,00 KN/m³ equivaldría a 22,00 KN/m³, y similarmente para las densidades aparentes de 20,00 KN/m³ y 22,00 KN/m³, y sus equivalente densidades saturadas de 24,00 KN/m³ y 26,00 KN/m³ respectivamente.

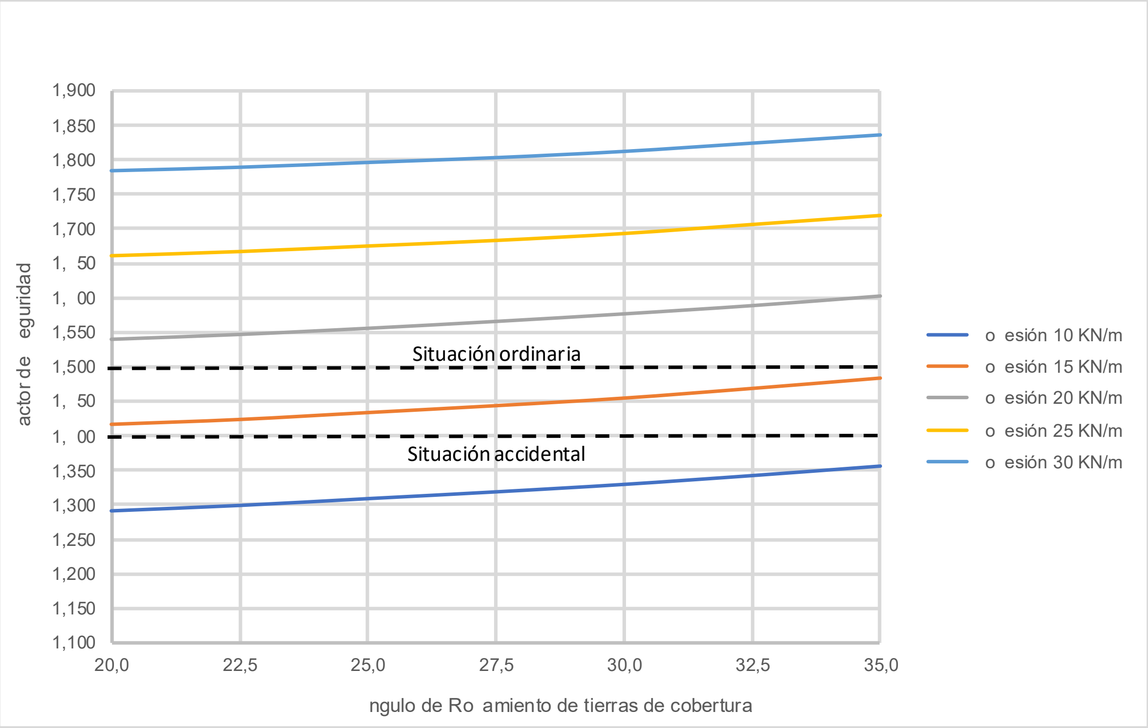


Fig 9: Gráfico de estudio de sensibilidad del ángulo de rozamiento y de la cohesión de la tierra de cobertura con un valor de densidad de 16,00 KN/m³

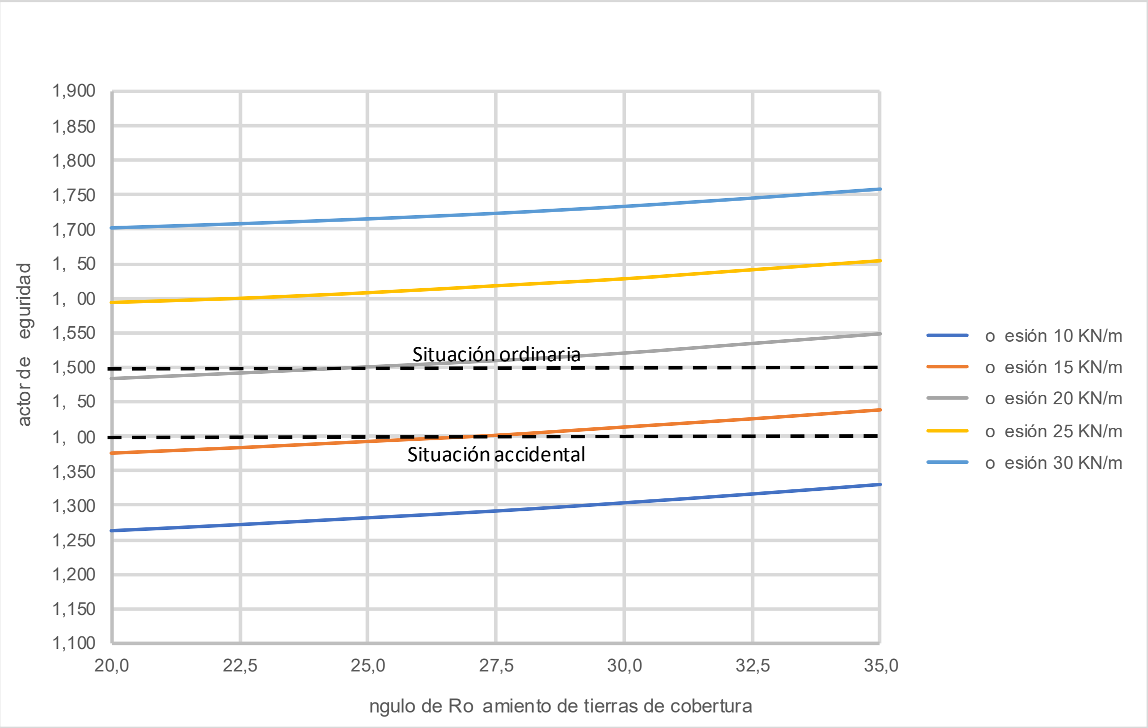


Fig 10: Gráfico de estudio de sensibilidad del ángulo de rozamiento y de la cohesión de la tierra de cobertura con un valor de densidad de 18,00 KN/m³

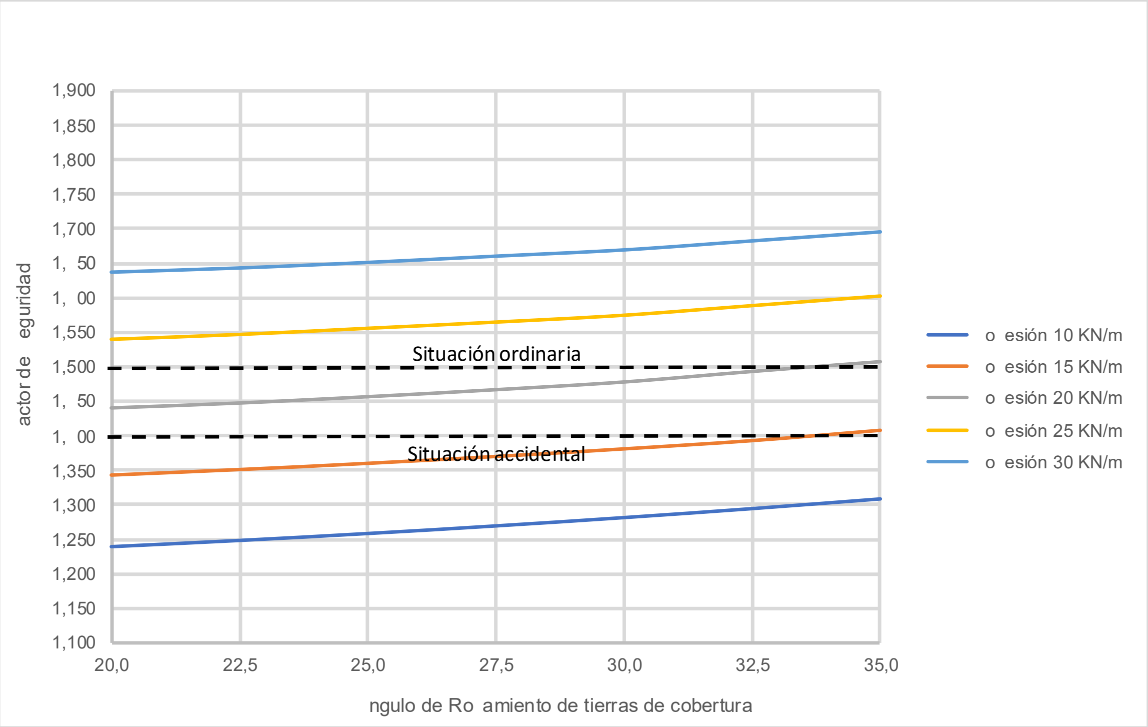


Fig 11: Gráfico de estudio de sensibilidad del ángulo de rozamiento y de la cohesión de la tierra de cobertura con un valor de densidad de 20,00 KN/m³

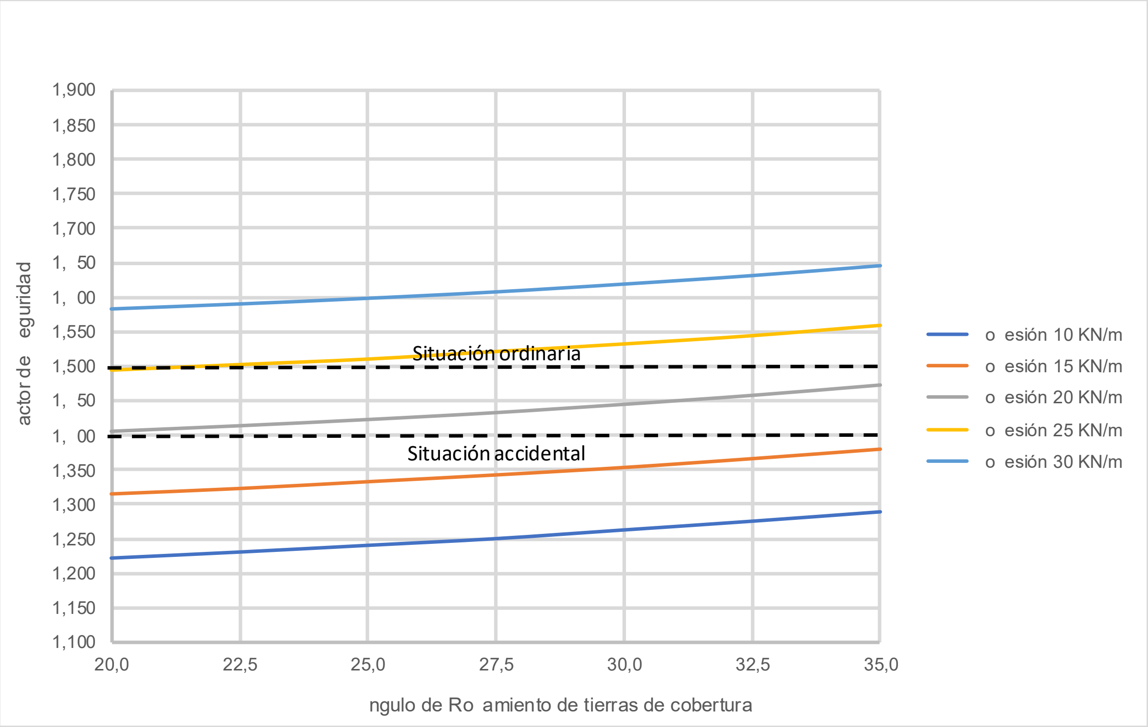


Fig 12: Gráfico de estudio de sensibilidad del ángulo de rozamiento y de la cohesión de la tierra de cobertura con un valor de densidad de 22,00 KN/m³

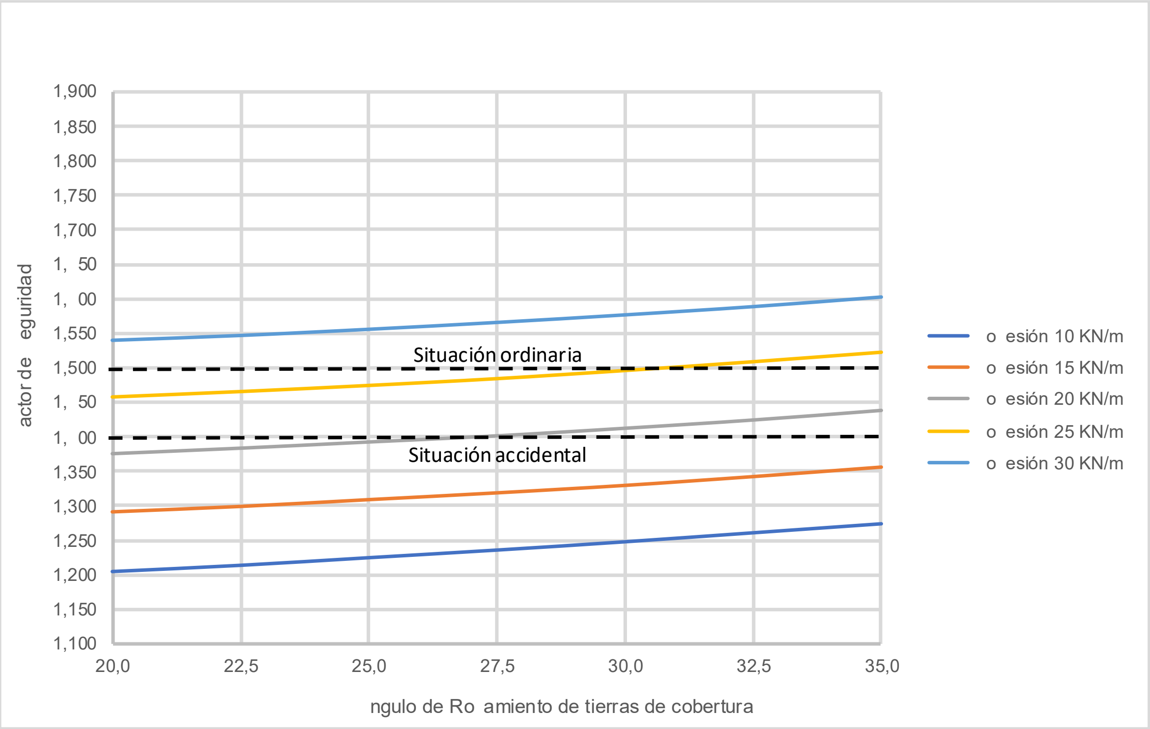


Fig 13: Gráfico de estudio de sensibilidad del ángulo de rozamiento y de la cohesión de la tierra de cobertura con un valor de densidad de 24,00 KN/m³

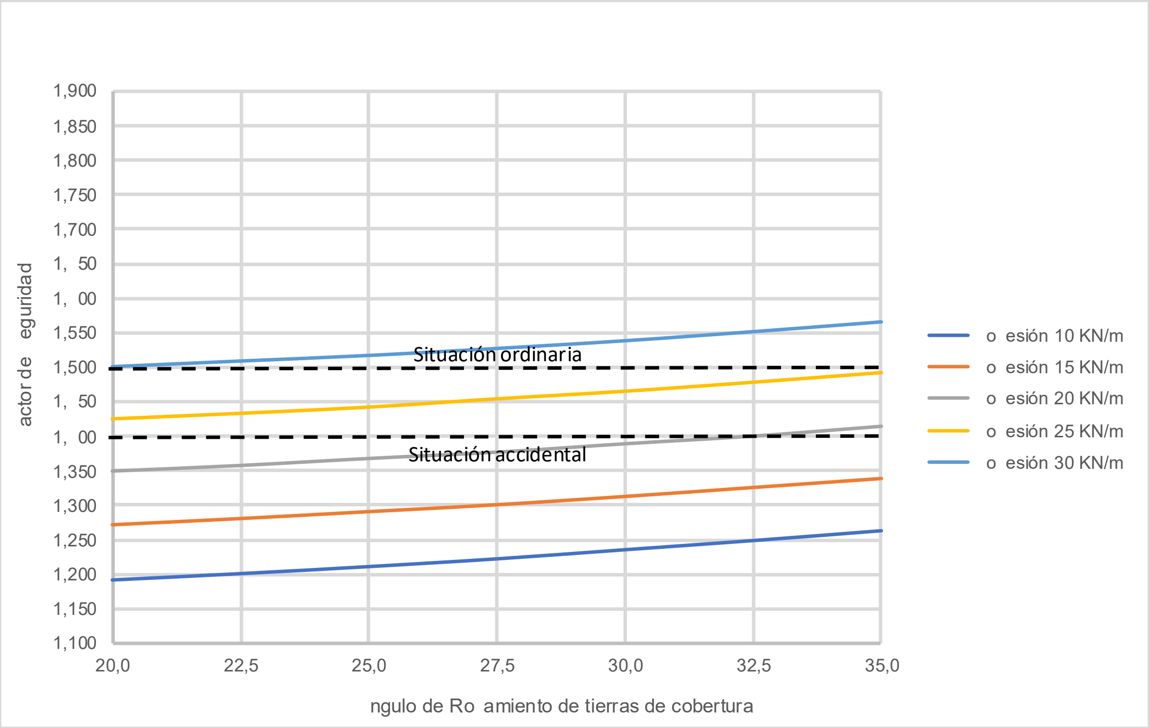


Fig 14: Gráfico de estudio de sensibilidad del ángulo de rozamiento y de la cohesión de la tierra de cobertura con un valor de densidad de 26,00 KN/m³

1 De los gráficos anteriores se puede apreciar que para **densidades aparentes de la tierra de cobertura inferiores o iguales a 16 KN/m³** se obtienen un coeficiente de seguridad a largo plazo mayor de 1,50 para los siguientes parámetros combinados de cohesión y ángulos de rozamiento.

- Para valores de cohesión inferiores a 20 KN/m² ....No se alcanza el valor de 1,50
- Para valores de cohesión ≥20 KN/m² ....Ángulo de rozamiento ≥20,0º

Suponiendo una densidad saturada de 20 KN/m³, para la situación accidental de fallo en el drenaje y saturación de la capa de cobertura, se debe garantizar un coeficiente de seguridad superior a 1,40.

- Para cohesión ≥20 KN/m² y ángulo de rozamiento ≥20,0º ....FS min= 1,441

2 **Para densidades de la tierra de cobertura entre 16 y 18 KN/m³** se obtienen un coeficiente de seguridad a largo plazo mayor de 1,50 para los siguientes parámetros combinados de cohesión y ángulos de rozamiento

- Para valores de cohesión inferiores a 20 KN/m² ....No se alcanza el valor de 1,50
- Para valores de cohesión entre 20 y 25 KN/m² ....Ángulo de rozamiento ≥25,0º
- Para valores de cohesión ≥25 KN/m².............................Ángulo de rozamiento ≥20,0º

Suponiendo una densidad saturada de 22 KN/m³se debe garantizar un coeficiente de seguridad superior a 1,40.

- Para cohesión ≥20 KN/m² y ángulo de rozamiento ≥25,0º ....FS min= 1,422
- Para cohesión ≥25 KN/m² y ángulo de rozamiento ≥20,0º ....FS min= 1,494

3 **Para densidades de la tierra de cobertura entre 18 y 20 KN/m³** se obtienen un coeficiente de seguridad a largo plazo mayor de 1,50 para los siguientes parámetros combinados de cohesión y ángulos de rozamiento

- Para valores de cohesión inferiores a 25 KN/m² ....No se alcanza el valor de 1,50
- Para valores de cohesión ≥25 KN/m².............................Ángulo de rozamiento ≥20,0º

Para una densidad saturada de 24 KN/m³, para la situación accidental se garantiza un coeficiente de seguridad superior a 1,40.

- Para cohesión ≥25 KN/m² y ángulo de rozamiento ≥20,0º ....FS min= 1,457

4. **Para densidades de la tierra de cobertura entre 20 y 22 KN/m³** se obtienen un coeficiente de seguridad a largo plazo mayor de 1,50 para los siguientes parámetros combinados de cohesión y ángulos de rozamiento

   - Para valores de cohesión inferiores a 25 KN/m² ....No se alcanza el valor de 1,50
   - Para valores de cohesión ≥25 KN/m²............................. Ángulo de rozamiento ≥20,0º

   Para una densidad saturada de 26 KN/m³, para la situación accidental se garantiza un coeficiente de seguridad superior a 1,40.

   - Para cohesión ≥25 KN/m² y ángulo de rozamiento ≥20,0º ....FS min= 1,425

5.2. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE ESTABILIDAD

Por tanto, tras el estudio de sensibilidad, se determinan las características geotécnicas que se deben exigir al material de cobertura de modo que se pueda garantizar un coeficiente de estabilidad mayor de 1,50, habiendo comprobado que con dichos parámetros geotécnicos siempre se obtiene un factor de seguridad superior a 1,40 para la situación accidental de saturación de las tierras de cobertura.

- Si la densidad del material de cobertura es inferior a 16 KN/m³
  - Para valores de cohesión inferiores a 20 KN/m² .... No se acepta
  - Para valores de cohesión ≥20 KN/m²............................. Ángulo de rozamiento ≥20,0º

- Si la densidad está comprendida entre 16 y 18 KN/m³
  - Para valores de cohesión inferiores a 20 KN/m² .... No se acepta
  - Para valores de cohesión entre 20 y 25 KN/m² .... Ángulo de rozamiento ≥25,0º
  - Para valores de cohesión ≥25 KN/m²............................. Ángulo de rozamiento ≥20,0º

- Si la densidad está comprendida entre 18 y 22 KN/m³
  - Para valores de cohesión inferiores a 25 KN/m² .... No se acepta
  - Para valores de cohesión ≥25 KN/m²............................. Ángulo de rozamiento ≥20,0º

No se aceptarán densidades aparentes de tierras una vez colocadas y compactadas superiores a 22 KN/m³, con el objeto de garantizar la estabilidad del paquete de cobertura.

ANEJO Nº 2: RECRECIDO DE VIARIO

ANEJO Nº2: RECRECIDO DEL VIARIO

1. OBJETO **2**

2. NORMATIVA APLICABLE **3**

3. CÁLCULOS DE ESTABILIDAD DE LOS TALUDES Y ESCOLLERA PARA EL RECRECIDO DEL VIARIO **4**

- **3.1. PARÁMETROS RESISTENTES.** **4**
  - 3.1.1. Parámetros geotécnicos para el terreno de base 4
  - 3.1.2. Parámetros geotécnicos para el material del terraplén 4
  - 3.1.3. Parámetros geotécnicos de la escollera 5
  - 3.1.4. Parámetros geotécnicos de los residuos y sellado 8
- **3.2. SISMO** **9**
- **3.3. ACCIONES CONSIDERADAS SOBRE LA CORONACIÓN** **10**

4. ESTUDIO DE LA ESTABILIDAD DE LOS TALUDES **10**

5. DIMENSIONAMIENTO DEL MURO DE ESCOLLERA DE PIE DE TALUD **12**

- **5.1. INTRODUCCIÓN** **12**
- **5.2. CÁLCULO DE ESTABILIDAD LOCAL DEL MURO DE ESCOLLERA.** **14**
- **5.3. CÁLCULO DE ESTABILIDAD GLOBAL DEL MURO DE ESCOLLERA Y RELLENO.** **17**
- **5.4. COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD FRENTE AL DESLIZAMIENTO Y AL HUNDIMIENTO** **18**
  - 5.4.1. Cálculo de las acciones sobre la escollera 19
  - 5.4.2. Estabilidad frente al deslizamiento 21
  - 5.4.3. Estabilidad frente al hundimiento 22
  - 5.4.4. Conclusiones 24

6. CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO DE SECCIÓN DE FIRME **25**

- **6.1. TRÁFICO** **25**
- **6.2. ESPESOR TEÓRICO DEL FIRME** **26**
  - 6.2.1. TIPO DE EXPLANADA 26
  - 6.2.2. ESPESOR DE FIRME 26

7. BARRERAS DE SEGURIDAD **28**

- **7.1. CRITERIOS DE INSTALACIÓN SEGÚN ORDEN CIRCULAR 28/2009.** **28**
- **7.2. CRITERIOS DE ACTUACIÓN Y PROPUESTAS DE INSTALACIÓN DE BARRERA METÁLICA.** **29**
- **7.3. DESCRIPCIÓN DE LAS BARRERAS.** **31**

ANEJO Nº2: RECRECIDO DEL VIARIO

1. OBJETO

El presente anejo tiene por objeto la verificación de la estabilidad de la explanada y los taludes generados para el recrecimiento del viario norte de la Fase II que permitan realizar la ampliación del Depósito Controlado desarrollada en el presente Proyecto.

La sección tipo del viario estudiada es la más desfavorable. Coincide con el talud de mayor altura de todos los posibles. Por tanto, si la sección estudiada, la más desfavorable y mayor altura, cumple los criterios de estabilidad establecidos, podremos concluir la viabilidad del resto de taludes de la explanada del recrecimiento del viario.

El estudio de estabilidad se realiza a partir de la aplicación informática SLIDE 6.005, software para el análisis de la estabilidad de taludes que proporciona el factor de seguridad más bajo de los depósitos de residuos, es decir, el factor de seguridad de la rotura menos estable y por tanto de la rotura más probable, empleando para ello el método de Bishop, para el caso que nos ocupa.

Estableciendo las condiciones de equilibrio límite, SLIDE ofrece la posibilidad de modelizar distintos tipos de suelos y materiales, empleando parámetros determinísticos o probabilísticos de entrada.

En el trazado del viario, se aprecia un tramo entre el pk 0+250 y pk 0+570 paralelo a una línea eléctrica aérea. Para evitar la afección del derrame de los taludes a los postes eléctricos y la elevación del terreno bajo la línea eléctrica que disminuyera la altura libre bajo los conductores, se ha proyectado una escollera en el pie de talud en este tramo, permitiendo de ese modo aumentar la inclinación del talud y reduciendo la superficie ocupada.

Se realizará, por tanto, dentro del presente Anejo, la comprobación estructural y de estabilidad, de esta escollera de contención del terraplén en el pie del talud.

Comprobada la estabilidad de la explanada del viario perimetral, en el presente Anejo también se detalla la sección tipo del firme del viario perimetral con el fin poder segur dando servicio a los vasos de depósito de residuos. Puesto que es una zona en la que se prevé un tráfico importante de vehículos, se propone el reasfaltado de todo este camino perimetral.

En la zona de tránsito de vehículos pesados para la descarga de residuos, la previsión de circulación de camiones es grande y por ello será de aplicación la Norma 6.1 IC de Secciones de Firme, de la Instrucción de Carreteras, en la cual se desarrolla el tipo necesario para diferentes tipos de explanada y tipo de tráfico.

Finalmente, en el presente Anejo se definen y justifican las barreras metálicas de contención del lateral exterior del vial conforme a las normativas actuales, para permitir la protección necesaria y garantizar una conducción segura de los camiones de transporte de residuos hacia el depósito.

Una parte importante de la seguridad que se le ofrece al conductor reside en las instalaciones de protección como dispositivos que, en caso de accidente, impidan al vehículo salirse de la carretera y le ayuden a reducir las consecuencias nocivas de esta situación.

En este apartado se describen y justifican los dispositivos adoptados para esta finalidad en diversas partes de la obra proyectada.

Las defensas que se ha previsto disponer en los diferentes puntos objeto de este proyecto son barreras metálicas simples tipo BMSNA4/T.

2. NORMATIVA APLICABLE

La normativa de referencia aplicada para la elaboración del presente anejo es la que se muestra a continuación:

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Documento básico SE-C. Seguridad estructural. Cimientos.
- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.
- Guía para el proyecto y la ejecución de muros de escollera en obras de carretera (año 2006) del Ministerio de Fomento.
- Guía de cimentaciones en obras de carretera (año 2009) del Ministerio de Fomento.
- Orden FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la norma 6.1-IC "Secciones de firme", de la Instrucción de Carreteras.
- Orden Circular 28/2009 de Criterios de aplicación de barreras de seguridad metálicas.
- Orden Circular 23/2008 sobre criterios de aplicación de pretiles metálicos en carreteras.

3. CÁLCULOS DE ESTABILIDAD DE LOS TALUDES Y ESCOLLERA PARA EL RECRECIDO DEL VIARIO

3.1. PARÁMETROS RESISTENTES.

3.1.1. Parámetros geotécnicos para el terreno de base

Los datos de cohesión como el ángulo de rozamiento interno del terreno natural se han tomado del Estudio Geológico y Geotécnico realizado en el Proyecto de Apertura de la Fase IV y Sellado de la Fase III.

Para arcillas blandas, se estima que para una densidad natural de 1,85 g/cm³, índice de plasticidad 19 %, y el valor medio de ángulo de rozamiento interno de las peñuelas, ϕ=29º, el valor de c_u, varía entre 0,67 y 1,21 kp/cm²

Por tanto, adoptamos los siguientes parámetros geotécnicos para el terreno natural en el viario perimetral

- Peso específico .... γ= 18,50 kN/m³
- Cohesión .... c= 65,0 kN/m²
- Ángulo de rozamiento interno .... ϕ= 29º

3.1.2. Parámetros geotécnicos para el material del terraplén

El relleno para el terraplén del recrecido del viario será un material de préstamo que reúna las condiciones geotécnicas de un suelo adecuado según la clasificación del artículo 330 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales de Obras de Carreteras y Puentes (PG-3).

Se realizará una compactación del terraplén formado hasta un 90%. Los parámetros geotécnicos mínimos que se exigirán para el terraplén del viario perimetral son los siguientes:

- Peso específico .... γ= 15,00-18,50 kN/m³
- Cohesión .... c≥ 10,0 kN/m²
- Ángulo de rozamiento interno .... ϕ≥ 30º

El valor del peso específico adoptará valores de aproximadamente el 90% del peso específico del terreno natural. En el cálculo se utilizará el valor de 18,5 KN/m² al ser un parámetro más restrictivo en el cálculo de la estabilidad.

3.1.3. Parámetros geotécnicos de la escollera

Los datos de los parámetros geotécnicos utilizados para el material que forma parte de la escollera se determinan de manera teórica utilizando la metodología desarrollada en la "Guía para el proyecto y la ejecución de muros de escollera en obras de carretera".

3.1.3.1. Densidad

En los ensayos realizados para la Dirección General de Carreteras con rocas de pesos específicos secos entre 25 y 26 KN/m³, se han obtenido pesos específicos de la escollera colocada (considerando el índice de huecos) comprendidos entre 17 y 19 KN/m³.

Se adoptará a efectos de cálculo una densidad de la escollera de 19 KN/m³, que proporciona unos resultados más restrictivos en el cálculo de la estabilidad al deslizamiento por círculos de rotura. (para la comprobación al deslizamiento de la escollera se utilizará el valor de densidad de 17 KN/m³, puesto que es más restrictivo el valor de la densidad)

3.1.3.2. Ángulo de rozamiento interno

Para definir el ángulo de rozamiento interno de la escollera colocada, se recomienda partir de un ángulo de rozamiento básico y aplicar un ligero aumento asociado a las características específicas de la escollera colocada y una pequeña disminución en función de las tensiones normales a que esté sometida.

$$\phi=\phi_b+\Delta\phi_e-\Delta\phi_n$$

donde:

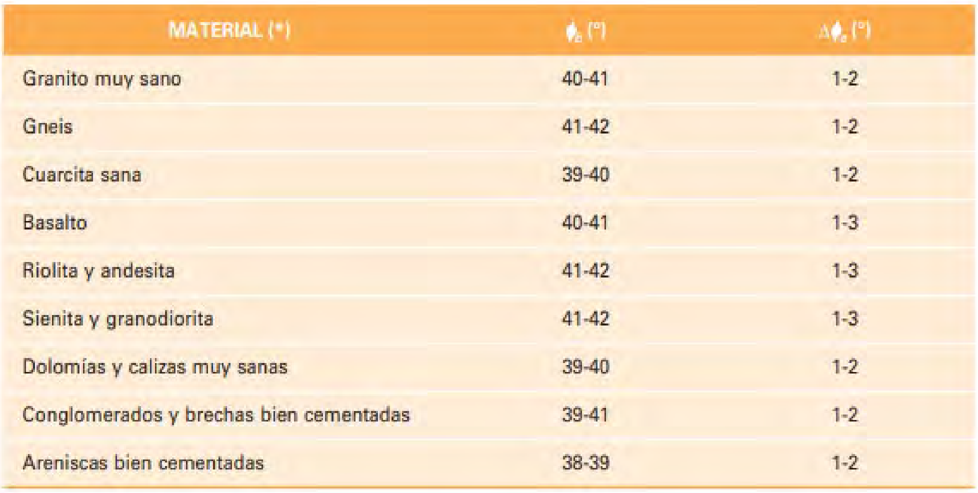
ϕ: Ángulo de rozamiento interno a considerar en el cálculo de la escollera colocada

ϕ_b: Ángulo de rozamiento básico

$\Delta\phi_e$: Incremento del ángulo de rozamiento interno según las características de ejecución

$\Delta\phi_n$: Disminución del ángulo de rozamiento interno en función de la magnitud de las tensiones normales

El ángulo de rozamiento básico para los bloques que se usan habitualmente en la formación de muros de escollera colocada y, en ausencia de datos más específicos, se pueden tomar como referencia para la determinación del ángulo de rozamiento básico, los valores que se indican en la tabla siguiente.



MATERIAL (*)	ϕ_b (º)	$\Delta\phi_e$ (º)
Granito muy sano	40-41	1-2
Gneis	41-42	1-2
Cuarcita sana	39-40	1-2
Basalto	40-41	1-3
Riolita y andesita	41-42	1-3
Sienita y granodiorita	41-42	1-3
Dolomías y calizas muy sanas	39-40	1-2
Conglomerados y brechas bien cementadas	39-41	1-2
Areniscas bien cementadas	38-39	1-2

Adoptamos los valores propios de la cuarcita, con el valor de ϕ_b= 39º quedando del lado de la seguridad.

El hecho de disponer la escollera colocada en lugar de vertida, implica un efecto de aumento de su ángulo de rozamiento interno.

Para que se pueda tener en consideración este aumento, se cumplen en la geometría de la escollera los siguientes aspectos:

- El paramento del intradós tiene una inclinación de 1H/3V
- La contrainclinación de las hiladas es de 3H/1V.
- La sección transversal cuenta con un canto mínimo de dos bloques y la anchura mínima en coronación es para todas las secciones mayor de dos metros.
- Los bloques se colocarán formando un entramado tridimensional que dote al conjunto de la máxima trabazón posible.

Con estos requisitos relativos a la ejecución, se podrá considerar un aumento del ángulo de rozamiento interno comprendido para las escolleras de calizas entre uno y dos grados según la tabla anterior.

Se adopta un incremento del ángulo de rozamiento $\Delta\phi_e$ de 1º quedando del lado de la seguridad.

El último sumando a considerar es la disminución del ángulo de rozamiento interno en función de la magnitud de las tensiones normales. Este valor se puede estimar según la expresión siguiente:

$$\Delta\phi_n=\phi_n \times \log_{10}\left(\frac{\sigma_n}{p_a}\right) \geq 0$$

donde:

$\Delta\phi_n$: Disminución del ángulo de rozamiento interno por efecto de la presión normal que, en ningún caso podrá resultar negativo.

ϕ_n: Coeficiente expresado en grados sexagesimales. Se adopta un valor mínimo $\phi_n \geq 7^\circ$

σ_n: Tensión normal máxima a que se encuentra sometida la sección más desfavorable. El empuje máximo en la base de la escollera debido a la sobrecarga en el trasdós y al empuje de tierras en el trasdós es de 41,96 KN/m²

p_a: Presión atmosférica, que se utiliza como referencia. En este caso $p_a = 100$ KN/m²

Sustituyendo los valores en la expresión anterior, se obtiene una disminución del ángulo de rozamiento de $\Delta\phi_n = 0{,}0$ º.

Por tanto, el ángulo de rozamiento interno a considerar en el cálculo de la escollera colocada será de $\phi=\phi_b+\Delta\phi_e-\Delta\phi_n=39^\circ+1^\circ-0^\circ=40^\circ$

3.1.3.3. Cohesión

Por la propia naturaleza del muro de escollera colocada, es muy difícil reproducir su comportamiento real mediante un modelo matemático de cálculo. En la literatura técnica se recogen propuestas de modelos de cálculo basados en el criterio de rotura de Mohr-Coulomb, considerando la escollera como un material no cohesivo (c = 0) y teniendo en cuenta únicamente la componente friccional de la resistencia, a través de un ángulo de rozamiento interno.

Hay que tener en cuenta, de todos modos, que las deficiencias teóricas del método hacen que su aplicación directa pueda dar lugar a algunos problemas prácticos que deberán corregirse para hacer viables los cálculos.

El principal problema es el de la imposibilidad teórica de construir un muro de escollera con un ángulo del paramento mayor que el ángulo de fricción interna ($\beta>\phi$).

En tal circunstancia, el cálculo, realizado a través del programa informático SLIDE puede indicar que la superficie de fallo con el coeficiente de seguridad menor, se produce a través del propio cuerpo del muro sin involucrar más elementos o terrenos, ya que dicho caso ($\beta>\phi$, c=0), implica necesariamente y por definición, su propia inestabilidad.

En la práctica no sucede así, pues según se ha puesto de manifiesto con anterioridad, existe una cierta trabazón entre bloques que algunos autores traducen en una cohesión ficticia

3.1.3.4. Conclusiones

Los parámetros geotécnicos de la escollera colocada se resumen a continuación.

- Peso específico .... γ= 19,00 kN/m³
- Cohesión .... c= 0,0 kN/m²
- Ángulo de rozamiento interno ....ϕ= 40º

3.1.4. Parámetros geotécnicos de los residuos y sellado

Con el fin de poder modelizar la situación más desfavorable, en la que actúan sobre el viario las sobrecargas debido al empuje de los residuos y del material del sellado de la Ampliación de la Fase II, se considerarán los siguientes parámetros geotécnicos determinados en el Anejo nº1 del presente Proyecto.

a) Material para impermeabilización. Modelización de geosintéticos:

La modelización de los geosintéticos se ha realizado en el programa Slide, como una superficie de deslizamiento. Las características geotécnicas que se han adoptado, suponen una adherencia por rozamiento entre el paquete de geosintéticos y las capas granulares adyacentes de 5 KPa (que se traduce en una cohesión de 5 KN/m²), y un ángulo de rozamiento de 21º correspondiente a la situación más desfavorable del ángulo de rozamiento entre el geotextil de los geocompuestos drennates y la lámina texturizada según los valores especificados en la tabla 2 de la norma UNE 104425.

- Densidad aparente .... $\gamma_{aparente}$ = 10 KN/m³
- Cohesión .... c= 5 KN/m²
- Ángulo de rozamiento interno .... ϕ= 21 º

b) Masa de residuos:

Cuya densidad estimada considerando las tierras de cubrición de residuos (20%) es de aproximadamente 10,0 KN/m³.

A efectos de cálculo se considerará por tanto para la masa de residuos y material de cobertura de explotación:

- Densidad seca .... $\gamma_{seca} = 10{,}0$ KN/m^3
- Cohesión .... c'= 10 KN/m^2
- Ángulo de rozamiento .... ϕ= 20º

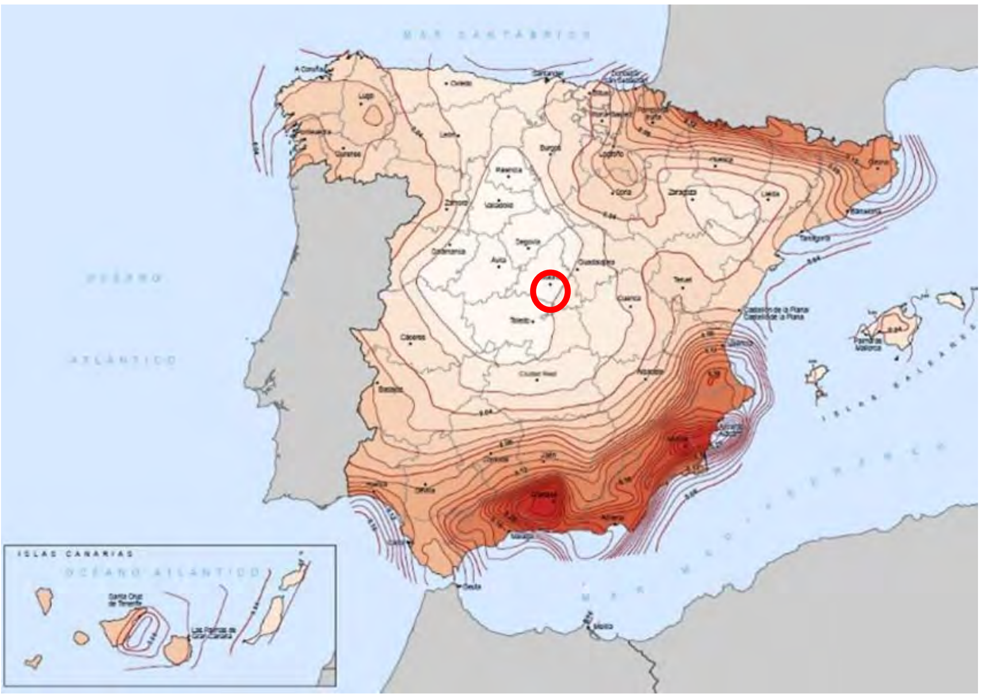
c) Material de regularización de residuos y cobertura en el sellado del vertedero:

El material para la regularización de residuos y para la formación de la capa de cobertura para el sellado del vertedero, tendrán las características geotécnicas típicas que se vienen utilizando en proyectos similares de sellado de vertedero.

- Densidad aparente .... $\gamma_{saturada} = 16{,}0$ KN/m^3
- Cohesión .... c'= 20 KN/m^2
- Ángulo de rozamiento .... ϕ= 25º

3.2. SISMO

Según el mapa de peligrosidad sísmica del Eurocódigo 8: Proyecto de estructuras sismorresistentes, a zona donde se ubica el Depósito Controlado se encuentra fuera de las zonas de riesgo y por tanto su efecto no debe ser tenido en cuenta.



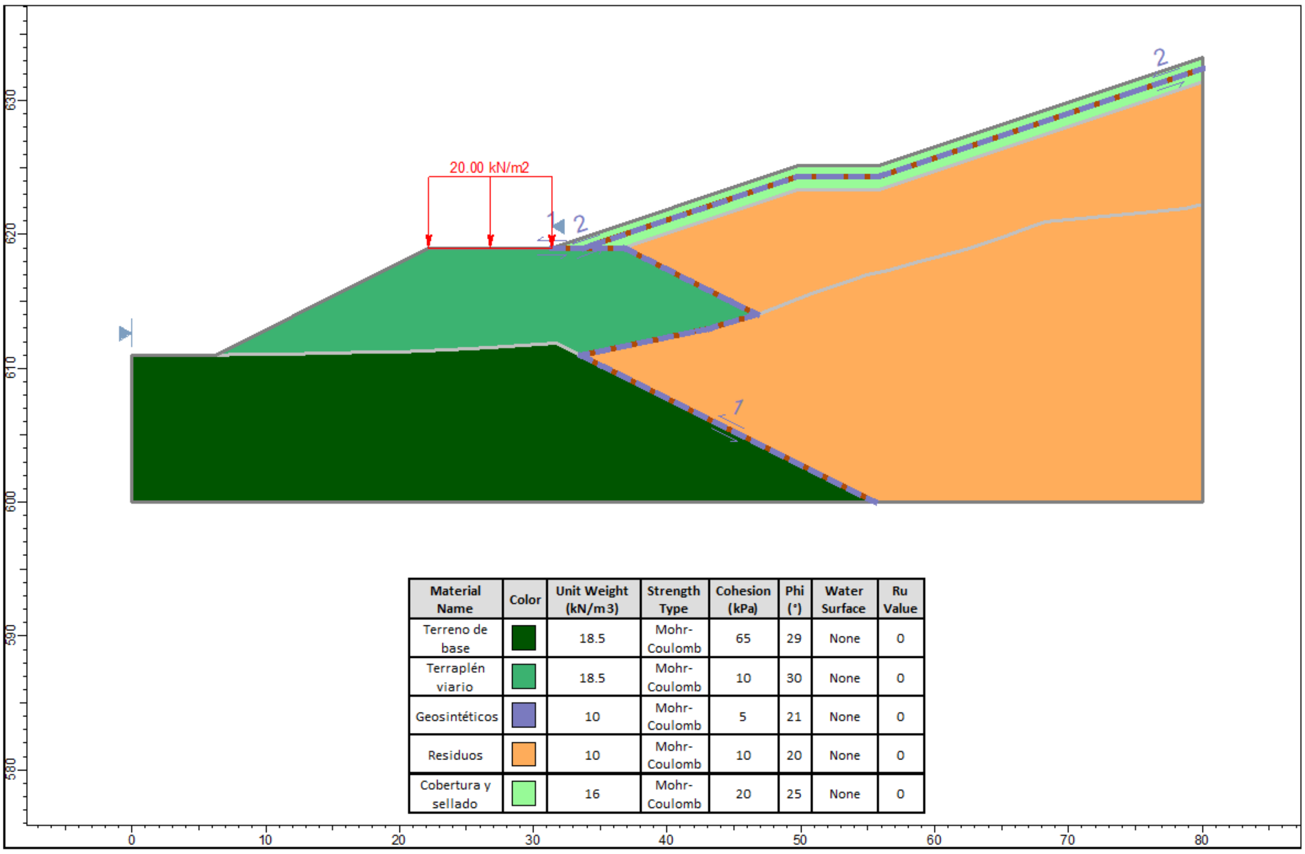
3.3. ACCIONES CONSIDERADAS SOBRE LA CORONACIÓN

Sobre la coronación del viario se aplicará una sobrecarga repartida de 20 KN/m², en el que se pretende englobar las cargas de la maquinaria y vehículos pesados transitando sobre el viario durante la explotación del depósito controlado o de la maquinaria pesada utilizada en la fase de construcción.

4. ESTUDIO DE LA ESTABILIDAD DE LOS TALUDES

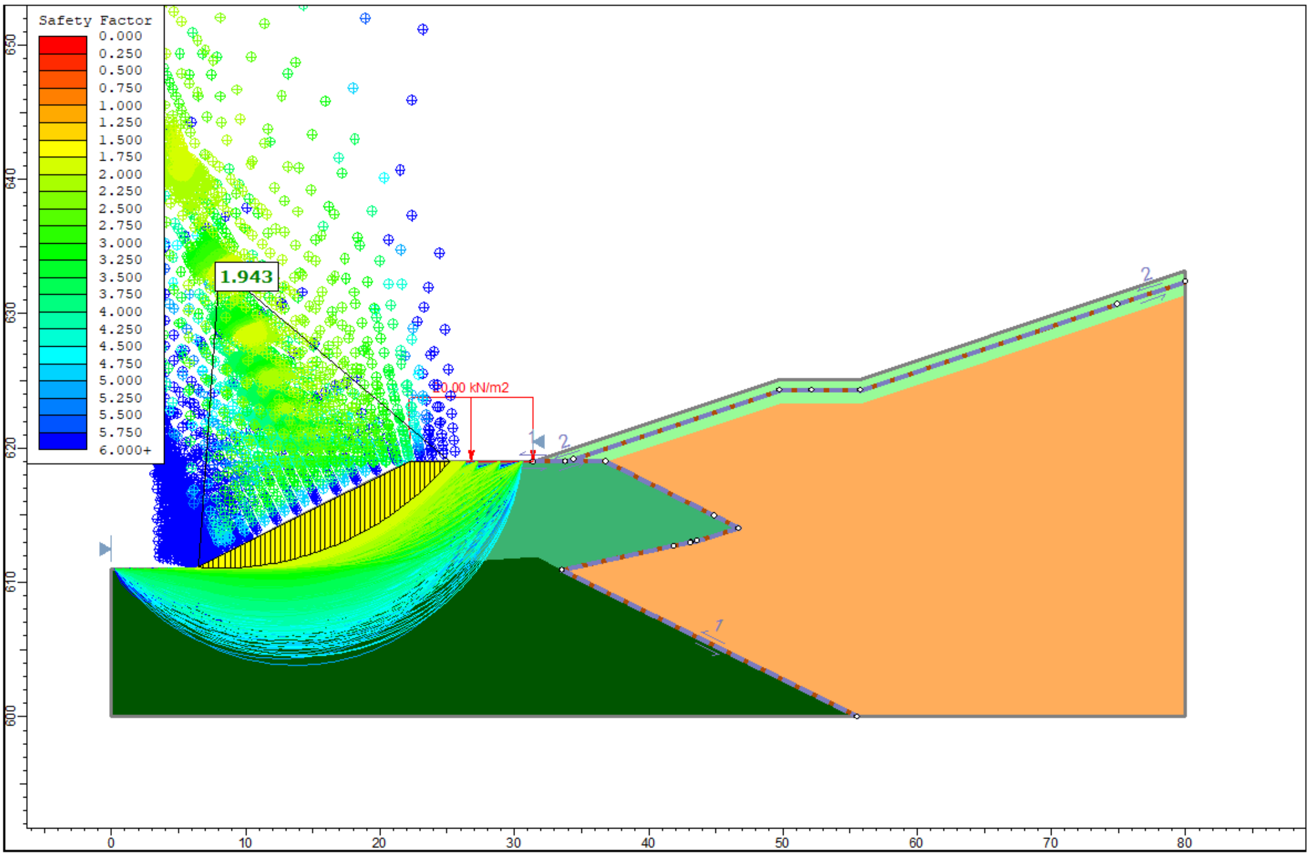
Se ha estudiado la estabilidad de los taludes finales del terraplén del viario perimetral en el perfil más desfavorable, que es aquel en el que la altura del terraplén es máxima, con una diferencia de cota entre el viario y el terreno exterior de 7,50 m.

La modelización resultante y que será base para el cálculo de la estabilidad se adjunta en la siguiente imagen planteando un estudio de la estabilidad global del terraplén.



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (°)	Water Surface	Ru Value
Terreno de base	🟩	18.5	Mohr-Coulomb	65	29	None	0
Terraplén viario	🟩	18.5	Mohr-Coulomb	10	30	None	0
Geosintéticos	🟪	10	Mohr-Coulomb	5	21	None	0
Residuos	🟧	10	Mohr-Coulomb	10	20	None	0
Cobertura y sellado	🟩	16	Mohr-Coulomb	20	25	None	0

Los resultados finales obtenidos en cada hipótesis, son los que a continuación se relacionan, quedando reflejados en el gráfico siguiente.



El coeficiente de seguridad recomendado para la estabilidad global del conjunto muro de escollera y relleno viene determinado en el documento “Guía de cimentaciones en obras de carretera”.

El coeficiente mínimo de seguridad a adoptar será de 1,50.

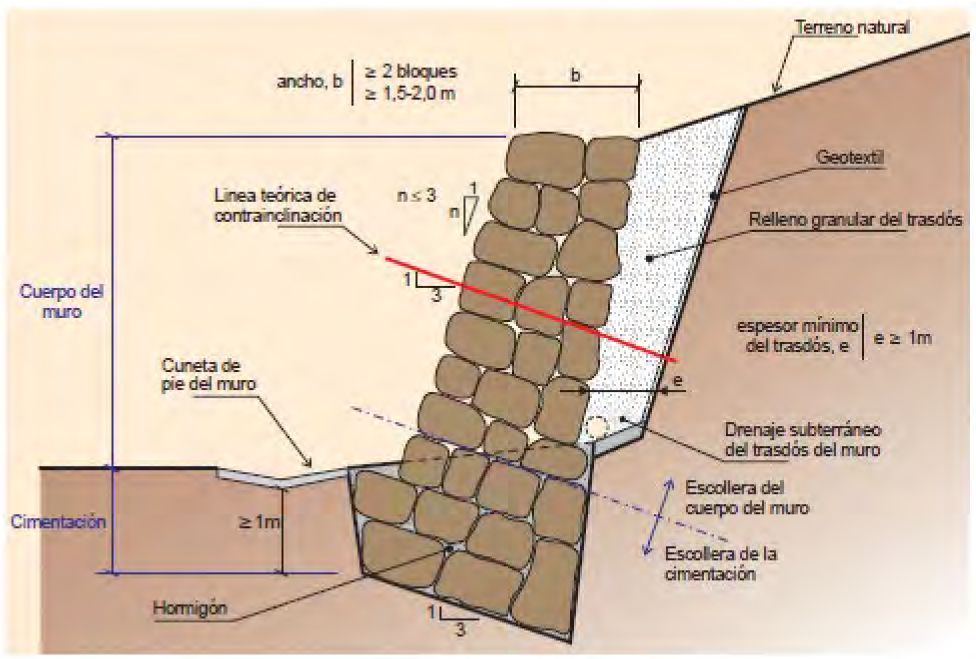
Como se puede observar el gráfico y en el cuadro resumen de resultados, el factor de seguridad obtenido para el circulo de rotura en la situación más desfavorable es superior al factor de seguridad mínimo de 1,50 exigido en el documento “Guía de cimentaciones en obras de carretera” por lo que se concluye los taludes del terraplén del recrecido del viario SON ESTABLES frente al deslizamiento por círculos de rotura circulares.

	COEFICIENTES DE ESTABILIDAD	
	CALCULADO. BISHOP	COEFICIENTE EXIGIDO
Situación ordinaria	1,943	1,500

5. DIMENSIONAMIENTO DEL MURO DE ESCOLLERA DE PIE DE TALUD

5.1. INTRODUCCIÓN

La geometría de los muros de escollera para la ejecución de la plataforma sobre la que se ejecutará la urbanización de la planta de tratamiento, se ha diseñado siguiendo las recomendaciones de la Guía para el proyecto y la ejecución de muros de escollera en obras de carretera del Ministerio de Fomento.


Terreno natural
ancho, b
≥ 2 bloques
≥ 1,5-2,0 m
b
Geotextil
Línea teórica de contrainclinación
n ≤ 3
1
n
Relleno granular del trasdós
1
3
Cuerpo del muro
espesor mínimo del trasdós, e
e ≥ 1m
e
Cuneta de pie del muro
Drenaje subterráneo del trasdós del muro
Escollera del cuerpo del muro
Cimentación
≥ 1m
Escollera de la cimentación
Hormigón
1
3

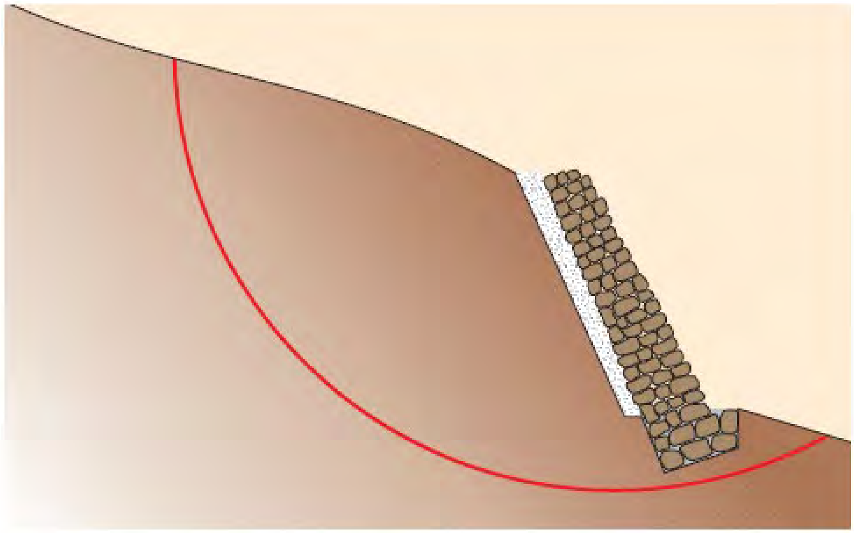
Las características geométricas de la escollera dispuesta serán las siguientes:

- Anchura de coronación de la escollera: .... b= 1,50 m
- Talud de paramento anterior 1H/3V
- Talud de paramento de trasdós...1H/3V
- Altura máxima del cuerpo del muro de escollera ....6,20 m
- Profundidad de cimentación ....1,00 m
- Anchura de puntera delantera de escollera...1,00 m
- Inclinación de la base respecto a horizontal.. 18,43º
- Inclinación de la ejecución de las hileras de bloques.. 18,43º

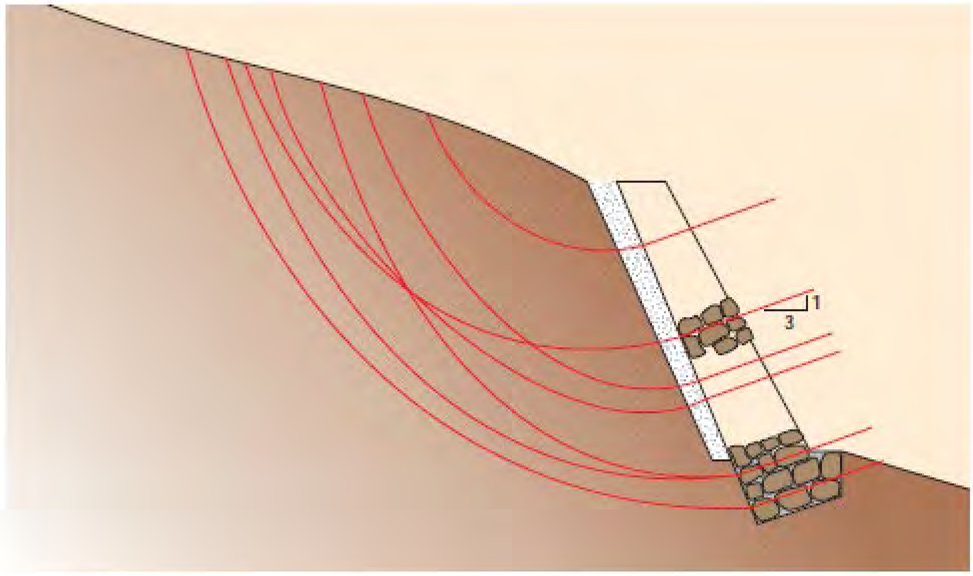
La escollera se profundizará hasta su cimentación en el sustrato del terreno natural, profundizando 1,00 m adicional para mejorar las condiciones de sustentación y de equilibrio.

En el presente apartado se realizará la comprobación de la estabilidad de la escollera, realizando las siguientes comprobaciones:

- Seguridad al deslizamiento: siguiendo las recomendaciones establecidas en la Guía de cimentaciones en obras de carretera
- Seguridad al hundimiento: siguiendo las recomendaciones establecidas en la Guía de cimentaciones en obras de carretera
- Estabilidad global: estableciendo los círculos de deslizamiento, mediante la aplicación informática SLIDE 6.005, considerando la escollera y su cimiento como un cuerpo único, tal y como se detalla en la figura siguiente.



- Estabilidad local: estableciendo los círculos de deslizamiento mediante círculos de rotura tangentes a la inclinación de las hileras de bloques., mediante la aplicación informática SLIDE 6.005.



El estudio se ha realizado a partir de la aplicación informática SLIDE 6.005, software para el análisis de la estabilidad de taludes que proporciona el factor de seguridad más bajo del conjunto muro de escollera y relleno de terraplén, es decir, el factor de seguridad de la rotura menos estable y por tanto de la rotura más probable, empleando para ello el método utilizado más frecuentemente como es el método de Bishop.

Estableciendo las condiciones de equilibrio límite, SLIDE ofrece la posibilidad de modelizar distintos tipos de suelos y materiales, empleando parámetros determinísticos o probabilísticos de entrada.

El programa realiza el cálculo mediante análisis probabilístico, permitiendo asignar distribuciones estadísticas a casi todos los parámetros de entrada, incluyendo las propiedades de los materiales, cargas, y nivel freático, La probabilidad de fallo es calculada y proporciona una medida objetiva del riesgo de fallo asociados con el talud de diseño.

5.2. CÁLCULO DE ESTABILIDAD LOCAL DEL MURO DE ESCOLLERA.

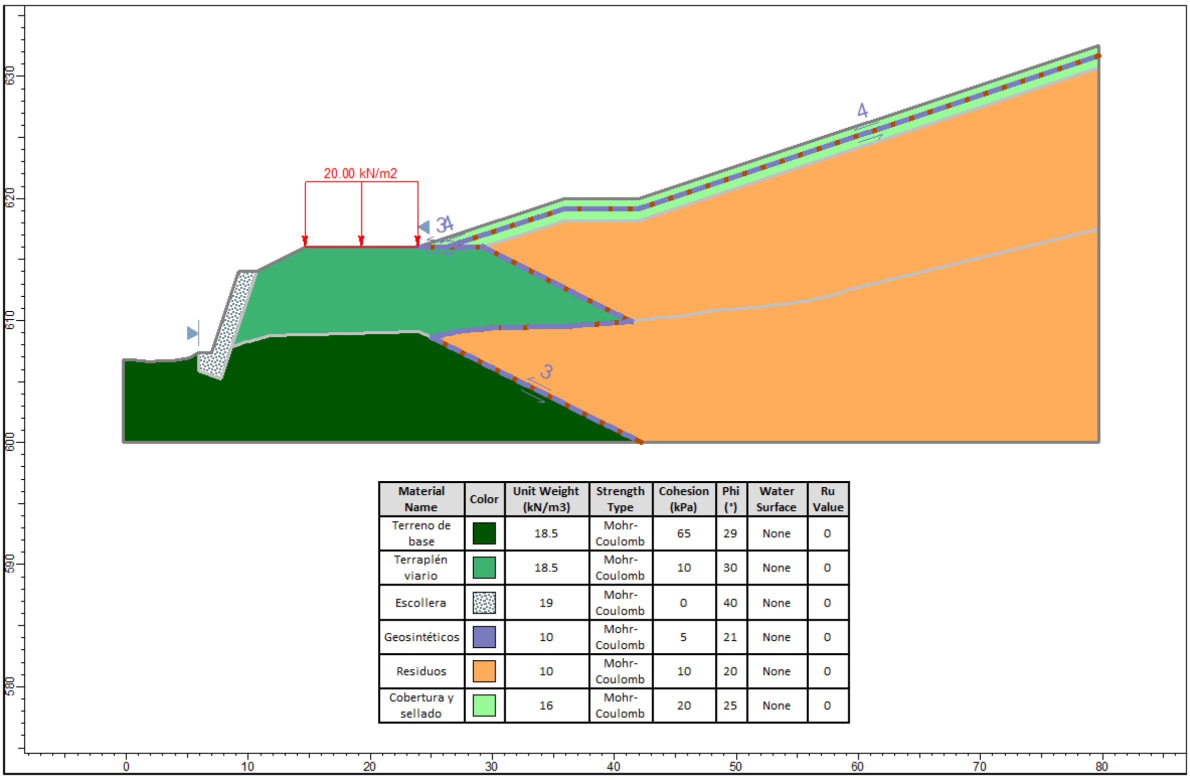
El coeficiente de seguridad recomendado para la estabilidad global del conjunto muro de escollera y relleno viene determinado en el documento “Guía de cimentaciones en obras de carretera”.

El coeficiente mínimo de seguridad a adoptar será de 1,50.

Se ha considerado en el cálculo el perfil más desfavorable, que es aquel en el cual la altura del cuerpo de escollera es mayor.

Las características geométricas de este perfil de escollera ya se han detallado previamente y son los siguientes:

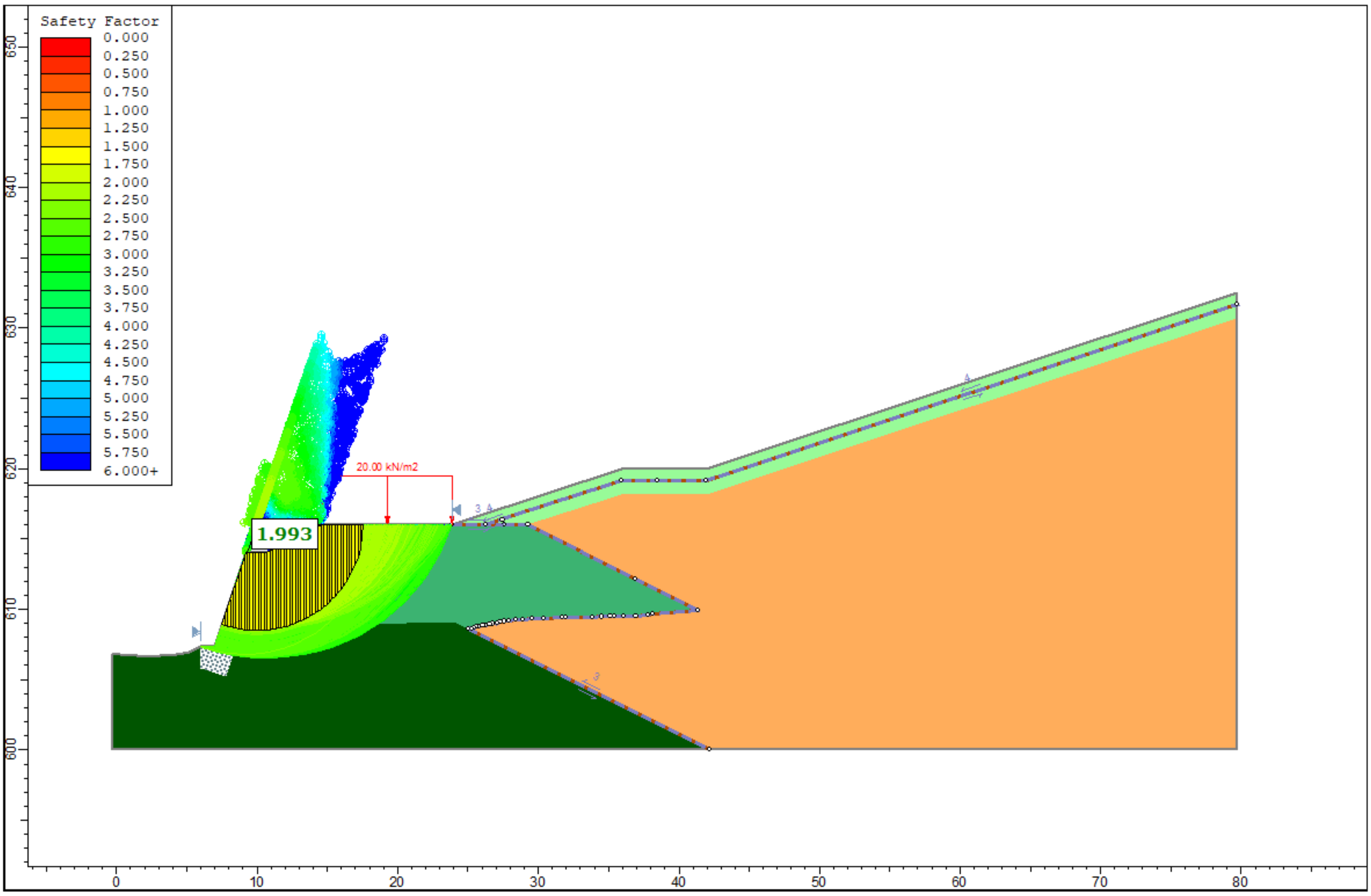
- Anchura de coronación de la escollera: .... b= 1,50 m
- Talud de paramento anterior 1H/3V
- Talud de paramento de trasdós...1H/3V
- Altura máxima del cuerpo del muro de escollera ....6,20 m
- Profundidad de cimentación ....1,00 m
- Anchura de puntera delantera de escollera...1,00 m
- Anchura total de la base ....2,50 m
- Inclinación de la base de la escollera respecto a horizontal 18,43º
- Inclinación de la ejecución de las hileras de bloques... 18,43º



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (°)	Water Surface	Ru Value
Terreno de base	🟩	18.5	Mohr-Coulomb	65	29	None	0
Terraplén viario	🟩	18.5	Mohr-Coulomb	10	30	None	0
Escollera	▨	19	Mohr-Coulomb	0	40	None	0
Geosintéticos	🟪	10	Mohr-Coulomb	5	21	None	0
Residuos	🟧	10	Mohr-Coulomb	10	20	None	0
Cobertura y sellado	🟩	16	Mohr-Coulomb	20	25	None	0

El estudio de estabilidad global se realizará en primer lugar realizando una modelización con superficies de rotura circulares tangentes a la dirección de las hileras de los bloques de la escollera (18,4 º)

En los gráficos siguientes se aprecian los resultados obtenidos mediante el programa informático SLIDE para una superficie de deslizamiento circular considerados en el cálculo y para el modelo de cálculo de Bishop.



Como se puede observar en los gráficos y en el cuadro resumen de resultados, el factor de seguridad obtenido para el circulo de rotura en la situación más desfavorable es superior al factor de seguridad mínimo de 1,50 exigido en el documento “Guía de cimentaciones en obras de carretera” por lo que se concluye que el muro de escollera ES ESTABLE frente al deslizamiento por círculos de rotura circulares.

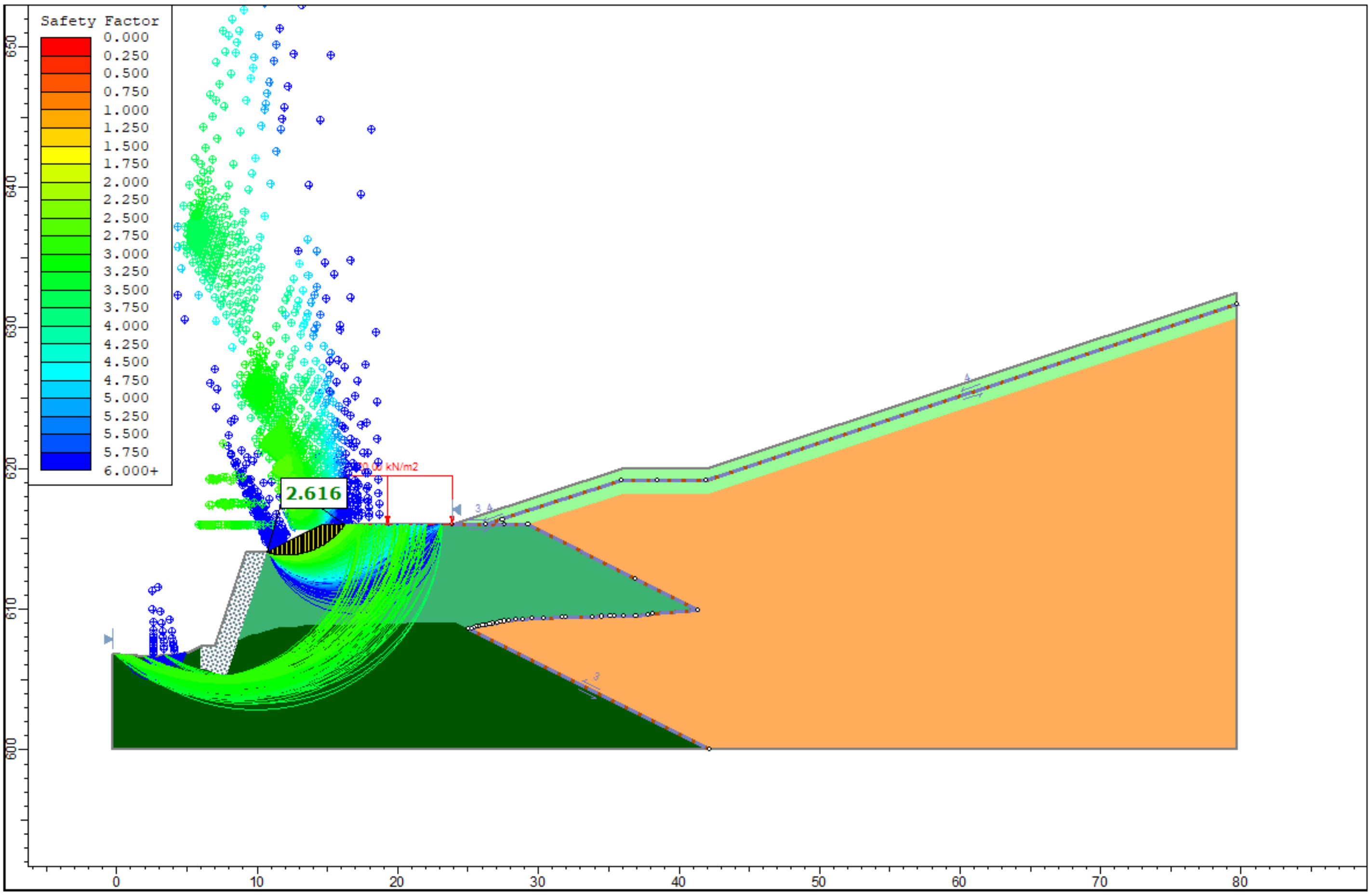
	COEFICIENTES DE ESTABILIDAD	
	CALCULADO. BISHOP	COEFICIENTE EXIGIDO
Situación ordinaria	1,993	1,500

5.3. CÁLCULO DE ESTABILIDAD GLOBAL DEL MURO DE ESCOLLERA Y RELLENO.

El conjunto formado por el cuerpo del muro de escollera y su cimiento, puede verse inmerso en un fallo global sin que se produzcan antes otros fallos locales. Se formaría una superficie continua que lo englobase por completo, en la que los esfuerzos de corte superaran el valor de la resistencia del terreno que rodea al muro.

El coeficiente mínimo de seguridad a adoptar, igual que para el caso anterior será de 1,50.

En los gráficos siguientes se aprecian los resultados obtenidos mediante el programa informático SLIDE para una superficie de deslizamiento circular considerados en el cálculo y para el modelo de cálculo de Bishop, tanto para la situación ordinaria, como para la situación accidental con sismo.



Como se puede observar en los gráficos y en el cuadro resumen de resultados, el factor de seguridad obtenido para el circulo de rotura es superior al factor de seguridad mínimo de 1,50 exigido en el documento "Guía de cimentaciones en obras de carretera" por lo que se concluye que el muro de escollera ES ESTABLE frente al deslizamiento por círculos de rotura circulares.

	COEFICIENTES DE ESTABILIDAD	
	CALCULADO. BISHOP	COEFICIENTE EXIGIDO
Situación ordinaria	2,616	1,500

5.4. COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD FRENTE AL DESLIZAMIENTO Y AL HUNDIMIENTO

En el presente epígrafe se realizan las comprobaciones para garantizar la estabilidad frente al deslizamiento y hundimiento del muro de escollera.

Los cálculos se realizan para la sección más desfavorable, que es aquella en la cual la altura de escollera es mayor.

Para ello, se tendrán en cuenta los coeficientes de seguridad establecidos en la CTE SE-C Cimientos y considerando el muro de escollera como un sólido rígido.

Los coeficientes parciales de seguridad empleados en el cálculo de los factores de seguridad calculados, según lo establecido en la "Guía de Cimentaciones en obras de carretera", un factor de seguridad de **1,50 para deslizamiento y de 3,00 para el hundimiento en situación persistente.**

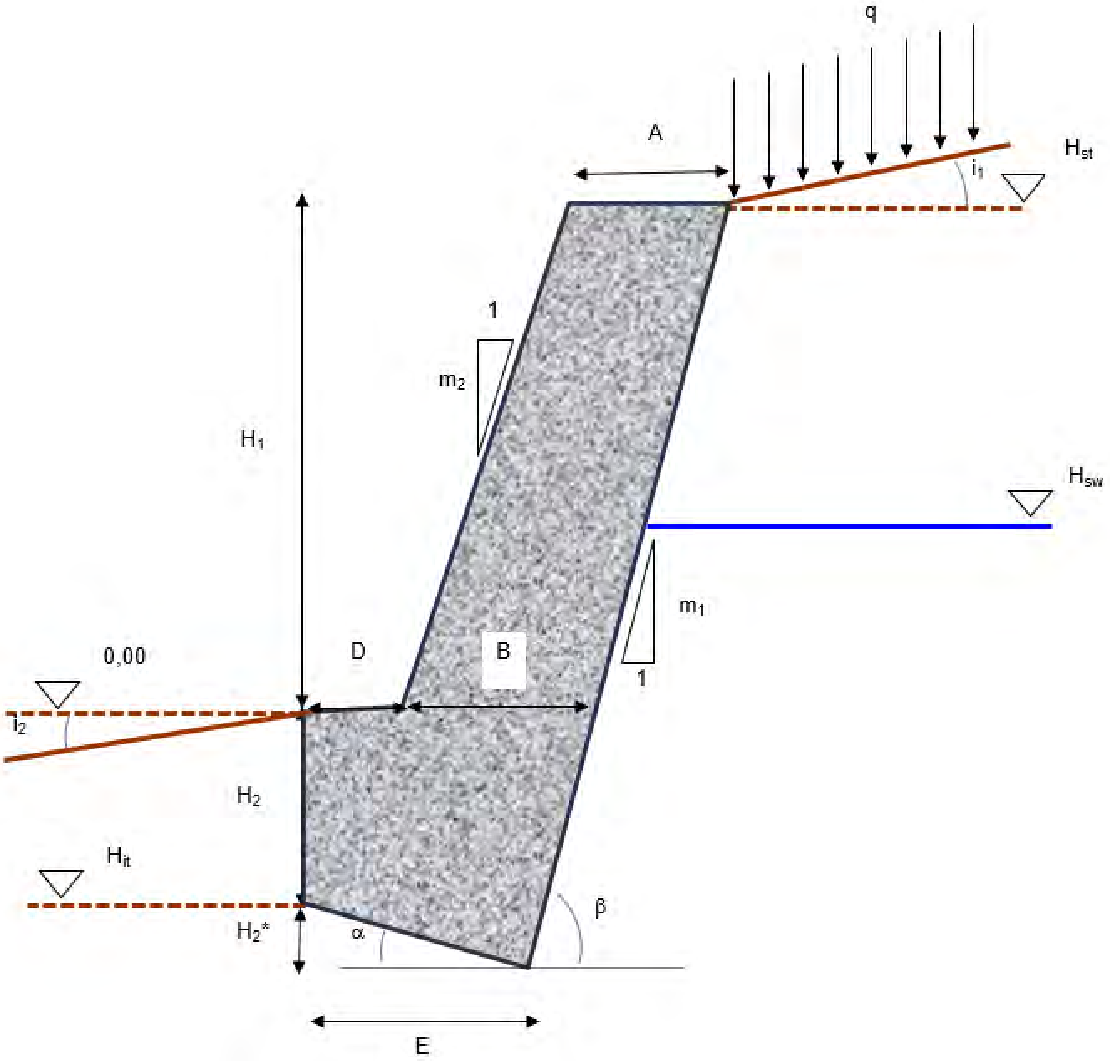
Las únicas acciones en situación persistente o transitoria que actúan sobre el muro son el empuje activo del terreno en el trasdós, teniendo en cuenta las características geotécnicas de los diferentes terrenos existentes, el peso propio del muro de escolleras, el rozamiento entre la cara inferior del mismo con el terreno y la sobrecarga de 20 KN/m² en el terreno del trasdós.

Se desprecia el efecto del empuje pasivo en el tacón del intradós adoptado un criterio conservador.

5.4.1. Cálculo de las acciones sobre la escollera

El esquema de la sección del muro de escollera con los diferentes parámetros que intervienen en el cálculo del coeficiente de empuje activo K_A es el que se muestra a continuación:

.



Los datos de diseño para el cálculo de las acciones de cálculo sobre la escollera, según la figura anterior son los siguientes:

GEOMETRIA DE ESCOLLERA

ANCHURA CORONACION	A	1,50 m
ALTURA DE ESCOLLERA	H_1	6,20 m
TALUD PARAMENTO TRASDOS	m_1	-1H/3V
TALUD PARAMENTO INTRADOS	m_2	1H/3V
ANCHURA BASE DE TALUD	B	1,50 m
TACON DELANTERO	C	0,00 m
TACON TRASERO	D	1,00 m
ANCHURA DE ZAPATA	E	2,50 m
ESPESOR DE ZAPATA	H_2	1,00 m
VOLUMEN TOTAL DE ESCOLLERA	V	11,80 m³

DEFINICION CARGAS TRASDOS MURO

SE CONSIDERA EL EFECTO SÍSMICO		NO
COEFICIENTE DE ACELERACIÓN BÁSICA SÍSMICA	a_b	0,070
SOBRECARGA EN TRASDÓS DE MURO	q	20,00 KN/m
COTA SUPERIOR TERRENO	H_{st}	6,20 m
COTA INFERIOR TERRENO	H_{it}	-1,00 m
COTA NIVEL FREATICO	H_{sw}	0,00 m
DENSIDAD TERRENO	γ_t	18,50 KN/m³
ANGULO ROZAMIENTO TERRENO	ϕ	30º
COHESIÓN TERRENO	c	10,00 KN/m²
ANGULO TERRENO TRASDOS	i_1	27º
ANGULO TERRENO INTRADOS	i_2	0º
PROFUNDIDAD DE INICIO EMPUJE ACTIVO	h'	1,82 m
ANGULO ROZAMIENTO MURO-TERRENO	δ	0º
ANGULO DE MURO	β	71,57º
COEFICIENTE EMPUJE TERRENO MURO	K_A	0,3513

DEFINICION PESOS Y REACCIONES

DENSIDAD ESCOLLERA	γ_t	19,00 KN/m³
ANGULO ROZAMIENTO TERRENO NATURAL BASE	ϕ	29º
COHESIÓN TERRENO NATURAL BASE	c	65,00 KN/m²

La expresión que permite obtener el coeficiente de empuje activo es la siguiente:

$$K_A=\left(\frac{\operatorname{cosec}\beta\times\cos(\beta-\phi)}{\sqrt{\operatorname{sen}(\beta+\delta)}+\sqrt{\dfrac{\operatorname{sen}(\delta-\phi)\times\operatorname{sen}(\phi-i)}{\cos(\beta-i)}}}\right)^2$$

De acuerdo con la CTE SE-C, el valor de la resultante de empujes unitarios se puede obtener mediante la siguiente expresión:

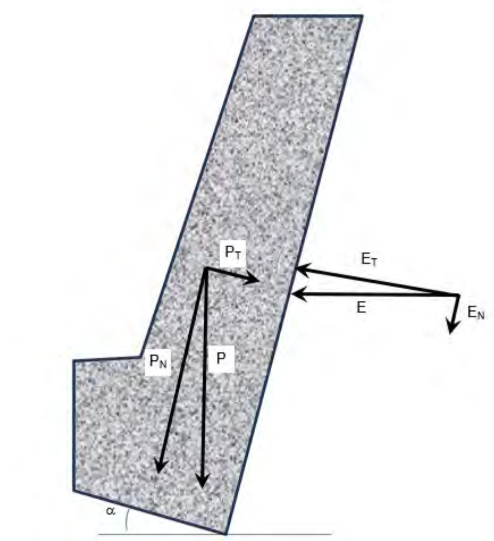
$$\sigma'_a=K_A\times\gamma'\times z-2\times c'\times\sqrt{K_A}$$

Las fuerzas resultantes tras el cálculo son las siguientes:

		RESULTANTES
FUERZA HORIZONTAL SISMO	S_H	0,00 KN
FUERZA VERTICAL SISMO	S_V	0,00 KN
EMPUJE SOBRECARGA USO CORONACIÓN TRASDÓS	E_{Nq}	50,58 KN
COMPONENTE HORIZONTAL EMPUJE SOBRECARGA	E_{Hq}	47,99 KN
COMPONENTE VERTICAL EMPUJE SOBRECARGA	E_{Vq}	-16,00 KN
EMPUJE TIERRAS DEL TRASDÓS ESCOLLERA	E_{Nt}	93,91 KN
COMPONENTE HORIZONTAL EMPUJE TIERRAS	E_{ht}	89,09 KN
COMPONENTE VERTICAL EMPUJE TIERRAS	E_{vt}	-29,70 KN
PESO DEL CUERPO DE LA ESCOLLERA	P_1	176,70 KN
COMPONENTE NORMAL PESO ESCOLLERA	P_{N1}	167,63 KN
COMPONENTE TANGENCIAL PESO ESCOLLERA	P_{T1}	-55,88 KN
PESO DE LA ZAPATA DE LA ESCOLLERA	P_2	47,50 KN
COMPONENTE NORMAL PESO ZAPATA	P_{N2}	45,06 KN
COMPONENTE TANGENCIAL PESO ZAPATA	P_{T2}	-15,02 KN
TENSIÓN MAXIMA DE LA ESCOLLERA EN LA BASE	σ_n	41,96 KN/m²

5.4.2. Estabilidad frente al deslizamiento

Para la estabilidad frente al deslizamiento se emplea el siguiente esquema:



Para obtener el factor de seguridad deslizamiento se aplica la siguiente expresión:

$$F_d=\frac{(E_N+P_N)\times \tan\delta + c^*\times L}{E_T-P_T}$$

Donde

E_N: proyección en dirección perpendicular a la superficie de contacto entre la escollera y el terreno de base (α= 18,43º) de los empujes del terreno, sobrecarga (y sismo para situación accidental)

W_N: proyección en dirección perpendicular a la superficie de contacto entre la escollera y el terreno de base (α= 18,43º) del peso de la escollera

E_T: proyección en la dirección de la superficie de contacto entre la escollera y el terreno de base (α= 18,43º) de los empujes del terreno, sobrecarga

W_T: proyección en la dirección de la superficie de contacto entre la escollera y el terreno de base (α= 18,43º) del peso de la escollera.

δ: ángulo de rozamiento entre el terreno de la base y el muro de escollera, obtenido como 2/3 del ángulo de rozamiento del terreno de apoyo. En este caso el ángulo de rozamiento del terreno de apoyo es ϕ= 29º por lo que δ= 19º

c*: cohesión reducida del terreno de apoyo, obtenida como 1/2 de la cohesión del terreno de apoyo. En este caso la cohesión del terreno de base es c= 65 KN/m², por lo que c*= 32,5 KN/m².

L: longitud de apoyo de la zapata. En este caso L= 2,63 m.

Se obtienen los siguientes valores.

SEGURIDAD DESLIZAMIENTO		
¿SE CONSIDERA EMPUJE PASIVO?		NO
RESULTANTE HORIZONTAL*	H	137,08 KN
RESULTANTE VERTICAL*	V	178,51 KN
SOBREESPESOR DE ZAPATA	H_2*	0,83 m
ANGULO INCLINACION BASE ZAPATA	α	18,43º
ANGULO ROZAMIENTO MURO-TERRENO	δ	19º
COHESIÓN REDUCIDA DEL TERRENO	c*	32,50 KN/m²
RESULTANTE TANGENCIAL SEGÚN α	T_α	73,60 KN
RESULTANTE NORMAL SEGÚN α	N_α	212,69 KN
COEFICIENTE DE SEGURIDAD	γ_R	2,18

$$F_d=\frac{212{,}69\ \text{KN}\times \tan 19^\circ + 32{,}50\ \text{KN/m}^2\times 2{,}63\ \text{m}}{73{,}60\ \text{KN}}=\mathbf{2{,}18}$$

5.4.3. Estabilidad frente al hundimiento

El coeficiente de seguridad al hundimiento, se calculará como la relación entre la carga máxima de hundimiento del terreno de base y la resultante de todas las acciones en la dirección normal al contacto entre la escollera y el terreno de base de la cimentación.

$$F_h=\frac{p_{vh}}{\left(\frac{(E_N+P_N)}{A}\right)}$$

Donde

p_{vh}. Capacidad portante del terreno en KN/m²

E_N: proyección en dirección perpendicular a la superficie de contacto entre la escollera y el terreno de base (α= 18,43º) de los empujes del terreno, sobrecarga (y sismo para situación accidental)

W_N: proyección en dirección perpendicular a la superficie de contacto entre la escollera y el terreno de base (α= 18,43º) del peso de la escollera

A: Superficie de apoyo de la escollera En nuestro caso A=2,50 m²

La capacidad portante del terreno natural se calculará a partir de la metodología desarrollada en la Guía de cimentaciones en obras de carretera (año 2009) del Ministerio de Fomento, según la expresión siguiente:

$$p_{vh}=q\times N_q\times d_q\times i_q\times s_q\times t_q\times r_q+c\times N_c\times d_c\times i_c\times s_c\times t_c\times r_c+\frac{1}{2}\times \gamma\times N_\gamma\times d_\gamma\times i_\gamma\times s_\gamma\times t_\gamma\times r_\gamma$$

Donde:

q: Sobrecarga actuante al nivel del plano de cimentación, en el entorno del cimiento. En este caso es igual al espesor de la cimentación (1,00 m) multiplicado por la densidad del terreno de cimentación. Por lo tanto, q= 18,50 KN/m²

c: Cohesión de cálculo. En este caso, para el terreno de apoyo, c= 65 KN/m²

γ: Peso específico del terreno. En este caso γ = 18,50 KN/m³

B*: Anchura equivalente del cimiento. Para la geometría de la escollera, la anchura en la base es igual a B*= 2,50 m

N_q, N_c, N_γ: Factores de capacidad de carga, adimensionales y dependientes del ángulo de rozamiento interno.

d, i, s, t, r: Factores adimensionales para considerar el efecto de la resistencia al corte local del terreno situado sobre el plano de apoyo, la inclinación de la carga, la forma de la cimentación, la proximidad de la cimentación a un talud y la inclinación del plano de apoyo.

Desarrollando la metodología expuesta se obtiene un valor de presión vertical de hundimiento de 3.844,64 KN/m².

Se obtienen los siguientes valores

SEGURIDAD AL HUNDIMIENTO

PRESIÓN VERTICAL DE HUNDIMIENTO	p_{vh}	3844,64 KN/m²
RESULTANTE HORIZONTAL*	H	137,08 KN
RESULTANTE VERTICAL*	V	178,51 KN
RESULTANTE NORMAL A LA BASE DE LA ZAPATA	N_{α}	212,69 KN
TENSION MEDIA	σ_{med}	85,08 KN/m²
COEFICIENTE DE SEGURIDAD	γ_R	45,19

$$F_h=\frac{3.844,64\ \text{KN/m}^2}{\left(\frac{212,69\ \text{KN}}{2,50\ \text{m}^2}\right)}=\mathbf{45,19}$$

Aunque la capacidad portante se ha determinado por un método empirico basado en la metodología de la Guía de cimentaciones en obras de carretera, se deberá realizar una comprobación de la capacidad portante del terreno, garantizando una presión vertical de hundimiento mínima en el terreno de apoyo de la escollera de 260 KN/m² para que el coeficiente de seguridad al hundimiento sea superior o igual a 3,00

5.4.4. Conclusiones

Como se puede observar en los cálculos realizados, el factor de seguridad obtenido es superior en todos los casos al factor de seguridad mínimo exigido en el documento “Guía de cimentaciones en obras de carretera”, por lo que se concluye que el muro de escollera ES ESTABLE frente al deslizamiento y frente al hundimiento.

	COEFICIENTES DE ESTABILIDAD			
	DESLIZAMIENTO		HUNDIMIENTO	
	CALCULADO	COEFICIENTE EXIGIDO	CALCULADO	COEFICIENTE EXIGIDO
Situación ordinaria	2,18	1,50	45,19	3,00

6. CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO DE SECCIÓN DE FIRME

6.1. TRÁFICO

En la zona de acceso de los camiones para la descarga de residuos, que comprende el camino perimetral del depósito, el tráfico previsto, está formado mayoritariamente por los vehículos pesados que transportan los residuos al vaso de vertido.

Estos vehículos pesados son fundamentalmente de tres tipos: camiones de transferencia de los rechazos de la propia planta de tratamiento, camiones recolectores que acceden a las instalaciones con residuos no aptos para ser tratados en ninguna de las plantas y se envían por tanto directamente a vertedero. En tercer lugar, los camiones volquete que transportan el material de cubrición y sellado.

Para intentar evaluar la IMD máxima se consideran los siguientes valores puntas, estimando una cantidad de residuos hacia el vertedero en el año 2028 en el que finalicen las obras de recrecido del viario de 589.402 T/año, con una densidad estimada en transporte en camión de 614 kg/m³ para esta tipología de residuos, el volumen anual es de aproximadamente 959.938 m³/año por lo que el volumen diario de residuos a vertedero, es de 2.630 m³/día.

Por lo tanto, suponiendo un volumen medio de camiones de 12 m³, el número total de camiones diario supuesto para el dimensionamiento del tipo de firme a disponer en el camino perimetral es de 219 camiones/día.

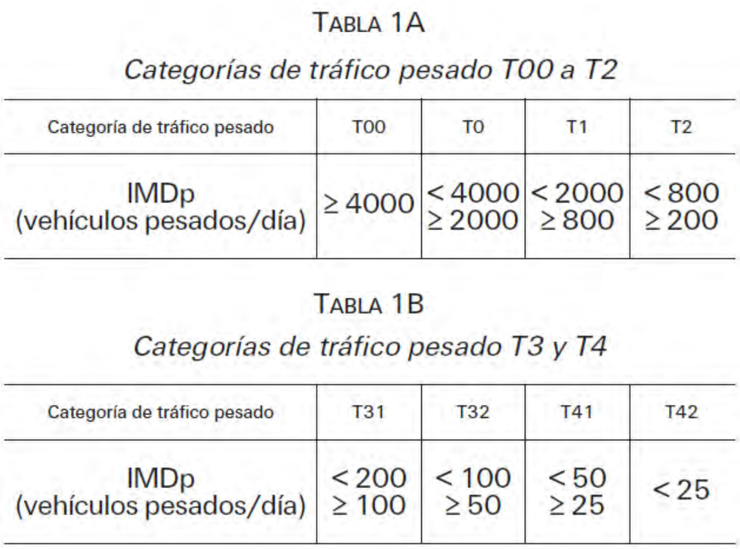


TABLA 1A

Categorías de tráfico pesado T00 a T2

Categoría de tráfico pesado	T00	T0	T1	T2
IMDp (vehículos pesados/día)	≥ 4000	< 4000 ≥ 2000	< 2000 ≥ 800	< 800 ≥ 200

TABLA 1B

Categorías de tráfico pesado T3 y T4

Categoría de tráfico pesado	T31	T32	T41	T42
IMDp (vehículos pesados/día)	< 200 ≥ 100	< 100 ≥ 50	< 50 ≥ 25	< 25

Tabla 1. Clasificación de Intensidad de Tráfico según la Norma 6.1 IC de Secciones de Firme

Según la tabla anterior, la categoría de tráfico en la zona de entrada al vaso de vertido se corresponde con un **tráfico tipo T2**, con un número diario de vehículos pesados entre 200 y 800.

6.2. ESPESOR TEÓRICO DEL FIRME

6.2.1. TIPO DE EXPLANADA

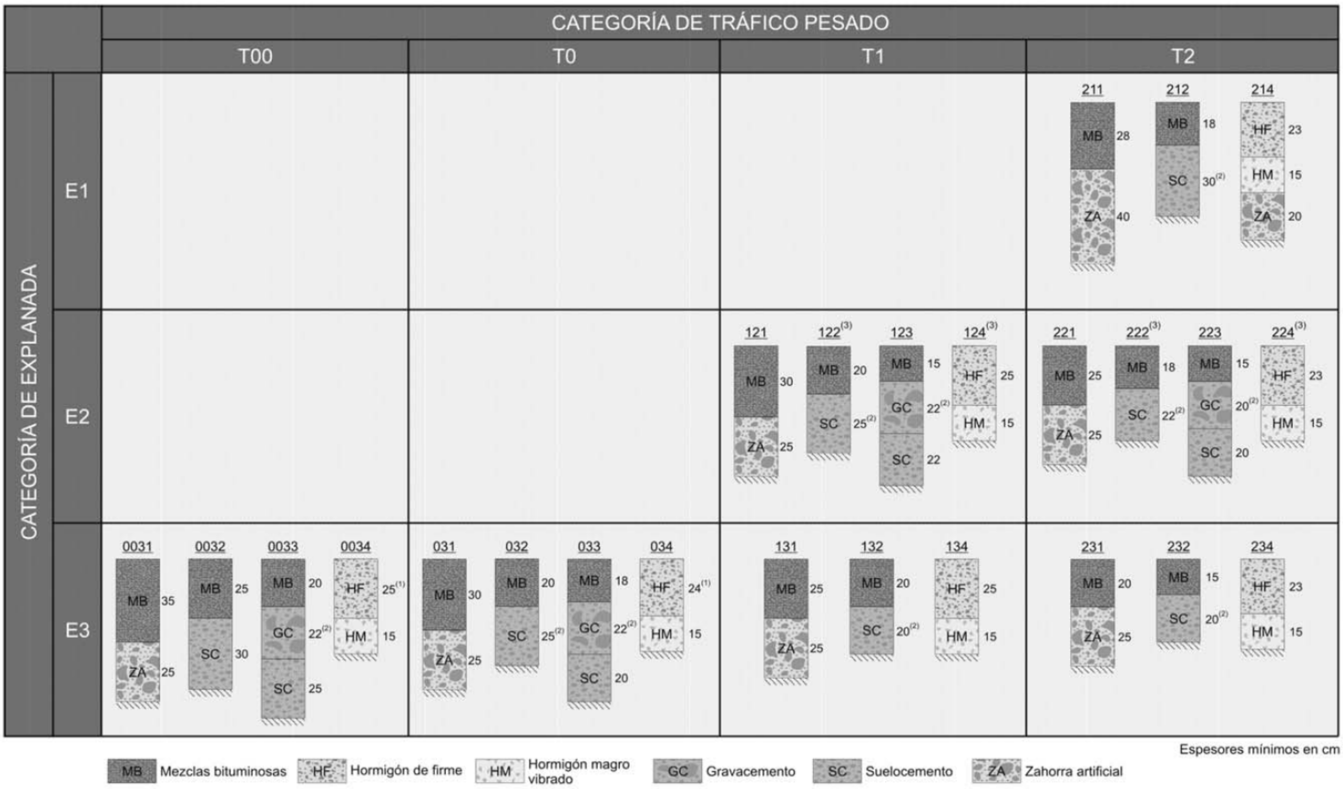
El material de préstamo utilizado para el recrecido del camino perimetral deberá reunir las características de al menos un suelo adecuado según la clarificación establecida en el PG-3, obteniéndose así una explanada tipo E-1.

6.2.2. ESPESOR DE FIRME

Adoptando las medidas de protección del núcleo de los terraplenes tal y como se detalla en el apartado anterior, se obtiene una categoría de explanada tipo E1 según la clasificación de la Norma 6.1 IC de Secciones de Firme, de la Instrucción de Carreteras.

Se prevé un tráfico diario de vehículos pesados de hasta unos 219 camiones, por lo que la categoría de tráfico según norma 6.1-IC «Secciones de firme», de la Instrucción de Carreteras, es una categoría T2 (entre 200 y 800 vehículos pesados).

Considerando este tipo de explanada E1, y para una categoría de tráfico tipo T2, se determinará el espesor mínimo de pavimento a disponer.


CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO
T00
T0
T1
T2
CATEGORÍA DE EXPLANADA
E1
E2
E3
211 MB 28 ZA 40
212 MB 18 SC 30(2)
214 HF 23 HM 15 ZA 20
121 MB 30 ZA 25
122(3) MB 20 SC 25(2)
123 MB 15 GC 22(2) SC 22
124(3) HF 25 HM 15
221 MB 25 ZA 25
222(3) MB 18 SC 22(2)
223 MB 15 GC 20(2) SC 20
224(3) HF 23 HM 15
0031 MB 35 ZA 25
0032 MB 25 SC 30
0033 MB 20 GC 22(2) SC 25
0034 HF 25(1) HM 15
031 MB 30 ZA 25
032 MB 20 SC 25(2)
033 MB 18 GC 22(2) SC 20
034 HF 24(1) HM 15
131 MB 25 ZA 25
132 MB 20 SC 20(2)
134 HF 25 HM 15
231 MB 20 ZA 25
232 MB 15 SC 20(2)
234 HF 23 HM 15
Espesores mínimos en cm
MB Mezclas bituminosas
HF Hormigón de firme
HM Hormigón magro vibrado
GC Gravacemento
SC Suelocemento
ZA Zahorra artificial

(1) Para las categorías de tráfico pesado T00 y T0 se emplearán únicamente pavimentos continuos de hormigón armado con los espesores indicados.
(2) Capas tratadas con cemento que deberán prefisurarse con espaciamientos de 3 a 4 m, de acuerdo con el artículo 513 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales (PG-3).
(3) Para poder proyectar esta solución será preceptivo que la capa superior de la explanada E2 esté estabilizada con cemento.

Fig 1. Catálogo de Secciones de Firme según la a Norma 6.1 IC de Secciones de Firme.

Como se aprecia en el gráfico anterior, para el tipo de explanada E1, y para un tráfico T2, en caso de disponer un pavimento de mezcla bituminosa, se deben adoptar unos espesores de firmes:

- Sección 211: 28 cm de MBC (mezclas bituminosas en caliente) sobre 40 cm de ZA (zahorra artificial).
- Sección 212: 18 cm de MBC (mezclas bituminosas en caliente) sobre 30 cm de SC (suelocemento).
- Sección 214: 23 cm de HF (hormigón de firme) sobre 15 cm de HM (hormigón magro vibrado) y éste, a su vez, sobre 20 cm de ZA (zahorra artificial).

Dado que las mezclas bituminosas en caliente (MBC) no se consideran adecuadas para el camino perimetral de un vertedero (por fatiga ante tráfico de camiones, coste y conservación), se selecciona la sección 214:

- 23 cm HF
- 15 cm HM
- 20 cm ZA

El hormigón de firmes (HF) a utilizar en capa de rodadura será un hormigón armado HP-40 (con armado longitudinal compuesto por barras Ø20mm cada 0,30 m y armado transversal compuesto por barras Ø12mm cada 0,30 m), el hormigón magro vibrado (HM) para capa intermedia será un HM-30 y la zahorra artificial (ZA) será del tipo ZA-25.

7. BARRERAS DE SEGURIDAD

7.1. CRITERIOS DE INSTALACIÓN SEGÚN ORDEN CIRCULAR 28/2009.

La instalación de barreras de seguridad metálicas estará justificada en zonas en las que se detecte, como consecuencia de la presencia de obstáculos, desniveles o elementos de riesgo próximos a la calzada, la probabilidad de que se produzca un accidente normal, grave o muy grave y se hayan descartado otras soluciones alternativas.

De todas las posibles situaciones contempladas en la Orden Circular 28/2009 para que pueda admitirse que el riesgo pueda ser muy grave, no se da ninguna en los tramos de carreteras objeto de este proyecto.

Se incluyen a continuación las posibles situaciones en las que puede admitirse que el riesgo de accidente es grave, según la Orden Circular 28/2009.

Según la Orden Circular 28/2009 los requisitos definidos para ser considerados **como accidente grave son**:

- Vp > 60 Km/h y existencia en las proximidades de:
  - Elementos en los que un choque pueda producir la caída de objetos de gran masa sobre la plataforma (tales como pilas de pasos superiores, pórticos o banderolas de señalización, estructuras de edificios, pantallas antirruido y otros similares).
  - Obstáculos tales que el choque de un vehículo contra ellos pueda producir daños graves en elementos estructurales de un edificio, paso superior u otra construcción.
- Vp > 80 Km/h y existencia en las proximidades de:
  - Ríos, embalses y otras masas de agua con corriente impetuosa o profundidad superior a 1 m y barrancos o zanjas profundas.
  - Accesos a puentes, túneles y pasos estrechos.
- Carreteras o calzadas paralelas en el sentido opuesto de circulación, en las que la anchura de la mediana (definida según Reglamento General de Carreteras; R.D. 1812/1994), de las calzadas, o entre la calzada principal y la de servicio, sea inferior a la establecida en la tabla 1 de la citada norma o que, siendo esta distancia igual o superior a la mencionada, esté justificado específicamente.

Se incluyen a continuación las posibles situaciones en las que puede admitirse que el riesgo de accidente es normal, según la Orden Circular 28/2009.

Según la Orden Circular 28/2009 los requisitos definidos para ser considerados como **accidente normal** son:

- Vp > 80 Km/h y existencia en las proximidades de:
  - Obstáculos o postes de más de 15 cm de diámetro.
  - Elementos de sustentación de carteles de señalización o báculos de alumbrado no provistos de un fusible estructural que permita su fácil desprendimiento o abatimiento, o que, aun estando provistos de este, su caída pueda provocar daños a terceros.
  - Muros, tablestacados, edificios, instalaciones, cimentaciones o elementos del drenaje superficial (Arquetas, impostas, etc.) que sobresalgan del terreno más de 7 centímetros.
  - Siempre que la intensidad media diaria sea superior a 1500 vehículos, los escalones y cunetas de más de 15cm de profundidad excepto las denominadas cunetas de seguridad.
  - Desmontes si el talud es inferior a 3H/1V si los cambios de inclinación no se han redondeado
  - Terraplenes si el talud es inferior a 5H/1V si los cambios de inclinación no se han redondeado
  - O en todo caso si el terraplén es de altura superior a 3 metros
- Obras de paso, cuando no se den los requisitos para que el riesgo de accidente sea grave o muy grave.
- Existencia en las proximidades de un muro de sostenimiento en una carretera con velocidad de proyecto Vp superior a 60 km/h y terreno accidentado o muy accidentado.
- Siempre que se justifique, en emplazamientos singulares, tales como:
  - Nudos complejos en los que resulte más probable un error por parte del conductor.
  - Intersecciones situadas en las proximidades de obras de paso.
  - Emplazamientos con una accidentalidad anormalmente elevada.

Una vez evaluado el tipo de accidente que se puede producir se debe establecer el nivel de contención necesario, así como la elección del sistema de contención y su ubicación definitiva

7.2. CRITERIOS DE ACTUACIÓN Y PROPUESTAS DE INSTALACIÓN DE BARRERA METÁLICA.

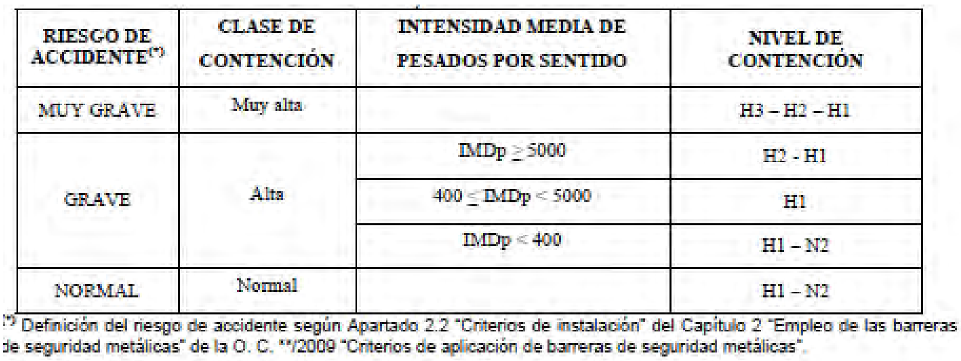
Como recoge la Orden Circular 28/2009 sobre criterios de aplicación de Barreras de seguridad Metálica, La selección de la clase y nivel de contención de una barrera de seguridad metálica a disponer en los márgenes de la carretera se efectuará atendiendo al riesgo de accidente detectado y se seguirán los siguientes criterios:

- Donde las características del tramo en estudio determinen la existencia de un riesgo de accidente normal, las barreras de seguridad metálicas deberán ser de contención normal (nivel N2) Excepcionalmente y siempre que se justifique, podrán emplearse niveles de contención superiores al indicado.
- Donde se detecte un riesgo de accidente grave o muy grave, las barreras de seguridad metálicas deberán ser de contención alta (niveles H1, H2 y H3).
- Las barreras de seguridad metálicas podrán ser de contención muy alta (nivel H4) exclusivamente donde se determine la existencia de un riesgo de accidente muy grave y se deberán utilizar con carácter excepcional. A los efectos anteriores, el empleo de una barrera de seguridad metálica de contención muy alta requerirá autorización expresa de la Dirección General de Carreteras, que deberá solicitarse para cada obra o actuación concreta.
- Cuando otras circunstancias no derivadas de la existencia de un obstáculo o desnivel o elemento de riesgo justifiquen la instalación de barreras de seguridad metálicas, se podrán emplear dispositivos de contención normal (nivel N2).

La selección de un nivel de contención determinado deberá tener en cuenta al menos los parámetros de la carretera, especialmente la velocidad de proyecto y el valor de intensidad media de vehículos pesados por sentido.

En nuestro caso no existen los condicionantes para un riesgo normal, ni un riesgo grave, pero sin embargo existe un desnivel de terraplén en el lateral exterior, que supone un elemento de riesgo que justifica la instalación de barreras de seguridad metálicas que podrán ser de contención normal.

La tabla siguiente proporciona un criterio orientativo de selección para cada tipo de accidente en función de la intensidad media de vehículos pesados.



RIESGO DE ACCIDENTE(*)	CLASE DE CONTENCIÓN	INTENSIDAD MEDIA DE PESADOS POR SENTIDO	NIVEL DE CONTENCIÓN
MUY GRAVE	Muy alta		H3 – H2 – H1
GRAVE	Alta	IMDp ≥ 5000	H2 - H1
		400 ≤ IMDp < 5000	H1
		IMDp < 400	H1 – N2
NORMAL	Normal		H1 – N2

*) Definición del riesgo de accidente según Apartado 2.2 "Criterios de instalación" del Capítulo 2 "Empleo de las barreras de seguridad metálicas" de la O. C. **/2009 "Criterios de aplicación de barreras de seguridad metálicas".

Tabla 1: Selección del nivel de contención recomendado para barreras de seguridad metálicas, según el riesgo de accidente

Se prevé proteger mediante barrera simple BMSNA4/T, con una Clase y Nivel de contención Normal N2.

7.3. DESCRIPCIÓN DE LAS BARRERAS.

Los sistemas de protección contemplados en el presente proyecto son los siguientes:

- Barrera metálica simple BMSNA4/T.
- Clase y nivel contención: N2
- Ancho de trabajo: 1,7 m <W6 < 2,1m
- Deflexión dinámica 1,6 m
- Índice de severidad: A

Los componentes fundamentales de la barrera de seguridad son:

- Banda bionda o perfil doble ondas. El perfil doble onda es el modelo "Standard" AASHOM 180-60, cuyas características geométricas se indican en los planos. Se constituyen en tramos de longitud útil standard de 4 m, se unen uno a otro mediante tornillos superpuestos en el sentido del tráfico, formando una viga continua que es la que debe, fundamentalmente, absorber la energía del choque.
- Postes de sostenimiento Son perfiles tubulares de 120 x 55 mm.

Elementos de fijación: Los elementos de fijación están constituidos por el conjunto de tornillos, arandelas y tuercas

ANEJO Nº 3: CÁLCULOS ESTRUCTURALES MURO EN VIARIO

ANEJO Nº3: CÁLCULOS ESTRUCTURALES DEL MURO EN VIARIO

1. INTRODUCCIÓN 2
2. NORMA Y MATERIALES 2
3. ACCIONES 3
4. DATOS GENERALES 3
5. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO 3
6. MURO TIPO 1 4
    6.1. GEOMETRÍA 4
    6.2. ESQUEMA DE LAS FASES 4
    6.3. CARGAS 5
    6.4. RESULTADOS DE LAS FASES 5
    6.5. COMBINACIONES 6
    6.6. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO 7
    6.7. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA 8
    6.8. COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (CÍRCULO DE DESLIZAMIENTO PÉSIMO) 14
7. MURO TIPO 2 14
    7.1. GEOMETRÍA 14
    7.2. ESQUEMA DE LAS FASES 15
    7.3. CARGAS 15
    7.4. RESULTADOS DE LAS FASES 16
    7.5. COMBINACIONES 17
    7.6. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO 18
    7.7. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA 18
    7.8. COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (CÍRCULO DE DESLIZAMIENTO PÉSIMO) 24

ANEJO Nº3: CÁLCULOS ESTRUCTURALES DEL MURO EN VIARIO

1. INTRODUCCIÓN

Debido al recrecido del camino, contemplado en el presente Proyecto, y con el objeto de poder seguir dando servicio y acceso a la planta de tratamiento de lixiviados por ósmosis inversa situada a una cota inferior, se plantea el ejecutar en un tramo del viario los carriles a una doble altura, de modo que en uno de los carriles se mantenga la cota similar a la cota actual del viario y permitir el acceso a la planta de lixiviados, y el otro carril, junto al depósito controlado se encuentre elevado y de ese modo permitir el recrecido de los residuos sobre el depósito controlado.

Será necesario por tanto ejecutar un muro de hormigón de separación entre ambos carriles, evitando el derrame del talud entre ambos niveles que ocuparía la superficie del viario.

El muro tendrá una longitud total de 120 m, y tendrá una altura libre variable entre ambos carriles comprendida entre 0,00 y 4,00 m.

En el presente Anejo se realiza la comprobación estructural del muro de hormigón dispuesto, contemplando dos secciones tipo diferentes, con el objeto de no sobredimensionar la estructura.

- La Sección tipo 1, se aplica el tramo del muro en el que la altura libre está comprendida entre 2,00 m y 4,00 m, dimensionándose, adoptando un criterio más conservador, como un muro de 4,00 m.
- La Sección tipo 2, se aplica el tramo del muro en el que la altura libre está comprendida entre 0,00 m y 2,00 m, dimensionándose, adoptando un criterio más conservador, como un muro de 4,00 m.

El cálculo de las diferentes secciones tipo de muros de hormigón de contención, se ha realizado con el módulo StruBIM Canitilever Walls del programa informático CypeCad

2. NORMA Y MATERIALES

Norma: Código Estructural (España)
Hormigón: HA-30, Yc=1.5
Acero de barras: B 500 S, Ys=1.15
Tipo de ambiente: XA2
Recubrimiento en el intradós del muro: 3.0 cm
Recubrimiento en el trasdós del muro: 3.0 cm

Recubrimiento superior de la cimentación: 5.0 cm

Recubrimiento inferior de la cimentación: 5.0 cm

Recubrimiento lateral de la cimentación: 7.0 cm

Tamaño máximo del árido: 30 mm

3. ACCIONES

Empuje en el intradós: Pasivo

Empuje en el trasdós: Activo

4. DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 0.00 m

Altura del muro sobre la rasante: 0.50 m

Enrase: Intradós

Longitud del muro en planta: 30.00 m

Separación de las juntas: 5.00 m

Tipo de cimentación: Zapata corrida

5. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el intradós del muro: 0 %

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el trasdós del muro: 0 %

Evacuación por drenaje: 100 %

Porcentaje de empuje pasivo: 50 %

Cota empuje pasivo: 0.38 m

Tensión admisible: 0.200 MPa

Coeficiente de rozamiento terreno-cimiento: 0.60

ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coeficientes de empuje
1 - Relleno de terraplén	0.00 m	Densidad aparente: 19.00 kN/m³ Densidad sumergida: 11.00 kN/m³ Ángulo de rozamiento interno: 33.00 grados Cohesión: 0.00 kN/m²	Activo trasdós: 0.29 Pasivo intradós: 3.39

RELLENO EN INTRADÓS

Referencias	Descripción	Coeficientes de empuje
Pavimento	Densidad aparente: 18.00 kN/m³ Densidad sumergida: 10.00 kN/m³ Ángulo de rozamiento interno: 35.00 grados Cohesión: 0.00 kN/m²	Activo trasdós: 0.27 Pasivo intradós: 3.69

6. MURO TIPO 1

6.1. GEOMETRÍA

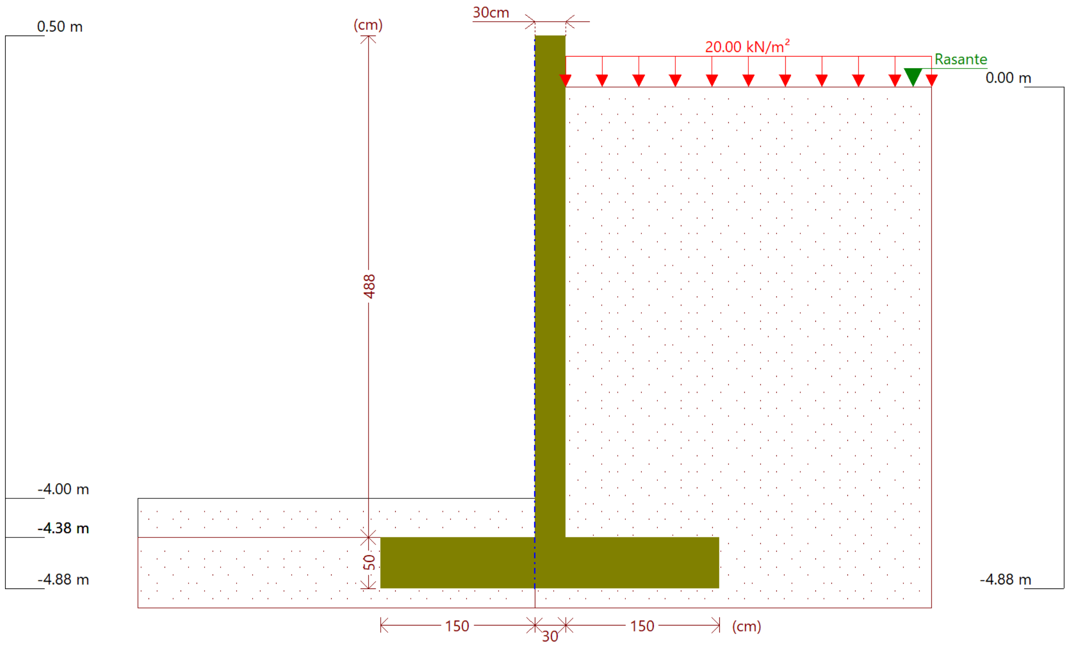
MURO

Altura: 4.88 m
Espesor superior: 30.0 cm
Espesor inferior: 30.0 cm

ZAPATA CORRIDA

Con puntera y talón
Canto: 50 cm
Vuelos intradós / trasdós: 150.0 / 150.0 cm
Hormigón de limpieza: 10 cm

6.2. ESQUEMA DE LAS FASES



Fase 1: Fase

6.3. CARGAS

CARGAS EN EL TRASDÓS

Tipo	Cota	Datos	Fase inicial	Fase final
Uniforme	En superficie	Valor: 20 kN/m²	Fase	Fase

6.4. RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: FASE

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON SOBRECARGAS

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN·m/m)	Ley de empujes (kN/m²)	Presión hidrostática (kN/m²)
0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.02	3.53	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.47	7.14	3.39	0.75	8.53	0.00
-0.96	10.74	8.24	3.54	11.27	0.00
-1.45	14.35	14.44	9.04	14.02	0.00
-1.94	17.95	21.98	17.91	16.76	0.00
-2.43	21.56	30.86	30.80	19.51	0.00
-2.92	25.16	41.10	48.38	22.25	0.00
-3.41	28.77	52.67	71.30	25.00	0.00
-3.90	32.37	65.59	100.22	27.74	0.00
-4.38	35.90	79.55	135.00	30.43	0.00
Máximos	35.90 Cota: -4.38 m	79.55 Cota: -4.38 m	135.00 Cota: -4.38 m	30.43 Cota: -4.38 m	0.00 Cota: 0.50 m
Mínimos	0.00 Cota: 0.50 m	0.00 Cota: 0.50 m	0.00 Cota: 0.50 m	0.00 Cota: 0.50 m	0.00 Cota: 0.50 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN·m/m)	Ley de empujes (kN/m²)	Presión hidrostática (kN/m²)
0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.02	3.53	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.47	7.14	0.62	0.10	2.63	0.00
-0.96	10.74	2.58	0.83	5.38	0.00
-1.45	14.35	5.89	2.85	8.12	0.00
-1.94	17.95	10.54	6.82	10.87	0.00
-2.43	21.56	16.54	13.40	13.61	0.00
-2.92	25.16	23.88	23.24	16.36	0.00
-3.41	28.77	32.57	37.02	19.10	0.00
-3.90	32.37	42.60	55.38	21.84	0.00
-4.38	35.90	53.73	78.44	24.53	0.00
Máximos	35.90 Cota: -4.38 m	53.73 Cota: -4.38 m	78.44 Cota: -4.38 m	24.53 Cota: -4.38 m	0.00 Cota: 0.50 m
Mínimos	0.00 Cota: 0.50 m	0.00 Cota: 0.50 m	0.00 Cota: 0.50 m	0.00 Cota: 0.50 m	0.00 Cota: 0.50 m

6.5. COMBINACIONES

HIPÓTESIS

1 - Carga permanente
2 - Empuje de tierras
3 - Sobrecarga

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

	Hipótesis		
Combinación	1	2	3
1	1.00	1.00	
2	1.35	1.00	
3	1.00	1.50	
4	1.35	1.50	
5	1.00	1.00	1.50
6	1.35	1.00	1.50
7	1.00	1.50	1.50
8	1.35	1.50	1.50

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

	Hipótesis		
Combinación	1	2	3
1	1.00	1.00	
2	1.00	1.00	0.60

6.6. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO

CORONACIÓN
Armadura superior: 2Ø12 Anclaje intradós / trasdós: 21 / 20 cm

TRAMOS				
Núm.	Intradós		Trasdós	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø10c/30 Solape: 0.25 m	Ø10c/25	Ø16c/30 Solape: 0.55 m Refuerzo 1: Ø20 h=1.6 m	Ø12c/30

ZAPATA		
Armadura	Longitudinal	Transversal
Superior	Ø16c/30	Ø12c/15 Patilla Intradós / Trasdós: 10 / 10 cm
Inferior	Ø16c/30	Ø12c/15 Patilla intradós / trasdós: 10 / 10 cm
Longitud de pata en arranque: 30 cm		

6.7. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA

Referencia: Muro: Muro Tipo 1 (Altura hasta 4,00 m)		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: *Norma Código Estructural. Artículo A19.6.2.5*	Máximo: 789.7 kN/m Calculado: 119.3 kN/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 20 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: *Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)*	Mínimo: 3.5 cm	
-Trasdós:	Calculado: 28.8 cm	Cumple
-Intradós:	Calculado: 24 cm	Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.3.1.1 (3)*	Máximo: 30 cm	
-Trasdós:	Calculado: 30 cm	Cumple
-Intradós:	Calculado: 25 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.6.3 (1)*	Mínimo: 0.001	
-Trasdós (-4.38 m):	Calculado: 0.00125	Cumple
-Intradós (-4.38 m):	Calculado: 0.00104	Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.3.1.1 (2)*		
-Trasdós:	Mínimo: 0.00114 Calculado: 0.00125	Cumple
-Intradós:	Mínimo: 0.00017 Calculado: 0.00104	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.6.2(1)*	Mínimo: 0.0012	
-Trasdós (-4.38 m):	Calculado: 0.00572	Cumple
-Trasdós (-2.78 m):	Calculado: 0.00223	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.6.2(1)*	Mínimo: 0.0012	

Referencia: Muro: Muro Tipo 1 (Altura hasta 4,00 m)		
Comprobación	Valores	Estado
-Trasdós (-4.38 m): -Trasdós (-2.78 m):	Calculado: 0.00572 Calculado: 0.00223	Cumple Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.6.2 (1)* -Intradós (-4.38 m): -Intradós (-2.78 m):	Mínimo: 0.0008 Calculado: 0.00087 Calculado: 0.00087	Cumple Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: *Criterio de CYPE* -Intradós (-4.38 m): -Intradós (-2.78 m):	Mínimo: 1e-05 Calculado: 0.00087 Calculado: 0.00087	Cumple Cumple
Cuantía máxima geométrica de armadura vertical total: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.6.2 (1)* - (0.50 m): - (-2.78 m):	Máximo: 0.04 Calculado: 0.0031 Calculado: 0.00659	Cumple Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: *Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)* -Trasdós, vertical: -Intradós, vertical:	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 12.4 cm Calculado: 28 cm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.3.1.1 (3)* -Armadura vertical Trasdós, vertical: -Armadura vertical Intradós, vertical:	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple Cumple
Comprobación a flexión compuesta: *Comprobación realizada por unidad de longitud de muro*		Cumple
Comprobación a cortante: *Norma Código Estructural. Artículo A19.6.2.2*	Máximo: 163.4 kN/m Calculado: 107.6 kN/m	Cumple
Comprobación de fisuración: *Norma Código Estructural. Artículo A19.7.3.4*	Máximo: 0.3 mm Calculado: 0.226 mm	Cumple

Referencia: Muro: Muro Tipo 1 (Altura hasta 4,00 m)		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de solapes: *Norma Código Estructural. Artículo 49.5.2*		
-Base trasdós:	Mínimo: 0.52 m Calculado: 0.55 m	Cumple
-Base intradós:	Mínimo: 0.25 m Calculado: 0.25 m	Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: *Criterio de CYPE*		
-Trasdós:	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
-Intradós:	Mínimo: 0 cm Calculado: 21 cm	Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 2.2 cm² Calculado: 2.2 cm²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: -4.38 m - Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: -4.38 m - Sección crítica a flexión compuesta: Cota: -3.18 m, Md: 89.75 kN·m/m, Nd: 36.55 kN/m, Vd: 70.61 kN/m, Tensión máxima del acero: 434.783 MPa - Sección crítica a cortante: Cota: -4.12 m - Sección con la máxima abertura de fisuras: Cota: -4.38 m, M: 112.38 kN·m/m, N: 35.90 kN/m		

Referencia: Zapata corrida: Muro Tipo 1 (Altura hasta 4,00 m)		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: *Valor introducido por el usuario.*		
-Coeficiente de seguridad al vuelco:	Mínimo: 2 Calculado: 2.96	Cumple
-Coeficiente de seguridad al deslizamiento:	Mínimo: 1.5 Calculado: 1.62	Cumple

Referencia: Zapata corrida: Muro Tipo 1 (Altura hasta 4,00 m)		
Comprobación	Valores	Estado
Canto mínimo:		
-Zapata: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: *Valor introducido por el usuario.*		
-Tensión media:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0731 MPa	Cumple
-Tensión máxima:	Máximo: 0.25 MPa Calculado: 0.0987 MPa	Cumple
Flexión en zapata: *Comprobación basada en criterios resistentes*	Calculado: 7.54 cm^2/m	
-Armado superior trasdós:	Mínimo: 6.18 cm^2/m	Cumple
-Armado inferior trasdós:	Mínimo: 0 cm^2/m	Cumple
-Armado superior intradós:	Mínimo: 0 cm^2/m	Cumple
-Armado inferior intradós:	Mínimo: 6.87 cm^2/m	Cumple
Esfuerzo cortante: *Norma Código Estructural. Artículo A19.6.2.2*	Máximo: 185.6 kN/m	
-Trasdós:	Calculado: 99.8 kN/m	Cumple
-Intradós:	Calculado: 110.9 kN/m	Cumple
Longitud de anclaje:		
-Arranque trasdós: *Norma Código Estructural. Artículo 49.5.1*	Mínimo: 35.1 cm Calculado: 42.2 cm	Cumple
-Arranque intradós: *Norma Código Estructural. Artículo 49.5.1*	Mínimo: 17 cm Calculado: 42.2 cm	Cumple
-Armado inferior trasdós (Patilla): *Norma Código Estructural. Artículo 49.5*	Mínimo: 0 cm Calculado: 10 cm	Cumple
-Armado inferior intradós (Patilla): *Norma Código Estructural. Artículo 49.5*	Mínimo: 0 cm Calculado: 10 cm	Cumple

Referencia: Zapata corrida: Muro Tipo 1 (Altura hasta 4,00 m)		
Comprobación	Valores	Estado
-Armado superior trasdós (Patilla): *Norma Código Estructural. Artículo 49.5*	Mínimo: 0 cm Calculado: 10 cm	Cumple
-Armado superior intradós (Patilla): *Norma Código Estructural. Artículo 49.5*	Mínimo: 0 cm Calculado: 10 cm	Cumple
Recubrimiento:		
-Lateral: *Norma Código Estructural. Artículo A19.4.4.1.3*	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Diámetro mínimo: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1.*	Mínimo: Ø12	
-Armadura transversal inferior:	Calculado: Ø12	Cumple
-Armadura longitudinal inferior:	Calculado: Ø16	Cumple
-Armadura transversal superior:	Calculado: Ø12	Cumple
-Armadura longitudinal superior:	Calculado: Ø16	Cumple
Separación máxima entre barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.3.1.1 (3)*	Máximo: 30 cm	
-Armadura transversal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
-Armadura transversal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
-Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 30 cm	Cumple
-Armadura longitudinal superior:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)*	Mínimo: 3.5 cm	
-Armadura transversal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
-Armadura transversal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
-Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 30 cm	Cumple
-Armadura longitudinal superior:	Calculado: 30 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.3.1.1 (1)*	Mínimo: 0.0013	
-Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 0.00134	Cumple

Referencia: Zapata corrida: Muro Tipo 1 (Altura hasta 4,00 m)		
Comprobación	Valores	Estado
-Armadura longitudinal superior:	Calculado: 0.00134	Cumple
-Armadura transversal inferior:	Calculado: 0.0015	Cumple
-Armadura transversal superior:	Calculado: 0.0015	Cumple
Cuantía mecánica mínima:		
-Armadura longitudinal inferior: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.3.1.1 (2)*	Mínimo: 0.0003 Calculado: 0.00134	Cumple
-Armadura longitudinal superior: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.3.1.1 (2)*	Mínimo: 0.0003 Calculado: 0.00134	Cumple
-Armadura transversal inferior: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*	Mínimo: 0.00138 Calculado: 0.0015	Cumple
-Armadura transversal superior: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*	Mínimo: 0.00138 Calculado: 0.0015	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 113.76 kN·m/m		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del intradós: 126.36 kN·m/m		

6.8. COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (CÍRCULO DE DESLIZAMIENTO PÉSIMO)

Referencia: Comprobaciones de estabilidad (Círculo de deslizamiento pésimo): Muro Tipo 1 (Altura hasta 4,00 m)		
Comprobación	Valores	Estado
Círculo de deslizamiento pésimo: Combinaciones sin sismo: - Fase: Coordenadas del centro del círculo (-1.00 m ; 1.27 m) - Radio: 6.77 m: *Valor introducido por el usuario.*	Mínimo: 1.6 Calculado: 1.616	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

7. MURO TIPO 2

7.1. GEOMETRÍA

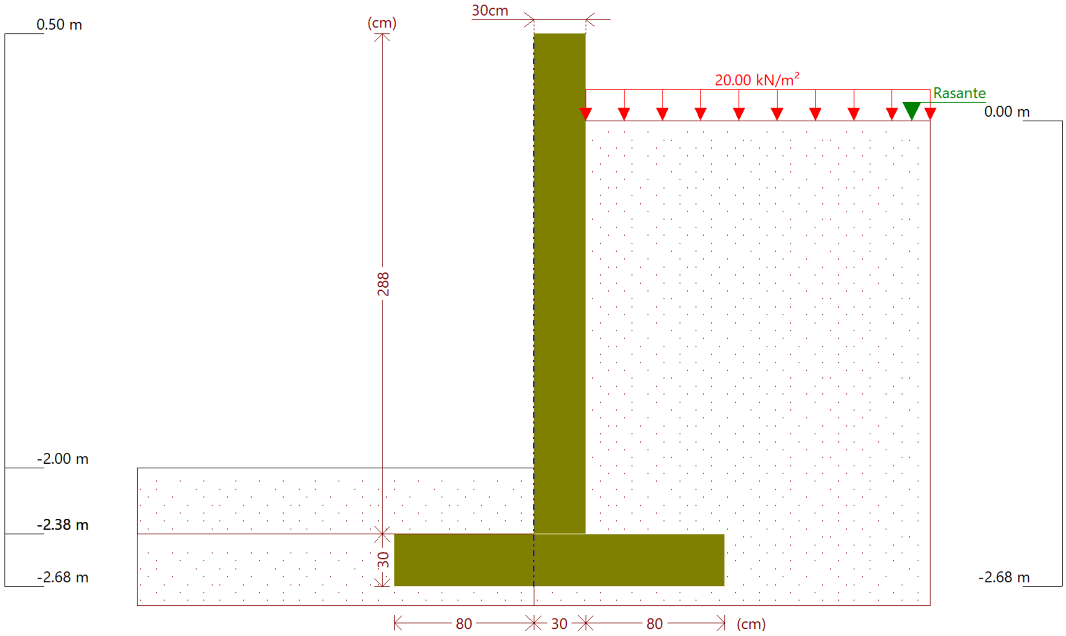
MURO

Altura: 2.88 m
Espesor superior: 30.0 cm
Espesor inferior: 30.0 cm

ZAPATA CORRIDA

Con puntera y talón
Canto: 30 cm
Vuelos intradós / trasdós: 80.0 / 80.0 cm
Hormigón de limpieza: 10 cm

7.2. ESQUEMA DE LAS FASES


0.50 m
(cm)
30cm
20.00 kN/m²
Rasante
0.00 m
288
-2.00 m
-2.38 m
-2.68 m
30
-2.68 m
80
30
80
(cm)

Fase 1: Fase

7.3. CARGAS

CARGAS EN EL TRASDÓS

Tipo	Cota	Datos	Fase inicial	Fase final
Uniforme	En superficie	Valor: 20 kN/m²	Fase	Fase

7.4. RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: FASE

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON SOBRECARGAS

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN·m/m)	Ley de empujes (kN/m²)	Presión hidrostática (kN/m²)
0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.22	2.06	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.07	4.19	0.43	0.01	6.29	0.00
-0.36	6.33	2.49	0.43	7.91	0.00
-0.65	8.46	5.02	1.50	9.54	0.00
-0.94	10.59	8.02	3.38	11.16	0.00
-1.23	12.73	11.49	6.20	12.79	0.00
-1.52	14.86	15.43	10.09	14.41	0.00
-1.81	17.00	19.85	15.19	16.03	0.00
-2.10	19.13	24.73	21.65	17.66	0.00
-2.38	21.19	29.90	29.28	19.23	0.00
Máximos	21.19 Cota: -2.38 m	29.90 Cota: -2.38 m	29.28 Cota: -2.38 m	19.23 Cota: -2.38 m	0.00 Cota: 0.50 m
Mínimos	0.00 Cota: 0.50 m	0.00 Cota: 0.50 m	0.00 Cota: 0.50 m	0.00 Cota: 0.50 m	0.00 Cota: 0.50 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN·m/m)	Ley de empujes (kN/m²)	Presión hidrostática (kN/m²)
0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.22	2.06	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.07	4.19	0.01	0.00	0.39	0.00
-0.36	6.33	0.36	0.04	2.02	0.00
-0.65	8.46	1.18	0.26	3.64	0.00
-0.94	10.59	2.47	0.78	5.27	0.00
-1.23	12.73	4.24	1.74	6.89	0.00
-1.52	14.86	6.47	3.28	8.51	0.00
-1.81	17.00	9.18	5.54	10.14	0.00
-2.10	19.13	12.35	8.65	11.76	0.00
-2.38	21.19	15.86	12.59	13.33	0.00
Máximos	21.19 Cota: -2.38 m	15.86 Cota: -2.38 m	12.59 Cota: -2.38 m	13.33 Cota: -2.38 m	0.00 Cota: 0.50 m
Mínimos	0.00 Cota: 0.50 m	0.00 Cota: 0.50 m	0.00 Cota: 0.50 m	0.00 Cota: 0.50 m	0.00 Cota: 0.50 m

7.5. COMBINACIONES

HIPÓTESIS

1 - Carga permanente
2 - Empuje de tierras
3 - Sobrecarga

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

	Hipótesis		
Combinación	1	2	3
1	1.00	1.00	
2	1.35	1.00	
3	1.00	1.50	
4	1.35	1.50	
5	1.00	1.00	1.50
6	1.35	1.00	1.50
7	1.00	1.50	1.50
8	1.35	1.50	1.50

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

	Hipótesis		
Combinación	1	2	3
1	1.00	1.00	
2	1.00	1.00	0.60

7.6. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO

<table>
<tr><th colspan="5">CORONACIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="5">Armadura superior: 2Ø12
Anclaje intradós / trasdós: 21 / 20 cm</td></tr>
<tr><th colspan="5">TRAMOS</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Núm.</td><td colspan="2">Intradós</td><td colspan="2">Trasdós</td></tr>
<tr><td>Vertical</td><td>Horizontal</td><td>Vertical</td><td>Horizontal</td></tr>
<tr><td>1</td><td>Ø10c/30
Solape: 0.25 m</td><td>Ø10c/25</td><td>Ø12c/30
Solape: 0.45 m</td><td>Ø10c/25</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="3">ZAPATA</th></tr>
<tr><td>Armadura</td><td>Longitudinal</td><td>Transversal</td></tr>
<tr><td>Superior</td><td>Ø12c/25</td><td>Ø12c/25
Patilla Intradós / Trasdós: 10 / 10 cm</td></tr>
<tr><td>Inferior</td><td>Ø12c/25</td><td>Ø12c/25
Patilla intradós / trasdós: 10 / 10 cm</td></tr>
<tr><td colspan="3">Longitud de pata en arranque: 30 cm</td></tr>
</table>

7.7. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA

Referencia: Muro: Muro Tipo 2 (Altura hasta 2,00 m)		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: *Norma Código Estructural. Artículo A19.6.2.5*	Máximo: 371.4 kN/m Calculado: 44.8 kN/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 20 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: *Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)*	Mínimo: 3.5 cm	
-Trasdós:	Calculado: 24 cm	Cumple
-Intradós:	Calculado: 24 cm	Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.3.1.1 (3)*	Máximo: 30 cm	
-Trasdós:	Calculado: 25 cm	Cumple

Referencia: Muro: Muro Tipo 2 (Altura hasta 2,00 m)		
Comprobación	Valores	Estado
-Intradós:	Calculado: 25 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.6.3 (1)*	Mínimo: 0.001	
-Trasdós (-2.38 m):	Calculado: 0.00104	Cumple
-Intradós (-2.38 m):	Calculado: 0.00104	Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.3.1.1 (2)*	Calculado: 0.00104	
-Trasdós:	Mínimo: 0.00025	Cumple
-Intradós:	Mínimo: 0.00017	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: -Trasdós (-2.38 m): *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.6.2(1)*	Mínimo: 0.0012 Calculado: 0.00125	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: -Trasdós (-2.38 m): *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.6.2(1)*	Mínimo: 0.0012 Calculado: 0.00125	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: -Intradós (-2.38 m): *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.6.2 (1)*	Mínimo: 0.0008 Calculado: 0.00087	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: -Intradós (-2.38 m): *Criterio de CYPE*	Mínimo: 1e-05 Calculado: 0.00087	Cumple
Cuantía máxima geométrica de armadura vertical total: - (0.50 m): *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.6.2 (1)*	Máximo: 0.04 Calculado: 0.00212	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: *Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)*	Mínimo: 3.5 cm	
-Trasdós, vertical:	Calculado: 27.6 cm	Cumple
-Intradós, vertical:	Calculado: 28 cm	Cumple

Referencia: Muro: Muro Tipo 2 (Altura hasta 2,00 m)		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima entre barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.3.1.1 (3)* -Armadura vertical Trasdós, vertical: -Armadura vertical Intradós, vertical:	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple Cumple
Comprobación a flexión compuesta: *Comprobación realizada por unidad de longitud de muro*		Cumple
Comprobación a cortante: *Norma Código Estructural. Artículo A19.6.2.2*	Máximo: 132 kN/m Calculado: 37.5 kN/m	Cumple
Comprobación de fisuración:	Máximo: 0.3 mm Calculado: 0 mm	Cumple
Longitud de solapes: *Norma Código Estructural. Artículo 49.5.2* -Base trasdós: -Base intradós:	Mínimo: 0.42 m Calculado: 0.45 m Mínimo: 0.25 m Calculado: 0.25 m	Cumple Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: *Criterio de CYPE* -Trasdós: -Intradós:	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm Mínimo: 0 cm Calculado: 21 cm	Cumple Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 2.2 cm^2 Calculado: 2.2 cm^2	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: -2.38 m - Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: -2.38 m - Sección crítica a flexión compuesta: Cota: -2.38 m, Md: 43.93 kN·m/m, Nd: 21.19 kN/m, Vd: 44.84 kN/m, Tensión máxima del acero: 367.691 MPa		

Referencia: Muro: Muro Tipo 2 (Altura hasta 2,00 m)		
Comprobación	Valores	Estado
- Sección crítica a cortante: Cota: -2.12 m		

Referencia: Zapata corrida: Muro Tipo 2 (Altura hasta 2,00 m)		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: *Valor introducido por el usuario.*		
-Coeficiente de seguridad al vuelco:	Mínimo: 2 Calculado: 2.92	Cumple
-Coeficiente de seguridad al deslizamiento:	Mínimo: 1.5 Calculado: 1.68	Cumple
Canto mínimo:		
-Zapata: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: *Valor introducido por el usuario.*		
-Tensión media:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0488 MPa	Cumple
-Tensión máxima:	Máximo: 0.25 MPa Calculado: 0.07 MPa	Cumple
Flexión en zapata: *Comprobación basada en criterios resistentes*	Calculado: 4.52 cm^2/m	
-Armado superior trasdós:	Mínimo: 2.29 cm^2/m	Cumple
-Armado inferior trasdós:	Mínimo: 0 cm^2/m	Cumple
-Armado superior intradós:	Mínimo: 0 cm^2/m	Cumple
-Armado inferior intradós:	Mínimo: 2.62 cm^2/m	Cumple
Esfuerzo cortante: *Norma Código Estructural. Artículo A19.6.2.2*	Máximo: 124.9 kN/m	
-Trasdós:	Calculado: 35 kN/m	Cumple
-Intradós:	Calculado: 40.1 kN/m	Cumple
Longitud de anclaje:		

Referencia: Zapata corrida: Muro Tipo 2 (Altura hasta 2,00 m)		
Comprobación	Valores	Estado
-Arranque trasdós: *Norma Código Estructural. Artículo 49.5.1*	Mínimo: 17.7 cm Calculado: 22.6 cm	Cumple
-Arranque intradós: *Norma Código Estructural. Artículo 49.5.1*	Mínimo: 17 cm Calculado: 22.6 cm	Cumple
-Armado inferior trasdós (Patilla): *Norma Código Estructural. Artículo 49.5*	Mínimo: 0 cm Calculado: 10 cm	Cumple
-Armado inferior intradós (Patilla): *Norma Código Estructural. Artículo 49.5*	Mínimo: 0 cm Calculado: 10 cm	Cumple
-Armado superior trasdós (Patilla): *Norma Código Estructural. Artículo 49.5*	Mínimo: 0 cm Calculado: 10 cm	Cumple
-Armado superior intradós (Patilla): *Norma Código Estructural. Artículo 49.5*	Mínimo: 0 cm Calculado: 10 cm	Cumple
Recubrimiento:		
-Lateral: *Norma Código Estructural. Artículo A19.4.4.1.3*	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Diámetro mínimo: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1.*	Mínimo: Ø12	
-Armadura transversal inferior:	Calculado: Ø12	Cumple
-Armadura longitudinal inferior:	Calculado: Ø12	Cumple
-Armadura transversal superior:	Calculado: Ø12	Cumple
-Armadura longitudinal superior:	Calculado: Ø12	Cumple
Separación máxima entre barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.3.1.1 (3)*	Máximo: 30 cm	
-Armadura transversal inferior:	Calculado: 25 cm	Cumple
-Armadura transversal superior:	Calculado: 25 cm	Cumple
-Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 25 cm	Cumple
-Armadura longitudinal superior:	Calculado: 25 cm	Cumple

Referencia: Zapata corrida: Muro Tipo 2 (Altura hasta 2,00 m)		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)*	Mínimo: 3.5 cm	
-Armadura transversal inferior:	Calculado: 25 cm	Cumple
-Armadura transversal superior:	Calculado: 25 cm	Cumple
-Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 25 cm	Cumple
-Armadura longitudinal superior:	Calculado: 25 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.3.1.1 (1)*	Mínimo: 0.0013	
-Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 0.0015	Cumple
-Armadura longitudinal superior:	Calculado: 0.0015	Cumple
-Armadura transversal inferior:	Calculado: 0.0015	Cumple
-Armadura transversal superior:	Calculado: 0.0015	Cumple
Cuantía mecánica mínima:	Calculado: 0.0015	
-Armadura longitudinal inferior: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.3.1.1 (2)*	Mínimo: 0.0003	Cumple
-Armadura longitudinal superior: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.3.1.1 (2)*	Mínimo: 0.0003	Cumple
-Armadura transversal inferior: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*	Mínimo: 0.00138	Cumple
-Armadura transversal superior: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*	Mínimo: 0.00138	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 22.70 kN·m/m		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del intradós: 25.96 kN·m/m		

7.8. COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (CÍRCULO DE DESLIZAMIENTO PÉSIMO)

Referencia: Comprobaciones de estabilidad (Círculo de deslizamiento pésimo): Muro Tipo 2 (Altura hasta 2,00 m)		
Comprobación	Valores	Estado
Círculo de deslizamiento pésimo: Combinaciones sin sismo: - Fase: Coordenadas del centro del círculo (-0.23 m ; 1.27 m) - Radio: 4.17 m: *Valor introducido por el usuario.*	Mínimo: 1.6 Calculado: 1.783	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

ANEJO Nº 4: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE GEOSINTÉTICOS

ANEJO Nº4: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE GEOSINTÉTICOS

1. CÁLCULOS GEOSINTÉTICOS DISPUESTOS PARA LA PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE PARA LA AMPLIACIÓN DE LA FASE II 2
- **1.1. CALCULO DEL ESPESOR Y DEFORMACIÓN DE LA GEOMEMBRANA 2**
- **1.2. JUSTIFICACIÓN DE LA IMPERMEABILIDAD DEL GEOCOMPUESTO BENTONÍTICO 4**
- **1.3. DIMENSIONAMIENTO DE CAPACIDAD DE FLUJO DE GEOCOMPUESTO DRENANTE .....** ¡Error! Marcador no definido.
  - 1.3.1. Cálculo de la capacidad drenante de una capa de gravas de 50 cm de espesor **¡Error! Marcador no definido.**
  - 1.3.2. Equivalencia entre la transmisividad de las capas de drenaje granulares y la transmisividad de los geodrenes .....**¡Error! Marcador no definido.**
- **1.4. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA A TRACCIÓN EN TALUDES 14**
- **1.5. CÁLCULO DE LA ZANJA DE ANCLAJE DE LOS GEOSINTÉTICOS EN EL VIARIO PERIMETRAL 17**

2. CÁLCULOS GEOSINTÉTICOS DISPUESTOS EN EL PAQUETE DE SELLADO 19
- **2.1. CÁLCULO DEL GRAMAJE DE LOS GEOTEXTILES DE PROTECCIÓN 19**
  - 2.1.1. Factor de seguridad global 20
  - 2.1.2. Factores de modificación 21
    - 2.1.2.1. Factor de modificación por forma de la protuberancia 21
    - 2.1.2.2. Factor de modificación por densidad del relleno 22
    - 2.1.2.3. Factor de modificación por efecto de arco en sólidos 22
  - 2.1.3. Factores de reducción 22
    - 2.1.3.1. Factor de reducción por fluencia a largo plazo 23
    - 2.1.3.2. Factor de reducción por degradación química y biológica a largo plazo 23
  - 2.1.4. Diseño del geotextil de protección de membrana PEAD en coronación 24
- **2.2. CALCULO DEL ESPESOR Y DEFORMACIÓN DE LA GEOMEMBRANA 25**
- **2.3. CÁLCULOS DE RESISTENCIA A PUNZONAMIENTO DE GEOTEXTILES 27**
- **2.4. CÁLCULOS DE LA APERTURA DE POROS DE GEOTEXTIL ANTICOLMATANTE 28**
- **2.5. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA A TRACCIÓN EN TALUDES 29**
- **2.6. DIMENSIONAMIENTO DE CAPACIDAD DE FLUJO DE GEOCOMPUESTO DRENANTE 32**
  - 2.6.1. Cálculo de la capacidad drenante de una capa de gravas de 50 cm de espesor 32
  - 2.6.2. Equivalencia entre la transmisividad de las capas de drenaje granulares y la transmisividad de los geodrenes 33
- **2.7. CALCULO DEL LASTRADO DE LOS GEOSINTÉTICOS DE LOS TALUDES 34**

ANEJO Nº4: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE GEOSINTÉTICOS

1. CÁLCULOS GEOSINTÉTICOS DISPUESTOS PARA LA PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE PARA LA AMPLIACIÓN DE LA FASE II

1.1. CALCULO DEL ESPESOR Y DEFORMACIÓN DE LA GEOMEMBRANA

Durante la colocación de la geomembrana se tiene un especial cuidado en no dañar el suelo y no dejar huecos bajo la capa aislante, que provocarán excesivos asentamientos una vez que los residuos se coloquen sobre ella.

Prevenir los asentamientos excesivos o estimar los tolerables para que no se produzcan fallos de la geomembrana, es una de las principales tareas del diseño. La defensa más efectiva contra los asentamientos indeterminados es incrementar el grosor de la geomembrana. Una geomembrana fina y ligeramente flexible se deformará fácilmente siendo atrapada por la gravilla colindante y la deformación solo tendrá lugar en el área del aislante que esta sobre el asentamiento. En comparación, una geomembrana más gruesa y más rígida será moderada sólo por la fricción dentro de una región anular alrededor del asentamiento.

El grosor de la geomembrana se puede calcular y comparar con los valores mínimos de la reglamentación, si el existe y le es de aplicación, o con los valores mínimos de durabilidad.

Para el diseño se utiliza la formula siguiente:

$$t=\frac{\sigma_n \times x \times (\tan\delta_U+\tan\delta_L)}{\sigma_{permitida} \times (\cos\beta-\mathrm{sen}\beta \times \tan\delta_L)}$$

donde,

t = grosor de la geomembrana

σ_n= tensión aplicada obtenida a partir de las siguientes cargas de las diferentes capas dispuestas sobre las láminas geosintéticas y la carga de tráfico considerada

x = distancia movilizada de deformación de la geomembrana

δ_U= ángulo de rozamiento entre la geomembrana y el material superior

δ_L = ángulo de resistencia al corte entre la geomembrana y el material inferior

$\sigma_{permitida}$ = tensión de rotura de la geomembrana

β= ángulo del talud de apoyo de la lámina

Lámina en taludes de recrecido del viario (2H/1V). β= 26,56º

Para este proyecto, los datos considerados para el cálculo del espesor de la geomembrana son:

- membrana de PEAD
- tensión aplicada sobre la lámina en los taludes del recrecido
  Altura máxima de residuos sobre geosinteticos (Densidad 10,0 KN/m³): 8,00 m
  Espesor de tierra de regularización (Densidad 16,0 KN/m³): 0,50 m
  Espesor de tierra de cobertura (Densidad 16,0 KN/m³): 1,00 m
  σ_n= (8,00 x 10,0 + 0,50 x 16,0 + 1,00 x 16,0) KN/m² = 104,00 KN/m²
- ángulo de rozamiento de la geomembrana con la capa superior de geotextil de protección 21º en taludes (lámina texturizada)
- ángulo de rozamiento de la geomembrana con la capa inferior geotextil de protección 21º en taludes (lámina texturizada)
- tensión de rotura de la geomembrana 26.000 KPa (según UNE 104425)
- ángulo del asiento: dependiente de la localización de la lámina
- distancia movilizada de la deformación de la geomembrana 0,333 m (se obtiene de la gráfica siguiente que existen en bibliografía para los distintos materiales de la geomembrana). Para geomembranas de 2,00 mm aplicamos un coeficiente multiplicador de 2,00/1,50 = 1,333 a los valores obtenidos para geomembranas de 1,50 mm

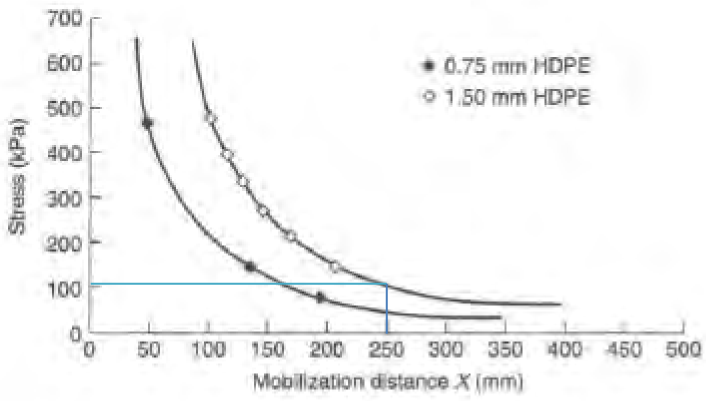


Fig 1: Distancia de movilización de la geomembrana

Con estos datos se obtiene los siguientes espesores mínimos de la geomembrana según su localización:

- Lámina en taludes de viario (2H/1V). β= 26,86º...e_{min}= 1,73 mm

Según los cálculos anteriores el espesor mínimo de la membrana para la situación más desfavorable será de 1,73 mm. Puesto que se proyecta ejecutar la impermeabilización con una membrana de espesor 2,00 mm, se garantiza el cumplimiento de los requisitos de espesor mínimo calculados en el presente apartado.

1.2. JUSTIFICACIÓN DE LA IMPERMEABILIDAD DEL GEOCOMPUESTO BENTONÍTICO

El presente capítulo constituye la justificación técnica de la validez a largo plazo de un geocompuesto de bentonita como barrera geológica artificial incluida en la secuencia de impermeabilización de los taludes del vertedero.

La finalidad del presente desarrollo de cálculo justificativo es validar la permeabilidad equivalente a largo plazo de una capa de bentonita en cumplimiento de los requisitos establecidos en el Real Decreto 646/2020. En el que se establece que se ha de recurrir a una barrera geológica artificial para complementar la impermeabilización de base del vertedero al ser de residuos no peligrosos, y que ha de requerirse una permeabilidad equivalente menor o igual a $1x10^{-9}$ m/s en 1,0 m de espesor.

Para el cálculo de la permeabilidad equivalente, tomaremos las condiciones establecidas en proyecto, considerando que se ha de conseguir una permeabilidad equivalente a una barrera geológica natural de permeabilidad y espesor equivalente a $K \leq 1 \times 10^{-9}$ m/s y espesor ≥ 1,0 m.

Para obtener la permeabilidad equivalente de la capa de bentonita consideraremos un espesor de lixiviado sobre la lámina de bentonita de 0,50 m.

A partir de aquí, calculamos cuál es el caudal unitario para una superficie de 1 m^2, permeando a través de una barrera geológica de arcilla de 0,50 m de potencia y permeabilidad $K = 0,5 \times 10^{-9}$ m/s

Para ello, determinaremos cuál es el flujo perpendicular (Q) que permea a través del paquete de impermeabilización.

Este caudal estará determinado en base a la Ley de Darcy:

$$Q=K\times i\times A$$

Donde:
Q = caudal (m^3/s)
K = permeabilidad de la capa de impermeabilización (m/s)
i = gradiente hidráulico (-)
A = área (A= 1,00 m^2)

Si el suelo está saturado y no existen fenómenos de succión, según Qian, Koerner, Gray (2002): “Geotechnical Aspects of Landfill Design and Construction”, el gradiente (i) es función del nivel de agua sobre la barrera geosintética (h) y de la potencia de la capa de arcillas o espesor de la bentonita (d)

$$i=\frac{d+h}{d}$$

A partir de la fórmula, el caudal unitario que se infiltraría a través de una barrera geológica natural de 0,5 m de espesor según requerimientos de proyecto, resulta:

$$Q=K\times\frac{d+h}{d}\times A=0{,}5\times10^{-9}m/s\times\frac{0{,}5\ m+0{,}5\ m}{0{,}5\ m}\times1\ m^2=1x10^{-9}m/s$$

Se calcula, la permeabilidad equivalente que debe asegurar la capa de bentonita de 8,0 mm de espesor para que sea equivalente a la permeabilidad de $1x10^{-9}$m/s de barrera geológica calculada.

Aplicando de nuevo la expresión de Darcy, resulta:

$$Q=K\times\frac{d+h}{d}\times A\rightarrow1x10^{-9}m/s=K\times\frac{0{,}0080\ m+0{,}50\ m}{0{,}0080\ m}\times1\ m^2$$

Despejando de la expresión anterior el valor de K se obtiene una permeabilidad de $1{,}57x10^{-11}$ m/s

Puesto que la permeabilidad exigida a la lámina de bentonita es de $K\leq10^{-11}$ m/s, se cumplen los requisitos de permeabilidad exigidos según el Real Decreto 646/2020.

1.3. CÁLCULO DEL GRAMAJE DE LOS GEOTEXTILES DE PROTECCIÓN

La metodología para escoger el geotextil más adecuado para la aplicación de protección se basa en la resistencia al punzonamiento de la geomembrana.

En esta metodología se determina la presión que actúa sobre el geotextil, bajo unas determinadas condiciones y se verifica que el geotextil seleccionado resista el punzonamiento que se pueda generar.

Con respecto a la geomembrana y al material de protección, el análisis teórico demuestra que la resistencia al punzonamiento de la geomembrana se puede mejorar bajo las siguientes condiciones:

- Al incrementar el espesor de la geomembrana, el análisis realizado por Wilson-Fahmy, Narejo y Koerner muestra que la resistencia al punzonamiento se incrementa linealmente con relación al espesor. Si se incrementa el espesor de 1,5 a 2,5 mm el incremento de la resistencia al punzonamiento puede ser de 1.7 veces. Según esto el incremento de espesor puede ser benéfico para la resistencia al punzonamiento de la geomembrana, si la resistencia de la geomembrana es cercana al valor requerido.

- El uso de un material de protección, en este caso un geotextil no tejido punzonado por agujas, es una solución para el mejoramiento de la resistencia al punzonamiento de la geomembrana.
- El incremento del espesor o masa unitaria del material de protección, incrementará la resistencia al punzonamiento de la geomembrana. De esta forma a medida que la masa unitaria se ve incrementada por el cambio de geotextil, la resistencia al punzonamiento aumenta considerablemente.

Para el diseño del geotextil como material de protección se empleará la metodología planteada por Wilson-Fahmy, Narejo y Koerner, expuesta en 1996, y que se desarrolla en los siguientes apartados.

Este método usa la ecuación tradicional del factor de seguridad:

$$FS = \frac{P_{adm}}{P_{act}}$$

Donde:

FS: Factor de Seguridad contra el punzonamiento de la geomembrana

P_{act}: Presión sobre el geotextil debido al contenido del vertedero (KPa), obtenida de la expresión:

$$P_{act} = \gamma \times h + SC_{traf}$$

h: Altura máxima de residuos sobre geosintéticos

γ: Densidad de residuos sobre membrana.

Altura máxima de residuos sobre geosinteticos (Densidad 10,0 KN/m³): 8,00 m

Espesor de tierra de regularización (Densidad 16,0 KN/m³): 0,50 m

Espesor de tierra de cobertura (Densidad 16,0 KN/m³): 1,00 m

P_{act}= (8,00 x 10,0 + 0,50 x 16,0 + 1,00 x 16,0) KN/m² = 104,00 KN/m²

Con el fin de tener en cuenta la carga del tráfico en coronación se supondrá una sobrecarga repartida de SC_{traf}= 20 KN/m².

De la expresión anterior se obtiene que P_{act}= 124,00 KPa.

Se ha obtenido una relación empírica para el cálculo del P_{adm} basado en un gran número de ensayos y pruebas del método de punzonamiento hidrostático de la norma ASTM D5514, la cual se muestra en la siguiente ecuación, y utiliza factores de modificación y de reducción con el fin de tener en cuenta las condiciones de campo y comportamiento de los materiales

$$P_{adm}= \left(50+100\times R_p\times\frac{M}{H^2}\right)\times\left(\frac{1}{FM_S\times FM_D\times FM_A}\right)\times\left(\frac{1}{FR_{FL}\times FR_{DQB}}\right)$$

Donde:

R_p: Resistencia al punzonado estático de la geomembrana. Los valores de R_p se obtienen de la tabla siguiente dependiendo del espesor de la geomembrana.

H: Altura de protuberancia (mm). Se toma un valor igual a la mitad del tamaño máximo del árido

FM_S: Factor de modificación según la forma de la protuberancia

FM_{DR}: Factor de modificación para la densidad del relleno

FM_A: Factor de modificación por efecto de arco en sólidos

FR_{FL}: Factor de reducción por la fluencia a largo plazo

FR_{DQB}: Factor de reducción para la degradación química/biológica a largo plazo

1.3.1. Factor de seguridad global

El objetivo de este factor de seguridad es garantizar un diseño adecuado para la protección de geomembranas, evitando que éstas fallen por punzonamiento durante su período de servicio.

El fallo de la geomembrana puede ocasionar filtración de lixiviados al subsuelo y posteriormente a las aguas subterráneas, generando un foco de contaminación de difícil detección.

El factor de seguridad global adoptado será de FS= 3,00.

1.3.2. Factores de modificación

Este tipo de factores son propuestos con el fin de representar de mejor forma las condiciones de campo del material de protección en el diseño. Los factores de modificación son iguales o menores a 1.0, y deberán ser tomados de las tablas que se muestran a continuación.

1.3.2.1. Factor de modificación por forma de la protuberancia

Estos factores fueron propuestos con base en el ensayo hidrostático de presión por punzonamiento de la norma ASTM 5514, según la cual se estableció que el valor de presión resistente más alto es alcanzado cuando las rocas tienen forma redondeada, seguidas de las semiredondeadas y finalmente, la menor resistencia a la presión es la generada por rocas de forma angular, en las que su efecto es casi el mismo que el generado por los conos truncados en el ensayo de falla a presión. Debido a que el factor de modificación es inversamente proporcional a la presión admisible, los factores para rocas redondeadas y semiredondeadas son menores a la unidad, es decir, que aumenta la presión admisible a la que puede ser sometido el material de protección y la geomembrana.

FM_S	
Angular	1,00
Semirredondeada	0,50
Redondeada	0,25

Tabla 1. Factor de corrección por la forma de la protuberancia

1.3.2.2. Factor de modificación por densidad del relleno

Según las pruebas realizadas por Wilson-Fahmy, Narejo y Koerner se pudo demostrar que la presión admisible para protuberancias concentradas es mucho mayor que para protuberancias aisladas. Basados en los resultados, se llegó a un factor de modificación de 0,5 que estima el efecto generado por rocas concentradas en relación a estas mismas pero ubicadas de forma aislada.

Para poder hacer una comparación del comportamiento de la geomembrana sobre protuberancias aisladas, en la siguiente tabla se encuentran los factores según su tamaño y forma de ubicación.

FM_{DR}	
Aislada	1,00
Compacta, 38 mm	0,83
Compacta, 25 mm	0,67
Compacta, 12 mm	0,50

Tabla 2. Factor de modificación por densidad del relleno

1.3.2.3. Factor de modificación por efecto de arco en sólidos

Este factor tiene en cuenta el tipo de material o de carga a la que es sometida la geomembrana.

La resistencia al punzonamiento de la geomembrana bajo cargas geoestáticas, puede llegar a ser hasta 6 veces mayor que la resistencia de la geomembrana bajo una carga hidrostática; este efecto se atribuye a la capacidad de los suelos para disipar las cargas aplicadas en función de la profundidad y a la compresibilidad del mismo, propiedad que carecen los líquidos, por lo que este efecto tenderá a aliviar el esfuerzo que es transmitido a la geomembrana y a su material de protección.

FM_{A}	
Hidrostática	1,00
Geostática, superficial	0,75
Geostática, moderado	0,50
Geostática, profunda	0,25

Tabla 3. Factor de modificación por efecto de arco en sólidos

1.3.3. Factores de reducción

Una vez presentados los factores de modificación, establecidos según el tipo y tamaño de partículas presentes en el suelo de instalación del sistema, se presentan los factores de reducción los cuales son aplicados para garantizar la integridad de la geomembrana.

Se consideran dos factores, el primer factor involucra la fluencia de los materiales a largo plazo, y el segundo factor tiene en cuenta la posible acción de degradación química y biológica debido a la acción de agentes presentes en el lugar del proyecto.

Los factores de reducción son iguales o mayores a 1,0 y deberán ser tomados de las tablas que se muestran a continuación.

1.3.3.1. Factor de reducción por fluencia a largo plazo

Los factores de reducción por fluencia a largo plazo son relativamente menores a los encontrados en la literatura para geotextiles sometidos a tensión.

Esto se debe a que la geomembrana y el material de protección al estar ambos sometidos a punzonamiento, con el tiempo se verán afectados positivamente por el efecto de fluencia, lo cual hará que la longitud inicial sin apoyo del material contra el suelo disminuya con el pasar del tiempo. De esta forma, los esfuerzos de la geomembrana y del material de protección son reducidos.

Con base en lo anterior el factor por fluencia requerido para la protección de geomembranas es menor comparado con el requerido por el mismo material sometido a esfuerzos de tensión constantes.

FR_{DQB}	
Lixiviado leve	1,10
Lixiviado moderado	1,30
Lixiviado severo	1,50

Tabla 4. Factor de reducción por fluencia

1.3.3.2. Factor de reducción por degradación química y biológica a largo plazo

Para este factor se debe tener en cuenta la posible acción de agentes externos los cuales puedan afectar la integridad del sistema, por ejemplo: roedores, hongos, bacterias, entre otros, los cuales pueden generar degradación del material. Sin embargo, debido al alto peso molecular de los materiales con los cuales se fabrican los geosintéticos el efecto de estos agentes sobre el material es mínimo.

Para el caso de degradación por sustancias químicas, el efecto que tienen éstas sobre el material puede ser más decisivo a la hora del diseño, es el caso de vertederos, donde se debe evaluar el tipo de lixiviado generado por el tipo de desechos que conforman el relleno. Este es el único caso en el cual un factor químico pueda amenazar la integridad del sistema.

Se adopta un valor de FR_{DQB}= 1,50

1.3.4. Diseño del geotextil de protección de membrana PEAD en los taludes del viario

En el caso del geotextil de protección de la membrana en coronación (tanto inferiormente como superiormente), la capa de áridos en contacto con el geotextil será la capa de drenaje del vaso compuesta por gravas redondeadas procedentes de cantera con un tamaño de árido de 40/80 mm (esta capa será en ambos casos una capa mixta formada por una capa de gravas naturales de 15 cm y por capa de gravas de árido reciclado de 10 cm, siendo la capa de contacto con el geotextil de protección de la lámina la correspondiente a la capa de gravas redondeadas procedentes de cantera).

Aplicando la formulación y los coeficientes detallados en el apartado anterior se obtendrá el gramaje necesario del geotextil de protección sobre la lámina.

FS= 3,00

P_{act}=124,00 KPa

P_{adm}= FS x P_{act}= 372,00 KPa

h= 40 mm. (Se considera una altura de protuberancia igual a la mitad del tamaño máximo del árido 40/80).

R_p= 4,5 KN, (Resistencia a punzonamiento de la geomembrana de 2,0 mm según norma UNE 104425)

FM_S= 0,50 (Forma semirredondeada de los áridos)

FM_{DR}= 0,83 (Áridos con protuberancias de 0,38 mm)

FM_A= 0,50 (Capa de taludes con presión geostática moderada)

FR_{FL}= 1,50 (Agresividad con lixiviado severo).

FR_{DQB}=1,50

Mediante la sustitución de todos estos valores en la ecuación siguiente, se obtiene el gramaje mínimo requerido para el geotextil:

$$372{,}00= \left(50+ 100\times 4{,}5\times \frac{M}{40^2}\right)\times\left(\frac{1}{0{,}50\times 0{,}83\times 0{,}75}\right)\times\left(\frac{1}{1{,}50\times 1{,}50}\right)$$

Despejando el valor de M se obtiene el gramaje mínimo del geotextil de **440 g/m²**.

Se adopta por tanto un **geotextil de 500 g/m²** para la protección de la lámina de PEAD de sellado frente al punzonamiento de las capas de drenaje de lixiviados de gravas de 40/80.

Con este geotextil de 500 g/m², se obtiene un factor de seguridad de 3,30.

1.4. CÁLCULOS DE RESISTENCIA A PUNZONAMIENTO DE GEOTEXTILES

El geotextil debe siempre resistir el proceso de instalación frente a presiones ejercidas por la capa de drenaje o frente a las cargas de tráfico.

La carga total a considerar para valorar la resistencia a punzonamiento del geotextil será de 46,35 kN/m², tal y como se determina en el apartado anterior

Aplicando la Norma EN ISO 12236 de resistencia a la perforación, tal como se ha calculado en el apartado anterior el valor de la carga resultante más desfavorable sobre el geotextil será de 124,00 KN/m²=12,40 N/cm², que equivale en el ensayo CBR para determinar la resistencia a la perforación (Norma EN ISO 12236, utilizando una probeta de 50 mm de diámetro y 19,625 cm² de base) a una carga de 12,40 N/cm² x 19,625 cm² = 243,35 N.

A esta carga ha de aplicarse los coeficientes de seguridad debidas a los cambios de propiedades de los geosintéticos, recogidos en la recomendación GRI Standard Practice GT, y que se recogen en la tabla siguiente para el geotextil de protección.

- Factor por daños durante la colocación (R_{FID})........1,40
- Factor por fluencia del material (R_{FCR})........2,50
- Factor por degradación química (R_{FCD})........1,20
- Factor por degración biológica (R_{FBD})........1,10
- Factor por uniones (R_{FJNT})........1,00

Por lo que la resistencia a la perforación, punzonamiento, exigible será la resultante de la requerida con la aplicación de los factores establecidos, resultando el siguiente valor final:

243,35 N x (1,40 x 2,50 x 1,20 x 1,10 x 1,00) = 1.124 N

Por lo que como geotextil de protección para la integridad de la membrana de PEAD sería necesario utilizar un geotextil con una resistencia al punzonamiento CBR según la Norma EN ISO 12236 ≥ 1.124 N, que supera el valor necesario requerido por el cálculo en las condiciones más desfavorables.

El geotextil de protección de 500 gr/m² dispuesto entre la lámina de PEAD y las capas de gravas de drenaje deberá tener una resistencia de punzonamiento de 3.800 N según los requisitos de la norma UNE 104425, valor de resistencia al punzonamiento superior al requerido según el cálculo.

Según los requisitos de la norma UNE 104425, el geotextil anticolmatante de 150 gr/m² dispuesto sobre la capa granular deberá tener una resistencia de punzonamiento de 2.600 N, valor de resistencia al punzonamiento superior al requerido según el cálculo desarrollado en el presente apartado.

1.5. CÁLCULOS DE LA APERTURA DE POROS DE GEOTEXTIL ANTICOLMATANTE

La apertura eficaz de poros exigible a un geotextil, según el artículo 422.2.2 del PG-3, deberá cumplir las siguientes condiciones.

$$O_{90,w}>0{,}05\text{ mm}$$
$$O_{90,w}<0{,}20\text{ mm}$$
$$O_{90,w}<d_{90}$$
$$\text{si } d_{90}<0{,}06\text{ mm}\rightarrow O_{90,w}<10\times d_{50}$$
$$\text{si } d_{90}>0{,}06\text{ mm}\rightarrow O_{90,w}<5\times\sqrt{d_{10}\times d_{60}}$$

El suelo a proteger de la colmatación será el correspondiente a las gravas de drenaje de lixiviados con un tamaño máximo 40/80 mm, adoptando los siguientes valores típicos de d_x, para una curva granulométrica de una grava tamaño de árido comprendido entre 40 y 80 mm.

Se ha supuesto una variación entre el lineal entre el 100% que pasa para un tamiz de 80 mm y un 5% restante que pasa por el tamiz de 40 mm.

d_{90}= 74 mm

d_{60}= 63 mm

d_{50}= 58 mm

d_{10}= 42 mm

Sustituyendo estas expresiones en las ecuaciones anteriores, se debe cumplir que la abertura eficaz del geotextil cumpla las las condiciones siguientes:

$$O_{90,w}>0{,}05\text{ mm}$$
$$O_{90,w}<0{,}20\text{ mm}$$
$$O_{90,w}<74\text{ mm}$$
$$\text{como } d_{90}=74\text{ mm }>0{,}06\text{ mm}\rightarrow O_{90,w}<5\times\sqrt{42\times 63}=257{,}19\text{ mm}$$

Como se aprecia en los cálculos realizados anteriormente, la apertura de poros del geotextil anticolmatante dispuesto sobre la capa de gravas de drenaje debe estar comprendida entre 0,05 mm y 0,20 mm.

Según los requerimientos de la norma UNE 104425 la medida de abertura característica para el geotextil anticolmatante de 150 g/m², deberá estar entre 0,040 y 0,140 mm. Por ello, y adoptando los criterios más restrictivos determinados según el cálculo y según la norma UNE 104425, se deberán restringir los valores de abertura característica a los comprendidos dentro del intervalo entre 0,050 mm (valor mínimo más restrictivo según el cálculo) y 0,140 mm (valor máximo más restrictivo según norma UNE 104425).

1.6. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA A TRACCIÓN EN TALUDES

Los sistemas de impermeabilización de vertederos controlados están compuestos por un conjunto de materiales sintéticos, o geocompuestos, y naturales como grava y arcilla, dispuestos unos sobre otros. Esta disposición en estructura de tipo “sándwich” hace que existan una serie de interfases de contacto entre diferentes tipos de materiales (Geomembrana – geotextil, geotextil – arcilla, etc.), que cuando son colocadas en pendiente o taludes implica la movilización de una fuerza de rozamiento entre ellas, al generarse esfuerzos tangenciales debido a su propio peso, y al peso de los materiales suprayacentes en el caso de que se dispongan en la estructura de sellado del mismo.

Si el esfuerzo tangencial generado supera la resistencia friccional de la interfase se puede inducir la rotura por desgarramiento del geocompuesto más débil (menor resistencia a tracción), provocando su desplazamiento, y con él todos aquellos materiales superiores a los que da servicio. De esta manera se pueden producir deslizamientos, fundamentalmente cuando hablamos de la cubierta de sellado, lo que implica la necesidad de un cálculo de la estabilidad de esta estructura.

Cuando se disponen en los taludes en el revestimiento interior del vaso de vertido, debido a su propio peso se genera un punto de acumulación de tensiones, prácticamente en la cabeza del talud donde se sitúen.

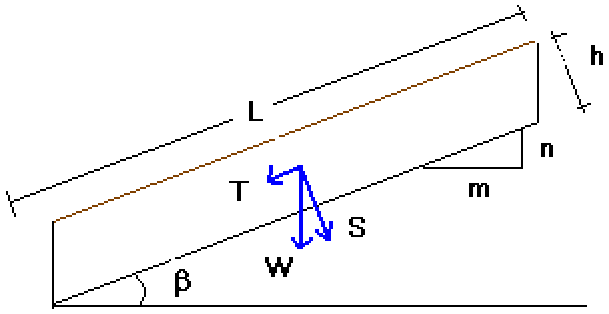
Es preciso, por tanto, asegurar mediante cálculo, que las dimensiones del talud (altura e inclinación) donde se van a colocar y el geosintético seleccionado, no generara tensiones excesivas en estos puntos de debilidad.

El cálculo para la estabilidad de geosintéticos en taludes se realizará de la siguiente manera:

ϕ^o	Arcilla	Arena	Grava	Geotextil Agujado	Geotextil termosold	PEAD Rugoso	PEAD liso	Geocom-puesto imperm.	Residuos
Arcilla	18								
Arena	22	26							
Grava	24	30	35						
Geotextil agujado	23	26	28	21					
Geotextil Termosoldado	21	22	24	20	18				
PEAD rugoso	22	25	30	26	24	30			
PEAD liso	15	18	18	9	8	24	15		
Geocomp. Impermea.	30	30	28	22	20	30	16	25	
Residuos	30	30	32	25	19	30	12	25	35

Valores recomendados de rozamiento para interfases entre geosintéticos (Fuente: UNE 104425)

El modelo de Robert M. Koerner, basado en criterios de rotura de Mohr-Coulomb, comparando fuerzas estabilizadoras frente a fuerzas desestabilizadoras.



$W=\delta\times h\times L=10{,}00\ KN/m^3\times 0{,}00\ m\times 13{,}42\ m=22{,}36\ KN/m$ mínimo 5 KN/m de cargas de instalación

(*) Se adopta el valor mínimo de W= 5 KN/m puesto que la disposición de residuos sobre los geosintéticos se realizan en tongas horizontales

$$S=W\times\cos^2\beta = 53{,}67\ KN/m^2$$

$$T=W\times\text{sen}\beta\times\cos\beta= 26{,}83\ KN/m^2$$

Siendo:

h: espesor medio del material de cubrición en taludes sobre láminas geosintéticas en m. En nuestro caso adoptamos h=0,00 m puesto que los residuos se depositan en tongas horizontales que impiden el deslizamiento

L: longitud media del talud en m. En este caso L= 13,42 m

δ: densidad del material de cubrición en taludes KN/m³. En este caso δ= 10,00 KN/m²

m: componente horizontal del talud. m= 12

n: componente vertical del talud. n=6

β: ángulo del talud. β= 26,56º

ϕ: coeficiente de rozamiento entre ambos geosintéticos. Para la situación más desfavorable ϕ= 21º

Resulta:

$$T_f=(S-U)\times\tan\phi= 53{,}67\ \mathrm{KN/m^2}\times\tan21^\circ=20{,}60\ \mathrm{KN/m^2}$$

La tensión a tracción (T_t) a la que está sometida la geomembrana viene dada por la diferencia entre T_f y T. Dicho geocompuesto ha de presentar una resistencia a la tracción nominal (T_t) de

$$T_t=FS\times(T-T_f)$$

o lo que es lo mismo

$$T_t=\left[\left((W\times\cos^2\beta)-U\right)\times\tan\phi\right]-(W\times\mathrm{sen}\beta\times\cos\beta)$$

Se obtiene por tanto T_t = 6,23 KN/m según las expresiones anteriores. Esta resistencia requerida ha de ser mayorada a largo plazo por daños en instalación y agresiones externas, en base a unos coeficientes correctores:

$$FS_i = F_1 \times F_2 \cdot\times F_3 \cdot\times F_4$$

- F_1: Factor por fluencia .... F_1= 1,30
- F_2: Factor por daños de instalación .... F_2= 1,10
- F_3: Factor por resistencia a agresiones químicas .... F_3= 1,10
- F_4: Factor por resistencia a agresiones biológicas .... F_4= 1,05

Por tanto la resistencia a tracción requerida para el geosintético de refuerzo a largo plazo (T_{req}) será:

$$T_{req} = FS_i \times R_{req}$$

Operando con las expresiones anteriores, se deduce que el material se verá sometido a un esfuerzo fraccional de T_{req}= 10,29 kN/m.

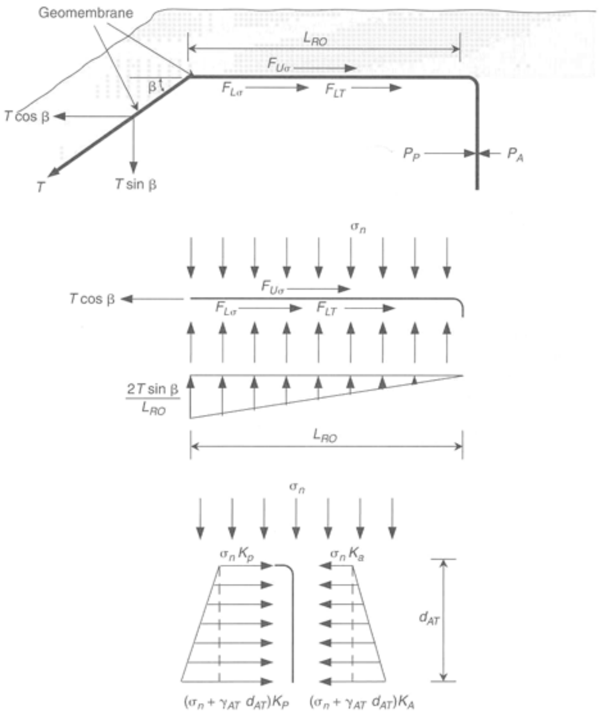
La resistencia a tracción de los diferentes geosintéticos proyectados, según los requerimientos mínimos de la norma UNE 104425, se resume en la siguiente relación.

Geotextil de protección 300 g/m²	R_{tracc}=21 kN/m
Geotextil anticolmante 300 g/m²	R_{tracc}=16 kN/m
Lámina de bentonita	R_{tracc}=12 kN/m
Lámina PEAD de 2 mm (tracción en fluencia)	R_{tracc} =16 MPa = 32 KN/m

Como en todos los compuestos, la resistencia a tracción requerida según la norma UNE 104425 es más restrictiva que la resistencia a tracción determinada, se adoptan como valores exigidos a los geosintéticos los valores reflejados en la norma UNE 104425.

1.7. CÁLCULO DE LA ZANJA DE ANCLAJE DE LOS GEOSINTÉTICOS EN EL VIARIO PERIMETRAL

Para el diseño de la zanja de anclaje normalmente se tienen en cuenta la longitud de anclaje o lastrado desde la cabecera del talud. Su situación se ilustra en la figura siguiente:


Geomembrane
L_{RO}
$F_{U\sigma}$
β
$F_{L\sigma}$
F_{LT}
$T\cos\beta$
P_P
P_A
T
$T\sin\beta$
σ_n
$T\cos\beta$
$F_{U\sigma}$
$F_{L\sigma}$
F_{LT}
$\frac{2T\sin\beta}{L_{RO}}$
L_{RO}
σ_n
$\sigma_n K_p$
$\sigma_n K_a$
d_{AT}
$(\sigma_n + \gamma_{AT}\, d_{AT})K_P$
$(\sigma_n + \gamma_{AT}\, d_{AT})K_A$

Del esquema de la figura se obtiene el siguiente equilibrio de fuerzas:

$$\Sigma F=0$$

$$T_{permitida}\times\cos\beta=F_{U\sigma}+F_{L\sigma}+F_{LT}-P_A+P_P$$

$$F_{U\sigma}=\sigma_n\times\tan\delta_U\times(L_{RO})$$

$$F_{L\sigma}=\sigma_n\times\tan\delta_L\times(L_{RO})$$

$$F_{LT}=0{,}5\times\left(\frac{2\times T\times\mathrm{sen}\beta}{L_{RO}}\right)\times(L_{RO})\times\tan\delta_U\ =\ T\times\mathrm{sen}\beta\times\tan\delta_U$$

donde,

T= fuerza de tracción sobre el paquete de geosintéticos. Tal y como se ha calculado en el apartado anterior la fuerza de tracción T es igual a 10,29 KN/m

σ_n = tensión normal aplicada por el material de lastrado, en este caso en la situación más desfavorable no existe un recubrimiento de tierras entre la cabeza de talud y la zanja de anclaje por lo que σ_n = 0,00 KN/m

β= ángulo del talud (26,56 º)

δ= ángulo de resistencia de corte entre la geomembrana y el material adyacente (δ=21º)

$F_{U\sigma}$= fuerza de corte sobre la geomembrana debida al suelo de recubrimiento (para recubrimientos de poco espesor, se llegará a la tensión de ruptura y este valor será despreciable)

$F_{L\sigma}$= fuerza de corte bajo la geomembrana debida al suelo (para recubrimientos de poco espesor este valor será despreciable)

F_{LT}= fuerza de corte bajo la geomembrana debida a la componente vertical de T

P_A = presión activa de tierra contra el lado del relleno de la zanja de anclaje

P_P = presión pasiva de tierra contra el lado de la zanja de anclaje

Los valores de P_A y P_P requieren el uso de la teoría de presión de tierra lateral, que en nuestro caso σ_n = 0,00 KN/m, por lo que la expresión se reduce considerablemente:

$$P_A=\frac{1}{2}\times(\gamma_{AT}\times d_{AT})\times K_A\times d_{AT}+(\sigma_n)\times K_A\times d_{AT}\ =\frac{1}{2}\times K_A\times\gamma_{AT}\times d_{AT}^2$$

$$P_P=\frac{1}{2}\times(\gamma_{AT}\times d_{AT})\times K_P\times d_{AT}+(\sigma_n)\times K_P\times d_{AT}\ =\frac{1}{2}\times K_P\times\gamma_{AT}\times d_{AT}^2$$

De todo esto al final se puede deducir el valor de d_{AT}, independientemente del valor de L_{RO}.

Se obtiene una altura necesaria de zanja de anclaje de d_{AT} = 0,553 m. Como se proyecta una zanja de anclaje de 1,00x1,00 m queda garantizado el anclaje de los geosintéticos en el perímetro exterior.

En el caso de las moteas perimetrales, la zanja de anclaje tiene unas dimensiones de 0,80x0,80 m, que también cumple los requisitos de anclaje calculados en el presente apartado.

2. CÁLCULOS GEOSINTÉTICOS DISPUESTOS EN EL PAQUETE DE SELLADO

2.1. CÁLCULO DEL GRAMAJE DE LOS GEOTEXTILES DE PROTECCIÓN

La metodología para escoger el geotextil más adecuado para la aplicación de protección se basa en la resistencia al punzonamiento de la geomembrana.

En esta metodología se determina la presión que actúa sobre el geotextil, bajo unas determinadas condiciones y se verifica que el geotextil seleccionado resista el punzonamiento que se pueda generar.

Con respecto a la geomembrana y al material de protección, el análisis teórico demuestra que la resistencia al punzonamiento de la geomembrana se puede mejorar bajo las siguientes condiciones:

- Al incrementar el espesor de la geomembrana, el análisis realizado por Wilson-Fahmy, Narejo y Koerner muestra que la resistencia al punzonamiento se incrementa linealmente con relación al espesor. Si se incrementa el espesor de 1,5 a 2,5 mm el incremento de la resistencia al punzonamiento puede ser de 1.7 veces. Según esto el incremento de espesor puede ser benéfico para la resistencia al punzonamiento de la geomembrana, si la resistencia de la geomembrana es cercana al valor requerido.
- El uso de un material de protección, en este caso un geotextil no tejido punzonado por agujas, es una solución para el mejoramiento de la resistencia al punzonamiento de la geomembrana.
- El incremento del espesor o masa unitaria del material de protección, incrementará la resistencia al punzonamiento de la geomembran. De esta forma a medida que la masa unitaria se ve incrementada por el cambio de geotextil, la resistencia al punzonamiento aumenta considerablemente.

Para el diseño del geotextil como material de protección se empleará la metodología planteada por Wilson-Fahmy, Narejo y Koerner, expuesta en 1996, y que se desarrolla en los siguientes apartados.

Este método usa la ecuación tradicional del factor de seguridad:

$$FS = \frac{P_{adm}}{P_{act}}$$

Donde:

FS: Factor de Seguridad contra el punzonamiento de la geomembrana

P_{act}: Presión sobre el geotextil debido al contenido del vertedero (KPa), obtenida de la expresión:

$$P_{act} = \gamma \times h + SC_{traf}$$

h: Altura máxima de tierras del sellado sobre la geomembrana. En nuestro caso, considerando el espesor máximo de tierras de sellado y la capa de grava de drenaje de escorrentías en coronación adoptamos h= 1,50 m

γ: Densidad de tierras sobre membrana. Adoptamos γ= 17,00 KN/m³ para considerar el peso conjunto de las tierras de cobertura (16,00 KN/m³) y de las capas de gravas de drenaje (18,00 KN/m³)

Con el fin de tener en cuenta la carga del tráfico en coronación se supondrá una sobrecarga repartida de SC_{traf}= 20 KN/m².

De la expresión anterior se obtiene que P_{act}= 45,50 KPa.

Se ha obtenido una relación empírica para el cálculo del P_{adm} basado en un gran número de ensayos y pruebas del método de punzonamiento hidrostático de la norma ASTM D5514, la cual se muestra en la siguiente ecuación, y utiliza factores de modificación y de reducción con el fin de tener en cuenta las condiciones de campo y comportamiento de los materiales

$$P_{adm} = \left(50 + 100 \times R_p \times \frac{M}{H^2}\right) \times \left(\frac{1}{FM_S \times FM_D \times FM_A}\right) \times \left(\frac{1}{FR_{FL} \times FR_{DQB}}\right)$$

Donde:

R_p: Resistencia al punzonado estático de la geomembrana.

H: Altura de protuberancia (mm). Se toma un valor igual a la mitad del tamaño máximo del árido

FM_S: Factor de modificación según la forma de la protuberancia

FM_{DR}: Factor de modificación para la densidad del relleno

FM_A: Factor de modificación por efecto de arco en sólidos

FR_{FL}: Factor de reducción por la fluencia a largo plazo

FR_{DQB}: Factor de reducción para la degradación química/biológica a largo plazo

2.1.1. Factor de seguridad global

El objetivo de este factor de seguridad es garantizar un diseño adecuado para la protección de geomembranas, evitando que éstas fallen por punzonamiento durante su período de servicio.

El fallo de la geomembrana puede ocasionar filtración de lixiviados al subsuelo y posteriormente a las aguas subterráneas, generando un foco de contaminación de difícil detección.

El factor de seguridad global adoptado será de FS= 3,00.

2.1.2. Factores de modificación

Este tipo de factores son propuestos con el fin de representar de mejor forma las condiciones de campo del material de protección en el diseño. Los factores de modificación son iguales o menores a 1.0, y deberán ser tomados de las tablas que se muestran a continuación.

2.1.2.1. Factor de modificación por forma de la protuberancia

Estos factores fueron propuestos con base en el ensayo hidrostático de presión por punzonamiento de la norma ASTM 5514, según la cual se estableció que el valor de presión resistente más alto es alcanzado cuando las rocas tienen forma redondeada, seguidas de las semiredondeadas y finalmente, la menor resistencia a la presión es la generada por rocas de forma angular, en las que su efecto es casi el mismo que el generado por los conos truncados en el ensayo de falla a presión. Debido a que el factor de modificación es inversamente proporcional a la presión admisible, los factores para rocas redondeadas y semiredondeadas son menores a la unidad, es decir, que aumenta la presión admisible a la que puede ser sometido el material de protección y la geomembrana.

FM_S	
Angular	1,00
Semirredondeada	0,50
Redondeada	0,25

Tabla 5. Factor de corrección por la forma de la protuberancia

2.1.2.2. Factor de modificación por densidad del relleno

Según las pruebas realizadas por Wilson-Fahmy, Narejo y Koerner se pudo demostrar que la presión admisible para protuberancias concentradas es mucho mayor que para protuberancias aisladas. Basados en los resultados, se llegó a un factor de modificación de 0,5 que estima el efecto generado por rocas concentradas en relación a estas mismas pero ubicadas de forma aislada.

Para poder hacer una comparación del comportamiento de la geomembrana sobre protuberancias aisladas, en la siguiente tabla se encuentran los factores según su tamaño y forma de ubicación.

FM_{DR}	
Aislada	1,00
Compacta, 38 mm	0,83
Compacta, 25 mm	0,67
Compacta, 12 mm	0,50

Tabla 6. Factor de modificación por densidad del relleno

2.1.2.3. Factor de modificación por efecto de arco en sólidos

Este factor tiene en cuenta el tipo de material o de carga a la que es sometida la geomembrana.

La resistencia al punzonamiento de la geomembrana bajo cargas geoestáticas, puede llegar a ser hasta 6 veces mayor que la resistencia de la geomembrana bajo una carga hidrostática; este efecto se atribuye a la capacidad de los suelos para disipar las cargas aplicadas en función de la profundidad y a la compresibilidad del mismo, propiedad que carecen los líquidos, por lo que este efecto tenderá a aliviar el esfuerzo que es transmitido a la geomembrana y a su material de protección.

FM_A	
Hidrostática	1,00
Geostática, superficial	0,75
Geostática, moderado	0,50
Geostática, profunda	0,25

Tabla 7. Factor de modificación por efecto de arco en sólidos

2.1.3. Factores de reducción

Una vez presentados los factores de modificación, establecidos según el tipo y tamaño de partículas presentes en el suelo de instalación del sistema, se presentan los factores de reducción los cuales son aplicados para garantizar la integridad de la geomembrana.

Se consideran dos factores, el primer factor involucra la fluencia de los materiales a largo plazo, y el segundo factor tiene en cuenta la posible acción de degradación química y biológica debido a la acción de agentes presentes en el lugar del proyecto.

Los factores de reducción son iguales o mayores a 1,0 y deberán ser tomados de las tablas que se muestran a continuación.

2.1.3.1. Factor de reducción por fluencia a largo plazo

Los factores de reducción por fluencia a largo plazo son relativamente menores a los encontrados en la literatura para geotextiles sometidos a tensión.

Esto se debe a que la geomembrana y el material de protección al estar ambos sometidos a punzonamiento, con el tiempo se verán afectados positivamente por el efecto de fluencia, lo cual hará que la longitud inicial sin apoyo del material contra el suelo disminuya con el pasar del tiempo. De esta forma, los esfuerzos de la geomembrana y del material de protección son reducidos.

Con base en lo anterior el factor por fluencia requerido para la protección de geomembranas es menor comparado con el requerido por el mismo material sometido a esfuerzos de tensión constantes.

FR_{DQB}	
Lixiviado leve	1,10
Lixiviado moderado	1,30
Lixiviado severo	1,50

Tabla 8. Factor de reducción por fluencia

2.1.3.2. Factor de reducción por degradación química y biológica a largo plazo

Para este factor se debe tener en cuenta la posible acción de agentes externos los cuales puedan afectar la integridad del sistema, por ejemplo: roedores, hongos, bacterias, entre otros, los cuales pueden generar degradación del material. Sin embargo, debido al alto peso molecular de los materiales con los cuales se fabrican los geosintéticos el efecto de estos agentes sobre el material es mínimo.

Para el caso de degradación por sustancias químicas, el efecto que tienen éstas sobre el material puede ser más decisivo a la hora del diseño, es el caso de vertederos, donde se debe evaluar el tipo de lixiviado generado por el tipo de desechos que conforman el relleno. Este es el único caso en el cual un factor químico pueda amenazar la integridad del sistema.

Se adopta un valor de FR_{DQB}= 1,50

2.1.4. Diseño del geotextil de protección de membrana PEAD en coronación

En el caso del geotextil de protección de la membrana en coronación (tanto inferiormente como superiormente), la capa de áridos en contacto con el geotextil será la capa de drenaje del vaso compuesta por gravas redondeadas procedentes de cantera con un tamaño de árido de 40/80 mm (esta capa será en ambos casos una capa mixta formada por una capa de gravas naturales de 25 cm y por capa de gravas de árido reciclado de 25 cm, siendo la capa de contacto con el geotextil de protección de la lámina la correspondiente a la capa de gravas redondeadas procedentes de cantera).

Aplicando la formulación y los coeficientes detallados en el apartado anterior se obtendrá el gramaje necesario del geotextil de protección sobre la lámina.

FS= 3,00
P_{act}=45,50 KPa
P_{adm}= FS x P_{act}= 136,50 KPa
h= 40 mm. (Se considera una altura de protuberancia igual a la mitad del tamaño máximo del árido 40/80).
R_p= 4,5 KN, (Resistencia a punzonamiento de la geomembrana de 2,0 mm según norma UNE 104425)
FM_S= 0,50 (Forma semirredondeada de los áridos)
FM_{DR}= 0,83, (Áridos con protuberancias de 0,38 mm)
FM_A= 0,75, (Capa de sellado con presión geostática superficial)
FR_{FL}= 1,50, (Agresividad con lixiviado severo para la situación más desfavorable de la capa inferior de la lámina).
FR_{DQB}=1,50

Mediante la sustitución de todos estos valores en la ecuación siguiente, se obtiene el gramaje mínimo requerido para el geotextil:

$$136{,}50 = \left(50 + 100 \times 4{,}50 \times \frac{M}{40^2}\right) \times \left(\frac{1}{0{,}50 \times 0{,}83 \times 0{,}75}\right) \times \left(\frac{1}{1{,}50 \times 1{,}50}\right)$$

Despejando el valor de M se obtiene el gramaje mínimo del geotextil de **162 g/m²**.

Se adopta por tanto un **geotextil de 300 g/m²** para la protección de la lámina de PEAD de sellado frente al punzonamiento de las capas de drenaje de gases y de drenaje de escorrentías de gravas de 40/80.

Con este geotextil de 300 g/m², se obtiene un factor de seguridad de 4,22.

2.2. CALCULO DEL ESPESOR Y DEFORMACIÓN DE LA GEOMEMBRANA

Durante la colocación de la geomembrana se tiene un especial cuidado en no dañar el suelo y no dejar huecos bajo la capa aislante, que provocarán excesivos asentamientos una vez que los residuos se coloquen sobre ella.

Prevenir los asentamientos excesivos o estimar los tolerables para que no se produzcan fallos de la geomembrana, es una de las principales tareas del diseño. La defensa más efectiva contra los asentamientos indeterminados es incrementar el grosor de la geomembrana. Una geomembrana fina y ligeramente flexible se deformará fácilmente siendo atrapada por la gravilla colindante y la deformación solo tendrá lugar en el área del aislante que esta sobre el asentamiento. En comparación, una geomembrana más gruesa y más rígida será moderada sólo por la fricción dentro de una región anular alrededor del asentamiento.

El grosor de la geomembrana se puede calcular y comparar con los valores mínimos de la reglamentación, si el existe y le es de aplicación, o con los valores mínimos de durabilidad.

Para el diseño se utiliza la formula siguiente:

$$t=\frac{\sigma_n \times x \times (\tan\delta_U+\tan\delta_L)}{\sigma_{permitida} \times (\cos\beta-\mathrm{sen}\beta \times \tan\delta_L)}$$

donde,

t = grosor de la geomembrana

σ_n= tensión aplicada obtenida a partir de las siguientes cargas de las diferentes capas dispuestas sobre las láminas geosintéticas y la carga de tráfico considerada

x = distancia movilizada de deformación de la geomembrana

δ_U= ángulo de rozamiento entre la geomembrana y el material superior

δ_L = ángulo de resistencia al corte entre la geomembrana y el material inferior

$\sigma_{permitida}$ = tensión de rotura de la geomembrana

β= ángulo del talud de apoyo de la lámina

Lámina en coronación. β= 0º

Lámina en taludes (3H/1V). β= 18,43º

Para este proyecto, los datos considerados para el cálculo del espesor de la geomembrana son:

- membrana de PEAD
- tensión aplicada considerando carga de tráfico σ_n= 45,50 KN/m² (en coronación, calculado en el apartado anterior), y de 1,50 m x 16 KN/m³ + 20 KN/m² = 44,00 KN/m² (en taludes)
- ángulo de rozamiento de la geomembrana con la capa superior de geotextil de protección 21º en taludes (lámina texturizada) y 9º en coronación (lámina lisa)
- ángulo de rozamiento de la geomembrana con la capa inferior geotextil de protección 21º en taludes (lámina texturizada) y 9º en coronación (lámina lisa)
- tensión de rotura de la geomembrana 26.000 KN/m (según UNE 104425)
- ángulo del asiento: dependiente de la localización de la lámina
- distancia movilizada de la deformación de la geomembrana 0,533 m (se obtiene de la gráfica siguiente que existen en bibliografía para los distintos materiales de la geomembrana). Para geomembranas de 2,00 mm aplicamos un coeficiente multiplicador de 2,00/1,50 = 1,333 a los valores obtenidos para geomembranas de 1,50 mm

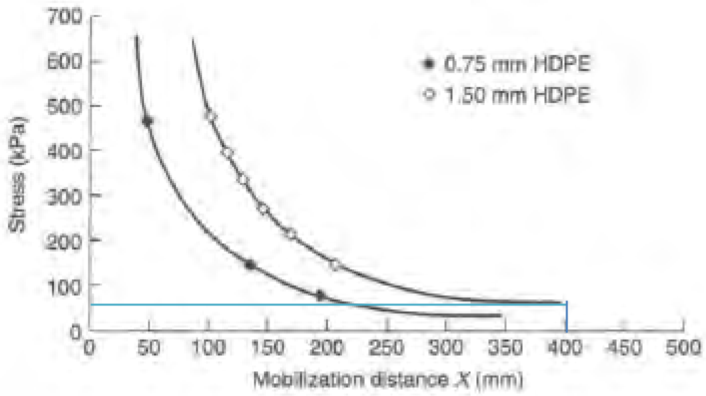


Fig 2: Distancia de movilización de la geomembrana

Con estos datos se obtiene los siguientes espesores mínimos de la geomembrana según su localización:

- Lámina en coronación β= 0º ....e_{min}= 0,31 mm
- Lámina en taludes (2,5H/1V). β= 21,80º...e_{min}= 1,11 mm

Según los cálculos anteriores el espesor mínimo de la membrana para la situación más desfavorable será de 1,11 mm. Puesto que se proyecta ejecutar el sellado con una membrana de espesor 2,00 mm, se garantiza el cumplimiento de los requisitos de espesor mínimo calculados en el presente apartado.

2.3. CÁLCULOS DE RESISTENCIA A PUNZONAMIENTO DE GEOTEXTILES

El geotextil debe siempre resistir el proceso de instalación frente a presiones ejercidas por la capa de drenaje o frente a las cargas de tráfico.

La carga total a considerar para valorar la resistencia a punzonamiento del geotextil será de 45,50 kN/m², tal y como se determina en el apartado anterior

Aplicando la Norma EN ISO 12236 de resistencia a la perforación, tal como se ha calculado en el apartado anterior el valor de la carga resultante más desfavorable sobre un geotextil será de 45,50 KN/m²=4,55 N/cm², que equivale en el ensayo CBR para determinar la resistencia a la perforación (Norma EN ISO 12236, utilizando una probeta de 50 mm de diámetro y 19,625 cm² de base) a una carga de 4,55 N/cm² x 19,625 cm² = 89,29 N.

A esta carga ha de aplicarse los coeficientes de seguridad debidas a los cambios de propiedades de los geosintéticos, recogidos en la recomendación GRI Standard Practice GT, y que se recogen en la tabla siguiente para el geotextil de protección.

- Factor por daños durante la colocación (R_{FID})..1,40
- Factor por fluencia del material (R_{FCR})..2,50
- Factor por degradación química (R_{FCD}) 1,20
- Factor por degración biológica (R_{FBD})..1,10
- Factor por uniones (R_{FJNT}) 1,00

Por lo que la resistencia a la perforación, punzonamiento, exigible será la resultante de la requerida con la aplicación de los factores establecidos, resultando el siguiente valor final:

89,29 N x (1,40 x 2,50 x 1,20 x 1,10 x 1,00) = 412,53 N

Por lo que como geotextil de protección para la integridad de la membrana de PEAD sería necesario utilizar un geotextil con una resistencia al punzonamiento CBR según la Norma EN ISO 12236 ≥ 412,53 N, que supera el valor necesario requerido por el cálculo en las condiciones más desfavorables.

El geotextil de protección de 300 gr/m² dispuesto entre la lámina de PEAD y las capas de gravas de drenaje deberá tener una resistencia de punzonamiento de 2.600 N según los requisitos de la norma UNE 104425, valor de resistencia al punzonamiento superior al requerido según el cálculo.

Según los requisitos de la norma UNE 104425, el geotextil anticolmatante de 150 gr/m² dispuesto entre las capas de cobertura y las capas granulares deberá tener una resistencia de punzonamiento de 1.000 N, valor de resistencia al punzonamiento superior al requerido según el cálculo desarrollado en el presente apartado.

2.4. CÁLCULOS DE LA APERTURA DE POROS DE GEOTEXTIL ANTICOLMATANTE

La apertura eficaz de poros exigible a un geotextil, según el artículo 422.2.2 del PG-3, deberá cumplir las siguientes condiciones.

$$O_{90,w}>0{,}05\ \text{mm}$$
$$O_{90,w}<0{,}20\ \text{mm}$$
$$O_{90,w}<d_{90}$$
$$\text{si } d_{90}<0{,}06\ \text{mm}\rightarrow O_{90,w}<10\times d_{50}$$
$$\text{si } d_{90}>0{,}06\ \text{mm}\rightarrow O_{90,w}<5\times\sqrt{d_{10}\times d_{60}}$$

El suelo a proteger de la colmatación será el correspondiente a las gravas de drenaje de lixiviados con un tamaño máximo 40/80 mm, adoptando los siguientes valores típicos de d_x, para una curva granulométrica de una grava tamaño de árido comprendido entre 40 y 80 mm.

Se ha supuesto una variación entre el lineal entre el 100% que pasa para un tamiz de 80 mm y un 5% restante que pasa por el tamiz de 40 mm.

d_{90}= 74 mm

d_{60}= 63 mm

d_{50}= 58 mm

d_{10}= 42 mm

Sustituyendo estas expresiones en las ecuaciones anteriores, se debe cumplir que la abertura eficaz del geotextil cumpla las las condiciones siguientes:

$$O_{90,w}>0{,}05\ \text{mm}$$
$$O_{90,w}<0{,}20\ \text{mm}$$
$$O_{90,w}<74\ \text{mm}$$
$$\text{como } d_{90}=74\ \text{mm} >0{,}06\ \text{mm}\rightarrow O_{90,w}<5\times\sqrt{42\times 63}=257{,}19\ \text{mm}$$

Como se aprecia en los cálculos realizados anteriormente, la apertura de poros del geotextil anticolmatante dispuesto sobre la capa de gravas de drenaje debe estar comprendida entre 0,05 mm y 0,20 mm.

Según los requerimientos de la norma UNE 104425 la medida de abertura característica para el geotextil anticolmatante de 150 g/m², deberá estar entre 0,040 y 0,140 mm. Por ello, y adoptando los criterios más restrictivos determinados según el cálculo y según la norma UNE 104425, se deberán restringir los valores de abertura característica a los comprendidos dentro del intervalo entre 0,050 mm (valor mínimo más restrictivo según el cálculo) y 0,140 mm (valor máximo más restrictivo según norma UNE 104425).

2.5. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA A TRACCIÓN EN TALUDES

Los sistemas de impermeabilización de vertederos controlados están compuestos por un conjunto de materiales sintéticos, o geocompuestos, y naturales como grava y arcilla, dispuestos unos sobre otros. Esta disposición en estructura de tipo “sándwich” hace que existan una serie de interfases de contacto entre diferentes tipos de materiales (Geomembrana – geotextil, geotextil – arcilla, etc.), que cuando son colocadas en pendiente o taludes implica la movilización de una fuerza de rozamiento entre ellas, al generarse esfuerzos tangenciales debido a su propio peso, y al peso de los materiales suprayacentes en el caso de que se dispongan en la estructura de sellado del mismo.

Si el esfuerzo tangencial generado supera la resistencia friccional de la interfase se puede inducir la rotura por desgarramiento del geocompuesto más débil (menor resistencia a tracción), provocando su desplazamiento, y con él todos aquellos materiales superiores a los que da servicio. De esta manera se pueden producir deslizamientos, fundamentalmente cuando hablamos de la cubierta de sellado, lo que implica la necesidad de un cálculo de la estabilidad de esta estructura.

Cuando se disponen en los taludes en el revestimiento interior del vaso de vertido, debido a su propio peso se genera un punto de acumulación de tensiones, prácticamente en la cabeza del talud donde se sitúen.

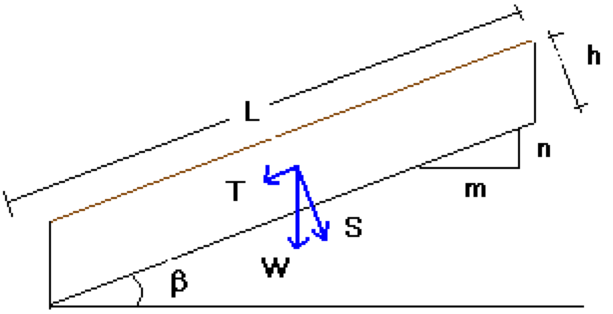
Es preciso, por tanto, asegurar mediante cálculo, que las dimensiones del talud (altura e inclinación) donde se van a colocar y el geosintético seleccionado, no generara tensiones excesivas en estos puntos de debilidad.

El cálculo para la estabilidad de geosintéticos en taludes se realizará de la siguiente manera:

ϕº	Arcilla	Arena	Grava	Geotextil Agujado	Geotextil termosold	PEAD Rugoso	PEAD liso	Geocom-puesto imperm.	Residuos
Arcilla	18								
Arena	22	26							
Grava	24	30	35						
Geotextil agujado	23	26	28	21					
Geotextil Termosoldado	21	22	24	20	18				
PEAD rugoso	22	25	30	26	24	30			
PEAD liso	15	18	18	9	8	24	15		
Geocomp. Impermea.	30	30	28	22	20	30	16	25	
Residuos	30	30	32	25	19	30	12	25	35

Valores recomendados de rozamiento para interfases entre geosintéticos (Fuente: UNE 104425)

El modelo de Robert M. Koerner, basado en criterios de rotura de Mohr-Coulomb, comparando fuerzas estabilizadoras frente a fuerzas desestabilizadoras.



$$W=\delta\times h\times L=16{,}00\ KN/m^3\times 1{,}00\ m\times 21{,}54\ m=344{,}65\ KN/m$$ mínimo 5 KN/m de cargas de instalación

$$S=W\times\cos^2\beta=297{,}11\ KN/m^2$$

$$T=W\times \mathrm{sen}\beta\times\cos\beta=118{,}85\ KN/m^2$$

Siendo:

h: espesor medio del material de cubrición en taludes sobre láminas geosintéticas en m. En nuestro caso h=1,00 m en taludes

L: longitud media del talud en m. En este caso L= 21,54 m

δ: densidad del material de cubrición en taludes KN/m³. En este caso δ= 16,00 KN/m² m: componente horizontal del talud. m= 20

n: componente vertical del talud. n=8

β: ángulo del talud. β= 21,80º

ϕ: coeficiente de rozamiento entre ambos geosintéticos. Para la situación más desfavorable ϕ= 21º

Resulta:

$$T_f=(S-U)\times\tan\phi= 297{,}11\ \mathrm{KN/m^2}\times\tan 21^\circ=114{,}05\ \mathrm{KN/m^2}$$

La tensión a tracción (T_t) a la que está sometida la geomembrana viene dada por la diferencia entre T_f y T. Dicho geocompuesto ha de presentar una resistencia a la tracción nominal (T_t) de

$$T_t=FS\times(T-T_f)$$

o lo que es lo mismo

$$T_t=\left[\left((W\times\cos^2\beta)-U\right)\times\tan\phi\right]-(W\times\mathrm{sen}\beta\times\cos\beta)$$

Se obtiene por tanto T_t = 4,79 KN/m según las expresiones anteriores. Esta resistencia requerida ha de ser mayorada a largo plazo por daños en instalación y agresiones externas, en base a unos coeficientes correctores:

$$FS_i = F_1 \times F_2 \cdot \times F_3 \cdot \times F_4$$

- F_1: Factor por fluencia .... F_1= 1,30
- F_2: Factor por daños de instalación .... F_2= 1,10
- F_3: Factor por resistencia a agresiones químicas .... F_3= 1,10
- F_4: Factor por resistencia a agresiones biológicas .... F_4= 1,05

Por tanto la resistencia a tracción requerida para el geosintético de refuerzo a largo plazo (T_{req}) será:

$$T_{req} = FS_i \times R_{req}$$

Operando con las expresiones anteriores, se deduce que el material se verá sometido a un esfuerzo fraccional de T_{req}= 7,92 kN/m.

La resistencia a tracción de los diferentes geosintéticos proyectados en taludes de sellado, según los requerimientos mínimos de la norma UNE 104425, se resume en la siguiente relación.

Geocompuesto drenante .... R_{tracc}=12 kN/m

Lámina PEAD de 2 mm (tracción en fluencia)............................ R_{tracc} =16 MPa = 32 KN/m

En ambos casos la resistencia a tracción requerida en la norma UNE 104425 es superior a la resistencia a tracción solicitada, por lo que se adoptará como criterio más restrictivo la resistencia a tracción reflejada en la norma UNE 104425.

En la coronación, con una inclinación de talud del 4%, la resistencia a tracción exigida es inferior a la fuerza de rozamiento entre los geosintéticos, y por tanto, se cumple que $T_f>T$ y no aparecen tracciones en la lámina.

Se adoptarán los requisitos de la resistencia a tracción de la norma UNE 104425 para los geotextiles de protección y anticolmatantes dispuestos en las capas de gravas de coronación.

Geotextil de protección 300 g/m² en sellado .... R_{tracc}=16 kN/m
Geotextil anticolmatante 150 g/m² en sellado .... R_{tracc}=6 kN/m

2.6. DIMENSIONAMIENTO DE CAPACIDAD DE FLUJO DE GEOCOMPUESTO DRENANTE

2.6.1. Cálculo de la capacidad drenante de una capa de gravas de 50 cm de espesor

Comenzamos el cálculo de la capacidad de flujo del geocompuesto drenante calculando la capacidad drenante de la capa natural de gravas mediante la ley de Darcy.

$$Q=K\times i\times A$$
$$q=K\times i\times e$$

Donde:
Q = caudal (m³/s)
q = caudal por unidad de longitud (m²/sxm)
K = permeabilidad de la capa drenante (m/s)
i = gradiente hidráulico (-)
A = área (m²)
e = espesor de la capa drenante (m)

Para el análisis de las necesidades hidráulicas mínimas exigibles para la capa de drenaje de gravas se realizará con la pendiente máxima en los taludes de 3H/1V.

El gradiente hidráulico se define como:

$$i=\frac{\Delta h}{L}=\operatorname{sen}\beta$$

Por lo tanto para una pendiente de 3H/1V, resulta i= sen18,43º= 0,316

En el caso de disponer de una capa de gravas de 50 cm con una permeabilidad de k= 10^{-3} m/s, la capacidad drenante de la capa de gravas de coronación sería de:

$$q=10^{-3}\ \mathrm{m/s}\times 0{,}316\times 0{,}50\ \mathrm{m}=1{,}58\times 10^{-4}\ \mathrm{m^3/m\times s}=0{,}158\ \mathrm{l/m\times s}$$

2.6.2. Equivalencia entre la transmisividad de las capas de drenaje granulares y la transmisividad de los geodrenes

Con este dimensionamiento, el geodrén de los taludes del sellado debe tener una capacidad drenante a corto plazo de 0,158 l/mxs, para establecer una equivalencia entre la transmisividad de la capa granular de 50 cm y la de un geodrén

Pero, al emplear un geocompuesto como elemento de drenaje han de aplicarse unos coeficientes de seguridad para el sistema y el material empleado para conocer su capacidad de drenaje a largo plazo.

$$q_{\text{geoc. largo plazo}}=q_{\text{geo.corto plazo}}\times RF_{in}\times RF_{cr}\times RF_{cc}\times RF_{bc}$$

Donde

RF_{in}: Factor por intrusión; RF_{in}= 1,20
RF_{cr}: Factor por creep o fluencia; RF_{cr}= 1,25
RF_{cc}: Factor por colmatación química; RF_{cc}= 1,10
RF_{bc}: Factor por colmatación biológica; RF_{bc}=1,05

Sustituyendo los valores en la expresión anterior se obtiene

$$q_{\text{geoc. largo plazo}}=0{,}158\ \mathrm{l/s\times m}\ \times 1{,}20\times 1{,}25\times 1{,}10\times 1{,}05=0{,}274\ \mathrm{l/s\times m}$$

Para poder encontrar un geodrén que proporcione este flujo hidráulico hay que conocer la equivalencia para un gradiente hidráulico i=1, dato que los fabricantes de geodrenes proporcionan. Para conocer la equivalencia de flujos a diferentes gradientes se utiliza la fórmula experimental de Rimoldi:

$$q_{i2}=q_{i1}\times\sqrt{\frac{i_1}{i_2}}$$

Donde

i_1= 1

i_2= sen β= sen 18,43º= 0,316, para unos taludes 3H/1V dispuestos en el sellado

Sustituyendo en la expresión anterior

$$q_{i2}=0{,}274\ \text{l/s}\times\text{m}\times\sqrt{\frac{1}{0{,}316}}=0{,}487\ \text{l/s}\times\text{m}$$

Se puede concluir que se tendrá que utilizar un geodrén con una capacidad de flujo por unidad de anchura de talud de Q ≥ 0,487 l/sxm para tener una capacidad de flujo equivalente a la de la capa de gravas de coronación del sellado de 0,50 m de espesor.

Por otro lado, según la norma UNE 104425, la capacidad de flujo en el plano i=0,3 del geocompuesto debe ser como mínimo de 0,20 l/mxs. Esto implica, aplicando la fórmula de Rimoldi, una capacidad de flujo en el plano i=1 será de

$$q_{i2}=0{,}20\ \text{l/s}\times\text{m}\times\sqrt{\frac{1}{0{,}30}}=0{,}365\ \text{l/s}\times\text{m}$$

Como vemos, es más restrictivo el condicionante impuesto por el cálculo, en el que se requiere un geodrén con una capacidad de flujo equivalente en el plano i=1 de 0,487 l/sxm

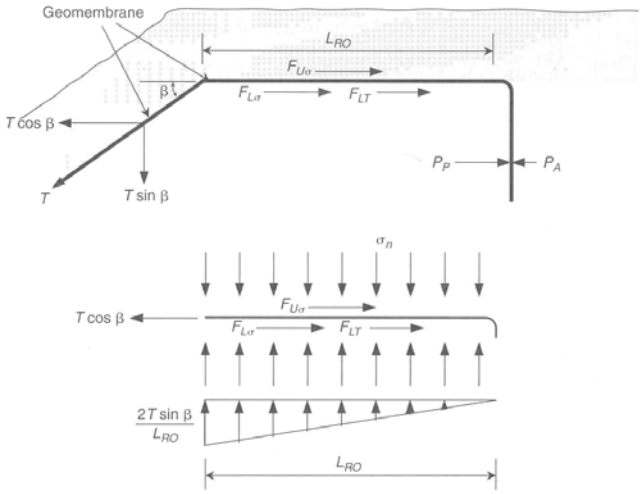
Este caudal se deberá garantizar para la carga de la capa de cobertura en los taludes en dirección normal, sobre el geodrén, que para un espesor de capa de cobertura de 1,00 m y una densidad de 16 KN/m³, tiene un valor máximo de 16,00 kPa.

Por lo tanto, se exige que el geodrén tenga una capacidad de flujo mínima de 0,487 l/sxm para una presión de 20 kPa.

2.7. CALCULO DEL LASTRADO DE LOS GEOSINTÉTICOS DE LOS TALUDES

En la cabeza del talud de sellado, el paquete de geosintéticos termina en la parte horizontal de la coronación, donde se lastrará mediante la extensión del espesor de tierras de cobertura y tierra vegetal de 100 cm.

Para el diseño normalmente se tienen en cuenta la longitud de anclaje o lastrado desde la cabecera del talud. Su situación se ilustra en la figura siguiente (sin los efectos de P_P y P_A al no haber zanja de anclaje):



Del esquema de la figura se obtiene el siguiente equilibrio de fuerzas:

$$\Sigma F=0$$

$$T=F_{U\sigma}+F_{L\sigma}+F_{LT}$$

$$F_{U\sigma}=\sigma_n\times\tan\delta_U\times(L_{RO})$$

$$F_{L\sigma}=\sigma_n\times\tan\delta_L\times(L_{RO})$$

$$F_{LT}=0{,}5\times\left(\frac{2\times T\times \mathrm{sen}\beta}{L_{RO}}\right)\times(L_{RO})\times\tan\delta_U$$

donde,

T= fuerza de tracción que ejerce el rozamiento de las tierras de sellado sobre el paquete de geosintéticos. Tal y como se ha calculado en el apartado 6. la fuerza de deslizamiento es menor que la fuerza de rozamiento, por lo que la fuerza de tracción T es nula. No obstante, y como criterio de seguridad se adopta una fuerza de tracción igual a la tensión máxima admisible por la geomembrana que tiene un valor de 16 MPa, que para una lámina de 2 mm se traduce en una T=32,00 KN/m

σ_n = tensión normal aplicada por el material de lastrado = espesor del material de lastrado por densidad del material de lastrado.

β= ángulo del talud

δ= ángulo de resistencia de corte entre la geomembrana y el material adyacente

$F_{U\sigma}$= fuerza de corte sobre la geomembrana debida al suelo de recubrimiento (para recubrimientos de poco espesor, se llegará a la tensión de ruptura y este valor será despreciable)

$F_{L\sigma}$= fuerza de corte bajo la geomembrana debida al suelo

F_{LT}= fuerza de corte bajo la geomembrana debida a la componente vertical de T

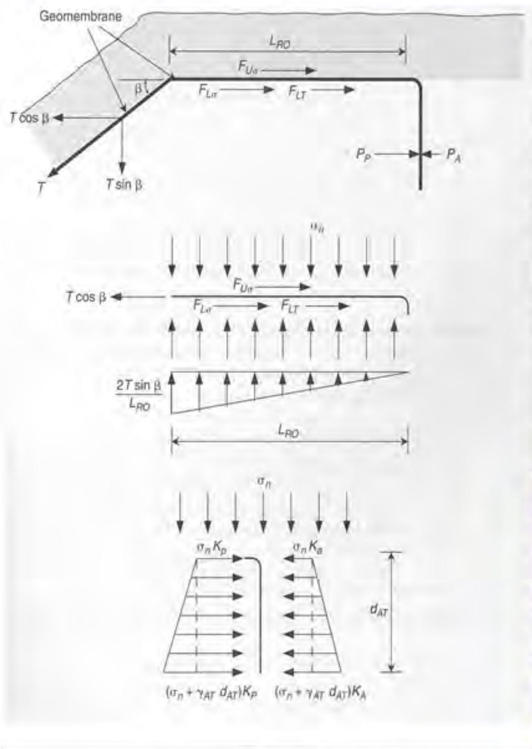
De todo esto al final se puede deducir el valor de L_{RO}.

Los cálculos realizados en este proyecto para el dimensionamiento del espesor de material granular para permitir el lastrado, y la longitud que debe tener este espesor, se desarrollan en la página siguiente.

El resultado de estos cálculos justifica, que, para un espesor de material de lastrado de 100 cm de tierra de cobertura y tierra vegetal, es necesaria una longitud de lastrado de 2,05 m

Como se proyecta una longitud de lastrado superior a 4,00 m de media estamos adoptando un criterio más conservador en el dimensionamiento.

DIMENSIONAMIENTO DE LONGITUD DE LASTRADO


Geomembrane
L_{RO}
$F_{U\sigma}$
β
$F_{L\sigma}$
F_{LT}
$T \cos \beta$
P_P
P_A
T
$T \sin \beta$
σ_n
$F_{U\sigma}$
$T \cos \beta$
$F_{L\sigma}$
F_{LT}
$\frac{2T \sin \beta}{L_{RO}}$
L_{RO}
σ_n
$\sigma_n K_p$
$\sigma_n K_a$
d_{AT}
$(\sigma_n + \gamma_{AT}\, d_{AT})K_P$
$(\sigma_n + \gamma_{AT}\, d_{AT})K_A$

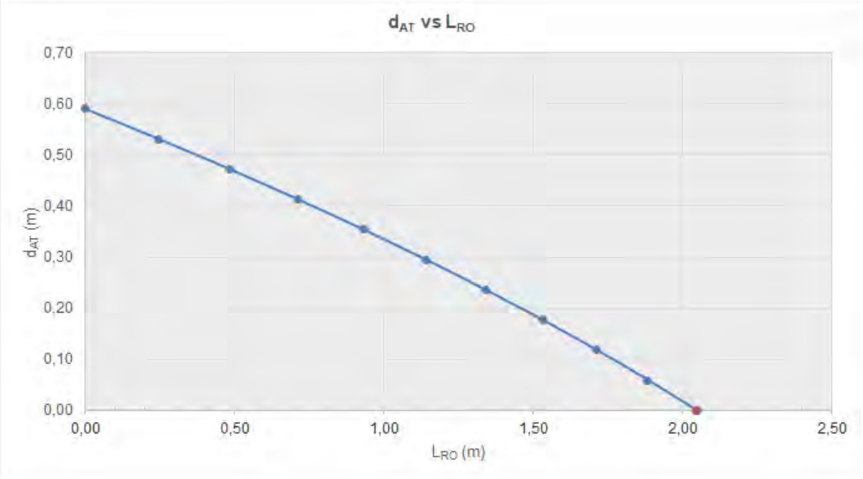
H: Altura del suelo de recubrimiento	1,00 m
γ_{AT}: Densidad del suelo de recubrimiento	16,00 KN/m³
σ_n: Tensión por el suelo de recubrimiento σ_n = H x γ_{AT}	16,00 KN/m²
δ_U: Angulo de resistencia de corte entre la geomembrana y el elemento superior	21 °
δ_L: Angulo de resistencia de corte entre la geomembrana y el elemento inferior	21 °
β: Angulo de talud	21,80 °
φ: Angulo de rozamiento interno del suelo	25 °
K_A: Coeficiente de presióna activa de tierra	0,41
K_P: Coeficiente de presióna pasiva de tierra	2,46
$\sigma_{permitida}$: Tensión permitida en la geomembrana	16.000 KN/mm²
t: Grosor de la geomembrana (mm)	2,00 mm
$T_{permitida}$: Fuerza permisible en la geomembrana $T_{permitida} = \sigma_{permitida}$ x t	32,00 KN/m
$F_{U\sigma}$= Fuerza de corte sobre la geomembrana debida al suelo de recubrimiento (KN/m)	6,14x(LRO)
$F_{L\sigma}$= Fuerza de corte bajo la geomembrana debida al suelo (KN/m)	6,14x(LRO)
F_{LT}: Fuerza de corte bajo la geomembrana debida a la componente vertical de $T_{permitida}$	4,56 KN/m
P_A: Presión activa de tierra contra el lado del relleno de la zanja de anclaje (KN/m)	3,25x(dAT)²+6,49x(dAT)
P_P: Presión pasiva de tierra contra el lado de la zanja de anclaje (KN/m)	19,71x(dAT)²+39,42x(dAT)

$$\Sigma F_X = 0$$

$$T_{permitida} \cos\beta = F_{U\sigma} + F_{L\sigma} + F_{LT} - P_A + P_P$$

$A(d_{AT})^2 + B(d_{AT}) + C(L_{RO}) = D$	
A	16,46
B	32,93
C	12,28
D	25,15
16,46x(dAT)²+32,93x(dAT)+12,28+(LRO)=25,15	

L_{RO} (m)	d_{AT} (m)
2,047	0,000
1,885	0,059
1,712	0,118
1,531	0,177
1,340	0,236
1,140	0,295
0,931	0,354
0,712	0,413
0,484	0,472
0,247	0,531
0,000	0,590



L_{RO} (m)
2,047

d_{AT} (m)
0,000

ANEJO Nº 5: CÁLCULOS DE LIXIVIADOS

ANEJO Nº5: CÁLCULOS DE LIXIVIADOS

1. METODOLOGÍA: BALANCE HIDROLÓGICO EN EL VERTEDERO 2
2. DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL BALANCE DE AGUAS PARA UNA FASE DE VERTEDERO. 2
3. DATOS DE PARTIDA DEL BALANCE HIDRICO....6
    3.1. AGUA FILTRADA SUPERIORMENTE Y DE ESCORRENTÍA....6
    3.2. CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL....7
    3.3. AGUA APORTADA POR LOS RESIDUOS 9
    3.4. AGUA APORTADA POR EL MATERIAL DE CUBRICIÓN 9
    3.5. AGUA CONSUMIDA EN LA FORMACIÓN DEL BIOGÁS 9
    3.6. AGUA PERDIDA COMO VAPOR DE AGUA EN EL BIOGÁS 10
    3.7. CAPACIDAD DE CAMPO DEL DEPÓSITO CONTROLADO....10
4. GENERACIÓN DE LIXIVIADOS. RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO 11
    4.1. GENERACIÓN DE LIXIVIADOS ETAPA 1 11
    4.2. GENERACIÓN DE LIXIVIADOS ETAPA 2 12
    4.3. GENERACIÓN DE LIXIVIADOS ETAPA 3 13

ANEJO Nº5: CÁLCULOS DE LIXIVIADOS

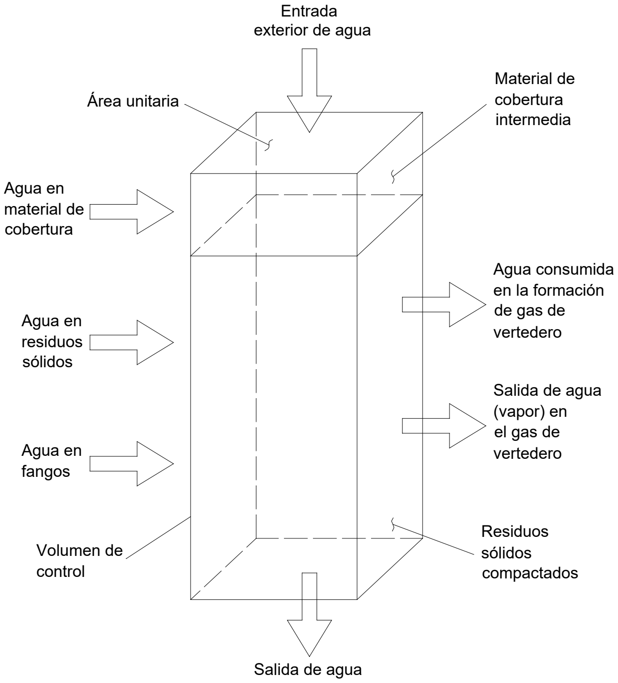
1. METODOLOGÍA: BALANCE HIDROLÓGICO EN EL VERTEDERO

El objeto del presente Anejo es el cálculo de los lixiviados producidos por el propio material depositado la Ampliación de la Fase II del Depósito Controlado de Cola en el Complejo Ambiental La Marañosa.

El potencial de formación del lixiviado puede valorarse mediante la preparación de un balance hidrológico del depósito controlado de cola. El balance hidrológico implica la suma de todas las cantidades de agua que entran en el depósito controlado y la sustracción de las cantidades de agua consumidas en las reacciones químicas, así como la cantidad que sale en forma de vapor de agua. La cantidad potencial del lixiviado es la cantidad de agua en exceso sobre la capacidad de retención de humedad del material en el depósito controlado de cola.

2. DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL BALANCE DE AGUAS PARA UNA FASE DE VERTEDERO.

Los componentes que conforman el balance de aguas para una fase del depósito controlado se identifican en la siguiente figura.


Entrada exterior de agua
Área unitaria
Material de cobertura intermedia
Agua en material de cobertura
Agua consumida en la formación de gas de vertedero
Agua en residuos sólidos
Salida de agua (vapor) en el gas de vertedero
Agua en fangos
Residuos sólidos compactados
Volumen de control
Salida de agua

Las fuentes principales incluyen: el agua que entra en la fase desde arriba (la resultante de la precipitación menos la escorrentía y la evaporación), la humedad de los residuos sólidos y la humedad del material de cubrición.

Indicar que la escorrentía se considera (por ser el vaso de vertido una depresión cerrada) que se producirá en las zonas del vaso en las que exista actividad o se haya extendido la capa de cobertura intermedia, escurriendo esta cantidad hacia la red de extracción de lixiviados de fondo. El agua que consideramos es aportada exteriormente en el balance de aguas de la masa de vertido es la diferencia entre la precipitación y el valor considerado de escorrentía y evaporación.

Las principales salidas son: el agua que abandona el vertedero formando parte del gas de depósito controlado de cola (es decir, el agua utilizada para la formación del gas), el vapor de agua saturado en el gas de depósito controlado y el lixiviado. Cada uno de estos componentes se considera a continuación.

Agua filtrada superiormente. En la capa superior del depósito controlado, el agua que entra desde arriba procede de la precipitación atmosférica, que se ha filtrado (descontando la evaporación) a través del material de cobertura. En las capas por debajo de la capa superior, el agua que entra desde arriba procede del agua que se ha filtrado a través de los residuos sólidos situados sobre la capa en cuestión.

Agua aportada por los residuos. El agua que entra al depósito controlado con los materiales residuales es tanto el agua intrínseca de los residuos como la humedad que se ha absorbido de la atmósfera o de la lluvia. En climas secos, se puede perder algo de la humedad intrínseca contenida en los residuos por las condiciones de almacenamiento.

Agua aportada por el material de cubrición. La cantidad de agua que entra con el material de cubrición dependerá del tipo y del origen del material de cubrición y de la estación del año. La cantidad máxima de humedad que el material de cubrición puede contener se define como capacidad de campo del material, o sea, el líquido que queda en el espacio de los poros, sometido a la gravedad.

Agua perdida inferiormente. El agua que sale desde el fondo de la primera fase del depósito controlado se llama lixiviado. Como se ha resaltado anteriormente, el agua que sale del fondo de la segunda y de las subsiguientes fases procede del agua que entra desde la fase superior a la fase en cuestión.

Agua consumida en la formación del gas de vertedero. Se consume agua durante la descomposición anaerobia de los constituyentes orgánicos de los residuos. La cantidad de agua consumida en las reacciones de descomposición se puede estimar utilizando la fórmula para el material de descomposición. Resumiendo esta fórmula, la masa de agua absorbida por kilogramo de residuos orgánicos secos consumidos puede estimarse de la forma siguiente:

$$C_{54}H_{86}O_{39}N + 14H_2O \rightarrow 28CH_4 + 26CO_2 + NH_3$$

La masa de agua consumida por kilogramo de residuos sólidos volátiles rápidamente biodegradables (SVRB) secos y destruidos es:

$$\text{Agua consumida} = \frac{146}{532} = 0{,}274 \text{ kgH}_2\text{O/KgSVRB destruidos}$$

Utilizando un valor de 0,947 m³/kg SVRB destruidos para la producción del gas, el valor correspondiente para la cantidad de agua consumida por metro cúbico de gas producido es:

$$\text{Agua consumida} = \frac{0{,}274}{0{,}947} = 0{,}289 \text{ kgH}_2\text{O/m}^3$$

Agua perdida como vapor de agua. El gas del depósito controlado normalmente está saturado en vapor de agua. La cantidad del vapor de agua que se escapa del depósito controlado se determina suponiendo que el gas del depósito controlado está saturado en vapor de agua y aplicando la ley de los gases perfectos de la forma siguiente:

$$p_v \times V = n \times R \times T$$

donde:
pv = Presión de vapor del H_2O a una temperatura T, en atm.
V = Volumen, l.
n = Número de moles.
R = Constante universal de los gases = 0,082 atm-^{1}/ºK
T = Temperatura, ºK.

El valor numérico para la masa de vapor de agua contenida por litro de gas de vertedero a 32ºC se obtiene de la forma siguiente:

pv = 4,82 KN/m²
V = 1,0 l
n = número de moles
R = Constante universal de los gases = 0,082 atm^{-1}/ºK
T = 305 ºK

$$n=\frac{p_v\times V}{R\times T}=\frac{4,82\times 10}{0,082\times 305}=0,0019\ \text{mol}=0,019\ \text{mol}\times\frac{18\ \text{kg}}{\text{kgxmol}}=0,0352\ \text{kgH}_2\text{O/gas}$$

Otras pérdidas y ganancias en agua. Habrá alguna pérdida de humedad por evaporación durante el vertido de los residuos. Las cantidades no son grandes y en nuestro caso se ha realizado un balance hídrico para la estimación del agua de lluvia que finalmente es aportada a los residuos.

Capacidad de campo del depósito controlado. El agua que entra en el depósito controlado, que no se consume y que no sale como vapor de agua, puede mantenerse en el depósito controlado o puede aparecer como lixiviado. El material residual y el material de cobertura, ambos, son capaces de retener agua. La cantidad de agua que se puede retener, en contra de la gravedad, se denomina capacidad de campo. La cantidad potencial del lixiviado es la cantidad de humedad dentro del vertedero por encima de la CC del vertedero. La CC, que varía con el peso de sobrecarga, puede estimarse utilizando la siguiente ecuación:

$$CC=0,60-0,55\times\left(\frac{W}{4.536+W}\right)$$

donde:

CC = Capacidad de campo (o sea, la fracción de agua en los residuos basándose en el peso seco de los mismos.).

W = Peso de sobrecarga calculado en la mitad de la altura de los residuos dentro del nivel en cuestión.

Preparación del balance de aguas del depósito controlado. Los términos que componen el balance de aguas pueden colocarse en forma de ecuación de la forma siguiente:

$$\Delta S_{RS}=W_{RS}+W_{MC}+W_{A(u)}-W_{GV}-W_{VA}-W_{E}-W_{F(L)}$$

donde:

ΔS_{RS} = Variación en la cantidad de agua almacenada en los residuos sólidos en el depósito controlado (kg/m³).

W_{RS} = Agua (humedad) en los residuos sólidos entrantes, (kg/m³)

W_{MC} = Agua (humedad) en el material de cobertura, (kg/m³)

$W_{A(U)}$ = Agua filtrada superiormente (para la capa superior del depósito controlado el agua desde arriba procede de la lluvia, (kg/m³)

W_{GV} = Agua perdida en la formación del gas del depósito controlado, (kg/m³)

W_{VA} = Agua perdida como vapor de agua saturado con el gas del depósito controlado, (kg/m³)

W_E = Agua perdida debido a la evaporación superficial, (kg/m³)

$W_{F(L)}$ = Agua que sale inferiormente (en la celda localizada directamente por encima de un sistema para la recogida del lixiviado, el agua del fondo se corresponde con el lixiviado), (kg/m³)

Se prepara el balance hidrológico del depósito controlado añadiendo la masa del agua entrante por unidad de área de una capa concreta del depósito controlado, para un incremento de tiempo dado, al contenido en humedad de esa capa al final del incremento de tiempo anterior, y sustrayendo la masa de agua perdida de la capa durante el periodo de tiempo actual. El resultado se conoce como agua disponible en el incremento de tiempo actual para una fase particular del depósito controlado.

Para determinar si se formará lixiviado, se compara la capacidad de campo del depósito controlado con la cantidad de agua presente. Si la capacidad de campo es menor que la cantidad de agua presente, se formará lixiviado. Por lo general, la cantidad de lixiviado está en función directa de la cantidad de agua externa que entra en el depósito controlado.

3. DATOS DE PARTIDA DEL BALANCE HIDRICO

En la realización de los cálculos se determina la cantidad de lixiviados producidos para el área unitaria de vertido modelizada y su evolución a lo largo del tiempo.

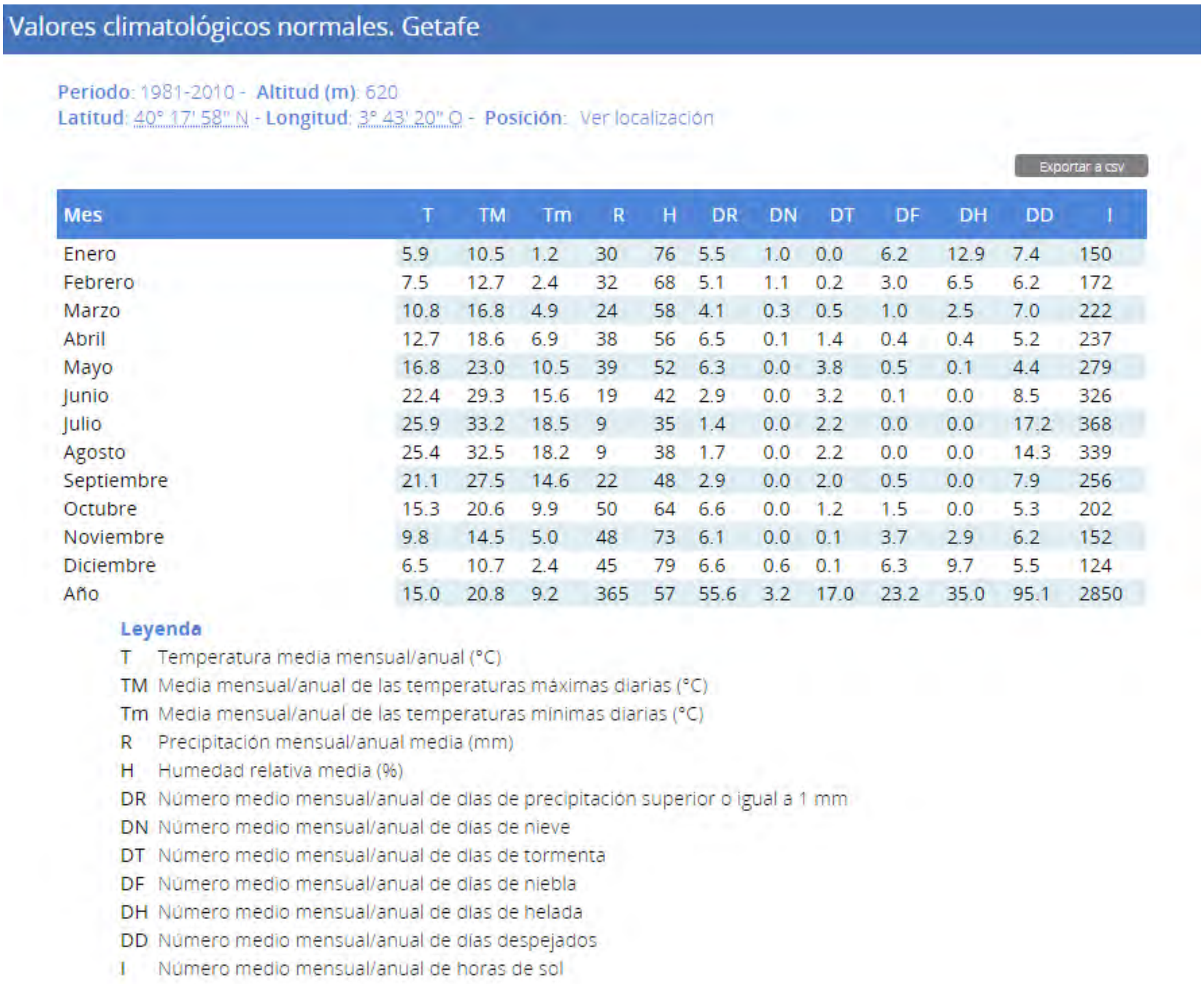
Se realiza un estudio de las hipótesis de carga que soportarán los residuos con una densidad estimada de residuos de 0,85 t/m³

Una vez determinadas las hipótesis de carga se realiza el balance de aguas de esta masa de vertido considerando las entradas y salidas comentadas anteriormente y siendo la capacidad de acumulación de agua de la masa de vertido, reflejada en la capacidad de campo (variable en función de las cargas aplicadas y por lo tanto de la fase), el factor determinante en la generación de lixiviados de esa área unitaria.

3.1. AGUA FILTRADA SUPERIORMENTE Y DE ESCORRENTÍA

Para el cálculo de la tasa de producción de lixiviados es necesario partir de una serie de datos climatológicos, tales como las precipitaciones que ocurren en la zona, la evapotranspiración y las temperaturas que se dan a lo largo del año.

Se utilizarán como datos climáticos de partida los correspondientes a Getafe (Estación Meteorológica más próxima), extraídos de la página web de la agencia estatal de meteorología y que se adjuntan a continuación:



Valores climatológicos normales. Getafe

Periodo: 1981-2010 - **Altitud (m)**: 620
Latitud: 40° 17' 58" N - **Longitud**: 3° 43' 20" O - **Posición**: Ver localización

Mes	T	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
Enero	5.9	10.5	1.2	30	76	5.5	1.0	0.0	6.2	12.9	7.4	150
Febrero	7.5	12.7	2.4	32	68	5.1	1.1	0.2	3.0	6.5	6.2	172
Marzo	10.8	16.8	4.9	24	58	4.1	0.3	0.5	1.0	2.5	7.0	222
Abril	12.7	18.6	6.9	38	56	6.5	0.1	1.4	0.4	0.4	5.2	237
Mayo	16.8	23.0	10.5	39	52	6.3	0.0	3.8	0.5	0.1	4.4	279
Junio	22.4	29.3	15.6	19	42	2.9	0.0	3.2	0.1	0.0	8.5	326
Julio	25.9	33.2	18.5	9	35	1.4	0.0	2.2	0.0	0.0	17.2	368
Agosto	25.4	32.5	18.2	9	38	1.7	0.0	2.2	0.0	0.0	14.3	339
Septiembre	21.1	27.5	14.6	22	48	2.9	0.0	2.0	0.5	0.0	7.9	256
Octubre	15.3	20.6	9.9	50	64	6.6	0.0	1.2	1.5	0.0	5.3	202
Noviembre	9.8	14.5	5.0	48	73	6.1	0.0	0.1	3.7	2.9	6.2	152
Diciembre	6.5	10.7	2.4	45	79	6.6	0.6	0.1	6.3	9.7	5.5	124
Año	15.0	20.8	9.2	365	57	55.6	3.2	17.0	23.2	35.0	95.1	2850

Leyenda

T	Temperatura media mensual/anual (°C)
TM	Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C)
Tm	Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C)
R	Precipitación mensual/anual media (mm)
H	Humedad relativa media (%)
DR	Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm
DN	Número medio mensual/anual de días de nieve
DT	Número medio mensual/anual de días de tormenta
DF	Número medio mensual/anual de días de niebla
DH	Número medio mensual/anual de días de helada
DD	Número medio mensual/anual de días despejados
I	Número medio mensual/anual de horas de sol

3.2. CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL

Para el cálculo de la evapotranspiración real se empleará el método de Thornthwaite que fue desarrollado a partir de datos de precipitación y escorrentía para diversas cuencas de drenaje. El resultado es básicamente una relación empírica entre la ETP y la temperatura del aire.

La fórmula de Thornthwaite para el cálculo de la evapotranspiración sin corregir es la siguiente

$$\mathrm{ETP}= 16\times\left(\frac{10\times T}{I}\right)^{\alpha}$$

Donde:

ETP: evapotranspiración en mm.

I: índice calórico, constante para la región dada y es la suma de 12 índices mensuales i, donde i es función de la temperatura media normal mensual.

$$I = i_{ene} + i_{feb} + i_{mar} + \ldots + i_{dic}$$

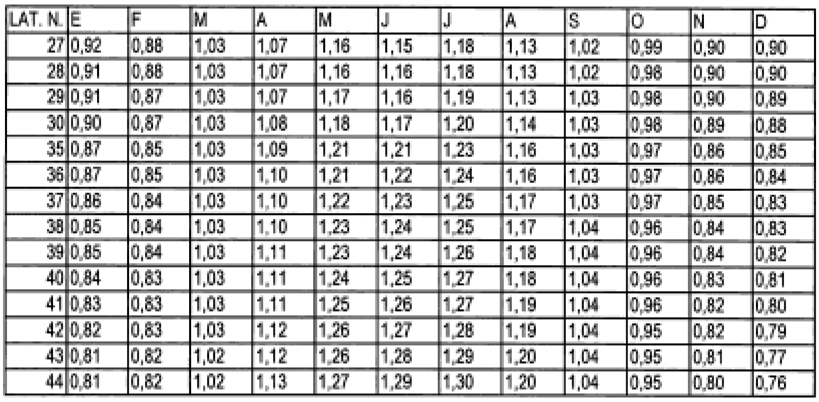
$$i_{mes} = \left(\frac{T_{mes}}{5} \right)^{1,514}$$

T: temperatura media mensual en ºC

α: exponente empírico, función de I

$$\alpha = 6,75 \times 10^{-7} \times I^3 - 7,71 \times 10^{-5} \times I^2 + 1,75 \times 10^{-2} \times I + 0,49239$$

Una vez obtenido el valor de la evapotranspiración, se procede a corregir dicho valor en base a la duración del mes y longitud del día (ya que la fórmula presupone un mes tipo de 30 días, de 12 horas diarias de heliofanía posible).



LAT. N.	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
27	0,92	0,88	1,03	1,07	1,16	1,15	1,18	1,13	1,02	0,99	0,90	0,90
28	0,91	0,88	1,03	1,07	1,16	1,16	1,18	1,13	1,02	0,98	0,90	0,90
29	0,91	0,87	1,03	1,07	1,17	1,16	1,19	1,13	1,03	0,98	0,90	0,89
30	0,90	0,87	1,03	1,08	1,18	1,17	1,20	1,14	1,03	0,98	0,89	0,88
35	0,87	0,85	1,03	1,09	1,21	1,21	1,23	1,16	1,03	0,97	0,86	0,85
36	0,87	0,85	1,03	1,10	1,21	1,22	1,24	1,16	1,03	0,97	0,86	0,84
37	0,86	0,84	1,03	1,10	1,22	1,23	1,25	1,17	1,03	0,97	0,85	0,83
38	0,85	0,84	1,03	1,10	1,23	1,24	1,25	1,17	1,04	0,96	0,84	0,83
39	0,85	0,84	1,03	1,11	1,23	1,24	1,26	1,18	1,04	0,96	0,84	0,82
40	0,84	0,83	1,03	1,11	1,24	1,25	1,27	1,18	1,04	0,96	0,83	0,81
41	0,83	0,83	1,03	1,11	1,25	1,26	1,27	1,19	1,04	0,96	0,82	0,80
42	0,82	0,83	1,03	1,12	1,26	1,27	1,28	1,19	1,04	0,95	0,82	0,79
43	0,81	0,82	1,02	1,12	1,26	1,28	1,29	1,20	1,04	0,95	0,81	0,77
44	0,81	0,82	1,02	1,13	1,27	1,29	1,30	1,20	1,04	0,95	0,80	0,76

Calculada la ETP corregida o potencial, la ETP real se obtiene por comparación entre la ETP corregida y la pluviometría, es decir si la ETP es menor que la pluviometría, la ETP real será igual a la corregida y si la ETP corregida es mayor que la pluviometría, la ETP real será igual a la pluviometría, ya que la pluviometría es lo máximo que se puede evaporar.

Con los datos entre pluviometría y ETP real se realiza el balance hídrico por diferencia entre ambas.

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
TEMPERATURA MEDIA ºC	5,900	7,500	10,800	12,700	16,800	22,400	25,900	25,400	21,100	15,300	9,800	6,500
INDICE CALORICO	1,285	1,848	3,209	4,101	6,264	9,684	12,064	11,713	8,846	5,437	2,770	1,488
ETP SIN CORREGIR	12,635	18,327	32,249	41,456	63,957	99,888	125,091	121,369	91,049	55,328	27,741	14,682
COEFICIENTE CORRECTOR	0,840	0,830	1,030	1,110	1,240	1,250	1,270	1,180	1,040	0,960	0,830	0,810
ETP CORREGIDA	10,61	15,21	33,22	46,02	79,31	124,86	158,87	143,22	94,69	53,11	23,02	11,89
PLUVIOMETRIA	30,00	32,00	24,00	38,00	39,00	19,00	9,00	9,00	22,00	50,00	48,00	45,00
ETP REAL	10,61	15,21	24,00	38,00	39,00	19,00	9,00	9,00	22,00	50,00	23,02	11,89

BALANCE HIDRICO	19,39	16,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,98	33,11

En vista del cuadro anterior, el balance hídrico determinado como la diferencia entre pluviometría y ETP real es de 94,25 mm/año.

Puesto que la superficie de recogida de lixiviados de la nueva ampliación propuesta en el presente proyecto, contabilizando la superficie en planta es de 250.024 m², entonces la cantidad de agua de escorrentías filtrada a la masa de residuos es de aproximadamente 23.565 m³/año.

Con el objeto de minimizar la infiltración de las escorrentías de lluvia hacia la masa de residuos, y reducir la generación de lixiviados, se contempla ejecutar la explotación en 3 etapas diferentes, que se detallan en los planos, y cuya superficie libre de explotación y susceptible de infiltrar las escorrentías hacia la masa de residuos se detalla en la siguiente descripción.

- Etapa 1: Con una superficie de explotación de 104.290 m³, por lo que la cantidad estimada de aguas de escorrentías filtrada hacia la masa de residuos es de 9.829 m³/año.
- Etapa 2: Con una superficie de explotación de 115.313 m³, por lo que la cantidad estimada de aguas de escorrentía filtrada hacia la masa de residuos es de 10.868 m³/año.
- Etapa 3: Con una superficie de explotación de 116.375 m³, por lo que la cantidad estimada de aguas de escorrentía filtrada hacia la masa de residuos es de 10.968 m³/año.

3.3. AGUA APORTADA POR LOS RESIDUOS

El contenido en humedad inicial de los residuos según los medios de entrada de residuos es del 30%, y la densidad media de 0,85 t/m³. Por lo tanto, el agua aportada por los residuos será de 352,94 kg H_2O/m³.

3.4. AGUA APORTADA POR EL MATERIAL DE CUBRICIÓN

Se supone que el contenido en humedad del material de cubrición es su capacidad de campo, aunque a efectos de cálculo del volumen de lixiviado generado, no se considera este término.

3.5. AGUA CONSUMIDA EN LA FORMACIÓN DEL BIOGÁS

Se considera que el valor correspondiente para la cantidad de agua consumida por metro cúbico de biogás producido en el seno del depósito controlado es 0,289 kg H_2O / m³ de biogás. Durante el primer año de depósito de residuos, la producción de biogás es aproximadamente de 25,34 m³/Ton de residuo (valor extraído en los cálculos de desgasificación del Anejo nº4, de establecer la relación de la producción de biogás entre las toneladas de residuos entrantes en el año 2028, primer año de explotación de la Ampliación de la Fase II; 14.813.279 Nm³ / 589.402 Ton = 25,13 m³/Ton).

Por tanto, el consumo estimado de agua para la formación de biogás es de 7,26 kg H_2O/Ton de residuo.

3.6. AGUA PERDIDA COMO VAPOR DE AGUA EN EL BIOGÁS

La masa de vapor de agua contenida en el biogás a 32º C se considera alrededor de 0,0352 kg H_2O/m^3 biogás. Durante el primer año de depósito de residuos, la producción de biogás es aproximadamente de 25,13 m^3/Ton de residuo. Por tanto, agua perdida en el biogás es de 0,885 kg H_2O/Ton de residuo.

3.7. CAPACIDAD DE CAMPO DEL DEPÓSITO CONTROLADO

Las hipótesis consideradas para estimar la capacidad de campo de la masa de residuos son:

DENSIDAD DE RESIDUOS (kg/m³)	850
HUMEDAD DE LOS RESIDUOS (%)	30
ALTURA ANUAL RESIDUOS+MATERIAL CUBRICIÓN (m)	10,00
DENSIDAD MATERIAL CUBRICIÓN (kg/m³)	1.850
ESPESOR ACUMULADO CAPA CUBRICIÓN (m)	1,70
ESPESOR ANUAL RESIDUOS (m)	8,30
AGUA FILTRADA RESIDUOS (mm/año)	94,25

La capacidad de campo varía con el peso de sobrecarga, este es función de la fase y la posición dentro de la misma, puede estimarse utilizando la siguiente ecuación:

$$CC= 0,60 - 0,55\times\left(\frac{W}{4.536+W}\right)$$

donde:

CC = Capacidad de campo (o sea, la fracción de agua en los residuos basándose en el peso seco de los mismos.).

W = Peso de sobrecarga calculado en la mitad de la altura de los residuos dentro del nivel en cuestión.

$$W= \gamma_{residos}\times\frac{H_{residuos}}{2}+\gamma_{cubrición}\times\frac{H_{cubricion}}{2}=850\times\frac{4,00}{2}+1.850\times\frac{0,80}{2}=2.440\text{ kg}$$

Para la estimación de la producción de lixiviados se está considerando un volumen anual, por ello, para el cálculo de la capacidad de campo adoptaremos como criterio, la altura media anual de residuos y tierra de cubrición, obtenida como la altura máxima de residuos (de aproximadamente 20,00 m) entre el número de años de vida útil (unos 4 años)

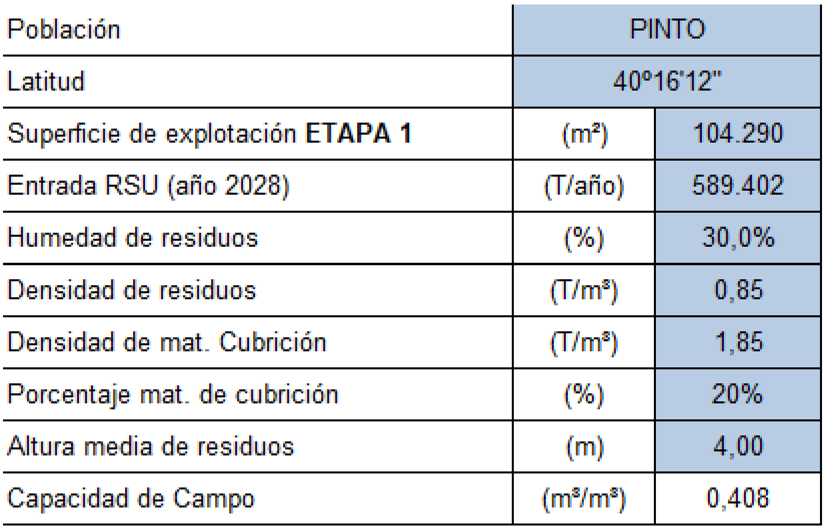
Por tanto, considerando una altura anual neta de residuos de 4,00 m y 0,80 m de material de cubrición, el coeficiente de capacidad de campo será:

$$CC = 0{,}60 - 0{,}55 \times \left(\frac{2.440}{4.536+2.440}\right) = 0{,}408$$

4. GENERACIÓN DE LIXIVIADOS. RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO

Siguiendo la metodología expuesta en el punto anterior se calcula la generación de lixiviados para la explotación de la ampliación de la Fase **II**, prevista en el presente Proyecto, y antes de su sellado, para cada una de las 3 etapas en las que se contempla la ejecución de la explotación

4.1. GENERACIÓN DE LIXIVIADOS ETAPA 1



Población	PINTO	
Latitud	40º16'12"	
Superficie de explotación **ETAPA 1**	(m²)	104.290
Entrada RSU (año 2028)	(T/año)	589.402
Humedad de residuos	(%)	30,0%
Densidad de residuos	(T/m³)	0,85
Densidad de mat. Cubrición	(T/m³)	1,85
Porcentaje mat. de cubrición	(%)	20%
Altura media de residuos	(m)	4,00
Capacidad de Campo	(m³/m³)	0,408

		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
Nºdias	#	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
Precipitación	(mm/mes)	30,00	32,00	24,00	38,00	39,00	19,00	9,00	9,00	22,00	50,00	48,00	45,00	365,00
Temperatura media	(ºC)	5,9	7,5	10,8	12,7	16,8	22,4	25,9	25,4	21,1	15,3	9,8	6,5	15,01
Coeficiente corrector ETP	#	0,840	0,830	1,030	1,110	1,240	1,250	1,270	1,180	1,040	0,960	0,830	0,810	1,033
Indice Calorífico	#	1,285	1,848	3,209	4,101	6,264	9,684	12,064	11,713	8,846	5,437	2,770	1,488	68,71
ETP de cálculo	(mm/mes)	10,61	15,21	33,22	46,02	79,31	124,86	158,87	143,22	94,69	53,11	23,02	11,89	794,03
Balance hídrico	(mm/mes)	19,39	16,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,98	33,11	94,26
Entrada RSU	(T/mes)	50.059	45.214	50.059	48.444	50.059	48.444	50.059	50.059	48.444	50.059	48.444	50.059	589.402
	%	8,49%	7,67%	8,49%	8,22%	8,49%	8,22%	8,49%	8,49%	8,22%	8,49%	8,22%	8,49%	100%
Agua infiltrada en residuos	(m³)	2.022	1.751	0	0	0	0	0	0	0	0	2.605	3.453	9.830
Humedad RSU	(m³)	17.668	15.958	17.668	17.098	17.668	17.098	17.668	17.668	17.098	17.668	17.098	17.668	208.024
Aporte de agua en residuos	(m³)	19.690	17.709	17.668	17.098	17.668	17.098	17.668	17.668	17.098	17.668	19.703	21.121	217.854
Perdidas de lixiviados en biogás	(m³)	363,43	328,26	363,43	351,70	363,43	351,70	363,43	363,43	351,70	363,43	351,70	363,43	4.279,06
Perdidas de lixiviados en vapor en biogás	(m³)	44,30	40,01	44,30	42,87	44,30	42,87	44,30	44,30	42,87	44,30	42,87	44,30	522
Cantidad de lixiviados	(m³)	19.282	17.341	17.260	16.703	17.260	16.703	17.260	17.260	16.703	17.260	19.308	20.713	213.054
Capacidad de Campo máxima teórica	(m³)	24.006	21.683	24.006	23.232	24.006	23.232	24.006	24.006	23.232	24.006	23.232	24.006	282.654
Cantidad de lixiviados retenidos	(m³)	**19.282**	**17.341**	**17.260**	**16.703**	**17.260**	**16.703**	**17.260**	**17.260**	**16.703**	**17.260**	**19.308**	**20.713**	**213.054**
Infiltración de lixiviados mensual	**(m³)**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**

En vista a la tabla anterior, la producción anual media estimada de lixiviados durante la Etapa 1 de explotación es de 213.054 m³, quedando retenidos en la masa de residuos debido a la capacidad de campo de los residuos.

4.2. GENERACIÓN DE LIXIVIADOS ETAPA 2

Población	PINTO	
Latitud	40º16'12"	
Superficie de explotación **ETAPA 2**	(m²)	115.313
Entrada RSU (año 2029)	(T/año)	565.826
Humedad de residuos	(%)	30,0%
Densidad de residuos	(T/m³)	0,85
Densidad de mat. Cubrición	(T/m³)	1,85
Porcentaje mat. de cubrición	(%)	20%
Altura media de residuos	(m)	4,00
Capacidad de Campo	(m³/m³)	0,408

		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
Nºdias	#	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
Precipitación	(mm/mes)	30,00	32,00	24,00	38,00	39,00	19,00	9,00	9,00	22,00	50,00	48,00	45,00	365,00
Temperatura media	(ºC)	5,9	7,5	10,8	12,7	16,8	22,4	25,9	25,4	21,1	15,3	9,8	6,5	15,01
Coeficiente corrector ETP	#	0,840	0,830	1,030	1,110	1,240	1,250	1,270	1,180	1,040	0,960	0,830	0,810	1,033
Indice Calorifico	#	1,285	1,848	3,209	4,101	6,264	9,684	12,064	11,713	8,846	5,437	2,770	1,488	68,71
ETP de cálculo	(mm/mes)	10,61	15,21	33,22	46,02	79,31	124,86	158,87	143,22	94,69	53,11	23,02	11,89	794,03
Balance hídrico	(mm/mes)	19,39	16,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,98	33,11	94,26
Entrada RSU	(T/mes)	48.056	43.406	48.056	46.506	48.056	46.506	48.056	48.056	46.506	48.056	46.506	48.056	565.826
	%	8,49%	7,67%	8,49%	8,22%	8,49%	8,22%	8,49%	8,49%	8,22%	8,49%	8,22%	8,49%	100%
Agua infiltrada en residuos	(m^3)	2.235	1.936	0	0	0	0	0	0	0	0	2.880	3.818	10.869
Humedad RSU	(m^3)	16.961	15.320	16.961	16.414	16.961	16.414	16.961	16.961	16.414	16.961	16.414	16.961	199.703
Aporte de agua en residuos	(m^3)	19.197	17.256	16.961	16.414	16.961	16.414	16.961	16.961	16.414	16.961	19.294	20.779	210.572
Perdidas de lixiviados en biogás	(m^3)	348,89	315,13	348,89	337,64	348,89	337,64	348,89	348,89	337,64	348,89	337,64	348,89	4.107,90
Perdidas de lixiviados en vapor en biogás	(m^3)	42,53	38,41	42,53	41,16	42,53	41,16	42,53	42,53	41,16	42,53	41,16	42,53	501
Cantidad de lixiviados	(m^3)	18.805	16.902	16.570	16.035	16.570	16.035	16.570	16.570	16.035	16.570	18.915	20.387	205.964
Capacidad de Campo máxima teórica	(m^3)	23.046	20.816	23.046	22.303	23.046	22.303	23.046	23.046	22.303	23.046	22.303	23.046	271.348
Cantidad de lixiviados retenidos	(m^3)	**18.805**	**16.902**	**16.570**	**16.035**	**16.570**	**16.035**	**16.570**	**16.570**	**16.035**	**16.570**	**18.915**	**20.387**	**205.964**
Infiltración de lixiviados mensual	**(m^3)**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**

En vista a la tabla anterior, la producción anual media estimada de lixiviados durante la Etapa 2 de explotación es de 205.964 m^3, quedando retenidos en la masa de residuos debido a la capacidad de campo de los residuos.

4.3. GENERACIÓN DE LIXIVIADOS ETAPA 3

Población	PINTO	
Latitud	40º16'12"	
Superficie de explotación **ETAPA 3**	(m^2)	116.375
Entrada RSU (año 2030)	(T/año)	543.193
Humedad de residuos	(%)	30,0%
Densidad de residuos	(T/m^3)	0,85
Densidad de mat. Cubrición	(T/m^3)	1,85
Porcentaje mat. de cubrición	(%)	20%
Altura media de residuos	(m)	4,00
Capacidad de Campo	(m^3/m^3)	0,408

		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
Nºdias	#	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
Precipitación	(mm/mes)	30,00	32,00	24,00	38,00	39,00	19,00	9,00	9,00	22,00	50,00	48,00	45,00	365,00
Temperatura media	(ºC)	5,9	7,5	10,8	12,7	16,8	22,4	25,9	25,4	21,1	15,3	9,8	6,5	15,01
Coeficiente corrector ETP	#	0,840	0,830	1,030	1,110	1,240	1,250	1,270	1,180	1,040	0,960	0,830	0,810	1,033
Indice Calorífico	#	1,285	1,848	3,209	4,101	6,264	9,684	12,064	11,713	8,846	5,437	2,770	1,488	68,71
ETP de cálculo	(mm/mes)	10,61	15,21	33,22	46,02	79,31	124,86	158,87	143,22	94,69	53,11	23,02	11,89	794,03
Balance hídrico	(mm/mes)	19,39	16,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,98	33,11	94,26
Entrada RSU	(T/mes)	46.134	41.670	46.134	44.646	46.134	44.646	46.134	46.134	44.646	46.134	44.646	46.134	543.193
	%	8,49%	7,67%	8,49%	8,22%	8,49%	8,22%	8,49%	8,49%	8,22%	8,49%	8,22%	8,49%	100%
Agua infiltrada en residuos	(m^3)	2.256	1.954	0	0	0	0	0	0	0	0	2.906	3.853	10.969
Humedad RSU	(m^3)	16.283	14.707	16.283	15.757	16.283	15.757	16.283	16.283	15.757	16.283	15.757	16.283	191.715
Aporte de agua en residuos	(m^3)	18.539	16.661	16.283	15.757	16.283	15.757	16.283	16.283	15.757	16.283	18.664	20.136	202.684
Perdidas de lixiviados en biogás	(m^3)	334,93	302,52	334,93	324,13	334,93	324,13	334,93	334,93	324,13	334,93	324,13	334,93	3.943,58
Perdidas de lixiviados en vapor en biogás	(m^3)	40,83	36,88	40,83	39,51	40,83	39,51	40,83	40,83	39,51	40,83	39,51	40,83	481
Cantidad de lixiviados	(m^3)	18.163	16.321	15.907	15.394	15.907	15.394	15.907	15.907	15.394	15.907	18.300	19.760	198.260
Capacidad de Campo máxima teórica	(m^3)	22.124	19.983	22.124	21.410	22.124	21.410	22.124	22.124	21.410	22.124	21.410	22.124	260.494
Cantidad de lixiviados retenidos	(m^3)	**18.163**	**16.321**	**15.907**	**15.394**	**15.907**	**15.394**	**15.907**	**15.907**	**15.394**	**15.907**	**18.300**	**19.760**	**198.260**
Infiltración de lixiviados mensual	**(m^3)**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**

En vista a la tabla anterior, la producción anual media estimada de lixiviados durante la Etapa 3 de explotación es de 198.260 m^3, quedando retenidos en la masa de residuos debido a la capacidad de campo de los residuos.

Como se aprecia, la cantidad anual de lixiviados generados se va reduciendo a lo largo de los años debido a la disminución estimada de entrada de residuos y la consiguiente reducción de lixiviados debido al aporte de humedad de los lixiviados.

Aunque según el modelo teórico, y con el cálculo de la capacidad de campo, todos los lixiviados generados por precipitación y por el aporte de humedad de los residuos quedan retenidos en la masa de residuos, en la realidad, parte de estos lixiviados se irán filtrando paulatinamente hacia el fondo del vaso de vertido, y evacuado mediante el drenaje e impulsión de lixiviados hacia la planta de tratamiento.

ANEJO Nº 6: CÁLCULOS DE DESGASIFICACIÓN

ANEJO Nº6: CÁLCULOS DE DESGASIFICACIÓN

1. INTRODUCCION 2
2. GENERALIDADES DE LA DESGASIFICACIÓN EN DEPÓSITOS CONTROLADOS DE RESIDUOS 2
   2.1. INTRODUCCIÓN 2
   2.2. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA FORMACION DEL GAS 4
   2.3. RIESGOS DE LA PRODUCCION Y EMISION DE GAS 5
3. INFRAESTRUCTURA DE CAPTACION DE BIOGAS 6
4. GENERACIÓN DE BIOGÁS EN LA ACTUALIDAD 8
5. CÁLCULOS REALIZADOS PARA LA GENERACIÓN DE BIOGÁS EN LA FASE IV Y EN LA AMPLIACIÓN DE LA FASE II 9
   5.1. PARÁMETROS DE BIOGÁS 9
   5.2. CÁLCULO DE EMISIONES DE GASES 9
   5.3. METODOLOGIA APLICADA EN LA EMISIÓN DE GASES 10
   5.4. DATOS DE PARTIDA Y RESULTADOS DEL MODELO 12
   5.5. GENERACIÓN DE BIOGÁS 14
   5.6. CAPTACIÓN DE BIOGÁS EN EL VASO 16
6. GENERACIÓN DE BIOGÁS TOTAL ESTIMADO 19

APÉNDICE Nº1: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE DESGASIFICACIÓN

ANEJO Nº6: CÁLCULOS DE DESGASIFICACIÓN

1. INTRODUCCION

En el Depósito Controlado de la Mancomunidad de Gestión de Residuos del Sur existe un sistema de valorización de biogás que generará la electricidad usada en la instalación. Este sistema de generación de electricidad consta de unos motores alternativos que, mediante la combustión del biogás obtenido de la instalación, generan la electricidad que dará servicio a los demás equipos del Complejo Ambiental.

En caso de fallo de alguno de los motores existen unas antorchas de emergencia que se harán cargo de la combustión del biogás destinado a estos motores.

Debido la ampliación de la Fase II, se amplía la cantidad de biogás que será captado. En el "Proyecto de Ejecución de obras de Ampliación de la Fase IV, Sellado y Desgasificación de la Fase III y Ampliación de la capacidad de tratamiento de lixiviados en el Depósito Controlado de la Mancomunidad del Sur en los Términos Municipales de Pinto y Getafe" se preveía la instalación de dos nuevas antorchas no sistemáticas con un caudal total unitario de 1.500 Nm^3/h, complementando a las 3 antorchas existentes, como sistema de emergencia para absorber el incremento del caudal captado, puesto que los motores que existen en la instalación no son capaces de valorizar todo el biogás que se obtiene.

La capacidad punta de combustión de todas las antorchas existentes en la actualidad en la planta es de 9.500 m^3/h. Esta capacidad debe ser suficiente para la combustión del biogás captado en las Fases I, II y III actuales, según la estimación de captación de biogás realizada en el Proyecto antes citado, más el biogás captado en la Fase IV, que se determinará en el presente Anejo, más el biogás captado en la ampliación sobre la Fase II, que también se calcula en el presente Anejo.

2. GENERALIDADES DE LA DESGASIFICACIÓN EN DEPÓSITOS CONTROLADOS DE RESIDUOS

2.1. INTRODUCCIÓN

La degradación anaerobia de la materia orgánica genera una mezcla de gases conocida como biogás. Debido a la presencia de materia orgánica en el interior del presente depósito controlado, esta degradación microbiológica y anaerobia se produce de forma natural dando como resultado la formación del gas del depósito controlado de residuos.

El gas del depósito controlado se forma como resultado de la biodegradación del carbono orgánico presente en los residuos: aproximadamente se forma 1,87 m^3 de gas por kilogramo de carbón orgánico degradado.

Esta degradación es un proceso que tiene lugar en varias etapas:

- Fase aerobia. En la que el oxígeno presente en el depósito controlado de residuos se consume en la degradación de los compuestos orgánicos. Es una fase corta (varios días-varias semanas) debido a la poca cantidad de oxígeno presente.
- Fase de hidrólisis. En la que las moléculas orgánicas grandes se rompen en moléculas más pequeñas y solubles, como ácidos grasos de cadena corta, azúcares simples y aminoácidos.
- Fase acidogénica. En la que las bacterias, dadas las condiciones de anaerobiosis, degradan los compuestos hidrolizados hasta convertirlos en ácidos grasos y por tanto disminuye el pH. Los gases que se forman en esta fase son principalmente hidrógeno (H_2) y dióxido de carbono (CO_2).
- Fase metanogénica. En la que los ácidos grasos formados en la fase anterior se descomponen principalmente en metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2). La fase metanogénica puede alcanzarse al cabo de pocos meses, sin embargo, también pueden pasar años antes de que el metano se forme. Al contrario de lo que ocurre con los microorganismos en la fase de acidificación, las bacterias formadoras de metano son sensibles a cambios repentinos en las condiciones medioambientales.

La reacción química generalizada para la descomposición anaerobia es la que sigue:

Materia orgánica + H_2O bacterias →Materia orgánica + CH_4 + CO_2 + otros gases Biodegradable

En la figura siguiente se representa esquemáticamente el proceso de degradación de la materia orgánica.

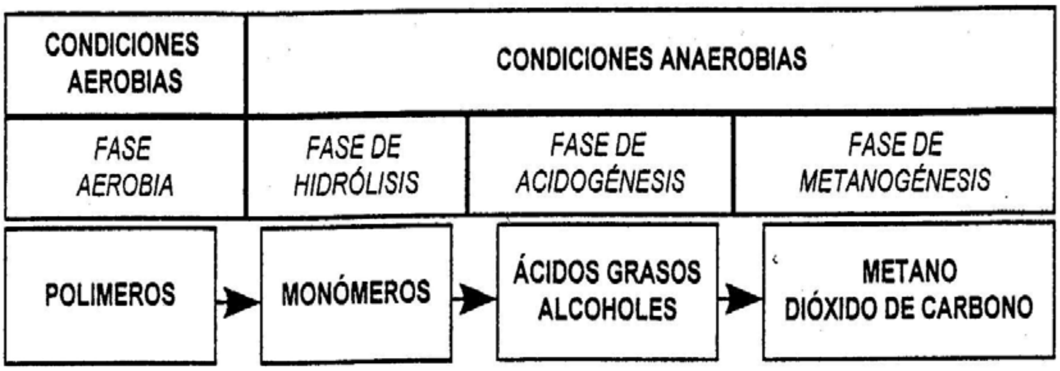


Fig 1:

De modo general, la concentración de los componentes mayoritarios de un biogás “tipo” sería entre 40 y 50% de metano (CH_4), 35-40% de dióxido de carbono (CO_2), 3-5% de nitrógeno (N_2) y 2-3% de oxígeno. Otros componentes de menor proporción suelen ser el hidrógeno (H_2), el amoniaco (NH_3) y el sulfuro de hidrógeno (SH_2).

En la gráfica siguiente se muestra la composición del biogás en el transcurso de cada una de las fases de descomposición.

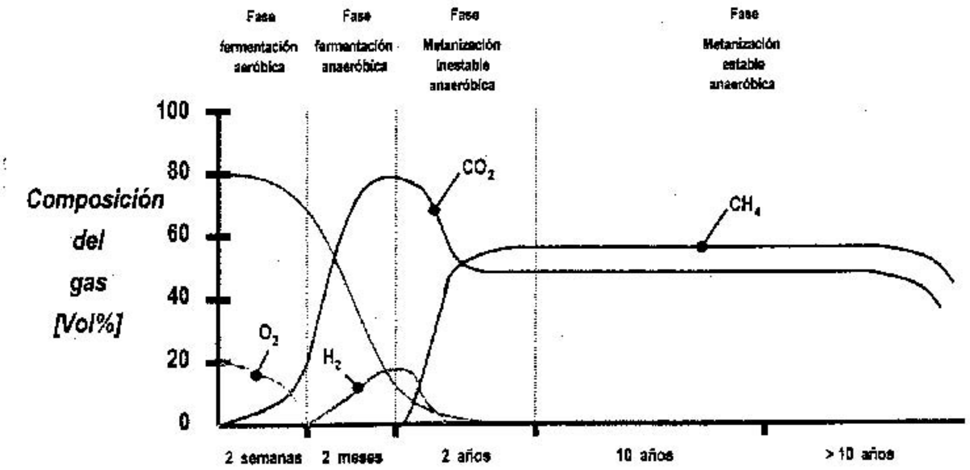


Fig 2:

2.2. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA FORMACION DEL GAS

El proceso comentado anteriormente varía de un depósito controlado a otro, en función de diferentes factores, que ejercen una influencia directa sobre la cantidad de vida de los microorganismos generadores de metano. Estos factores son:

- Naturaleza y composición de los residuos
- Grado de compactación de los residuos
- Humedad de los residuos
- Pretratamiento de los residuos
- Tipo de cobertura del depósito controlado de residuos.
- Características climatológicas de la zona

En cuanto a la velocidad de degradación, ésta viene determinada principalmente por la temperatura y el contenido en humedad. La movilidad del agua en la masa de vertido (lixiviación) permite que las enzimas y las bacterias presentes tengan acceso a la materia orgánica que todavía no se haya degradado.

Sobre la base de los parámetros de influencia comentados es posible, teóricamente, evaluar la producción de gas en función del tiempo. Esta estimación de la producción de gas sirve como base para el dimensionamiento de la instalación de desgasificación.

La gráfica que se muestra a continuación representa, a modo de ejemplo, la producción de biogás según las características de los residuos y los condicionantes climatológicos.

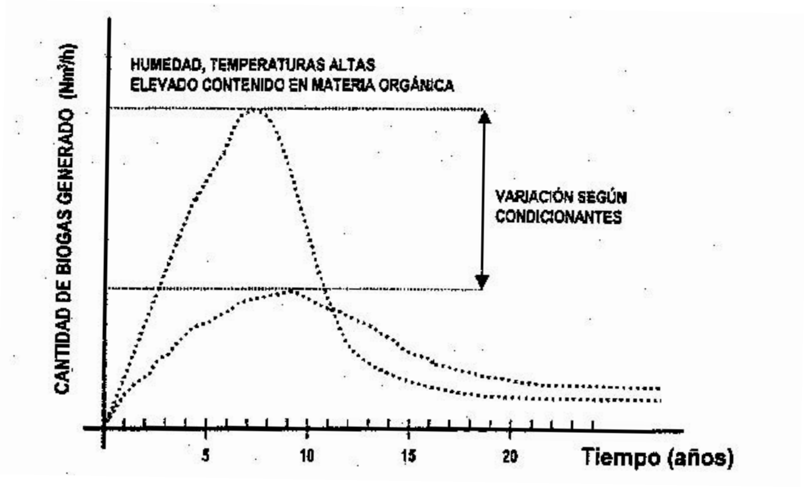
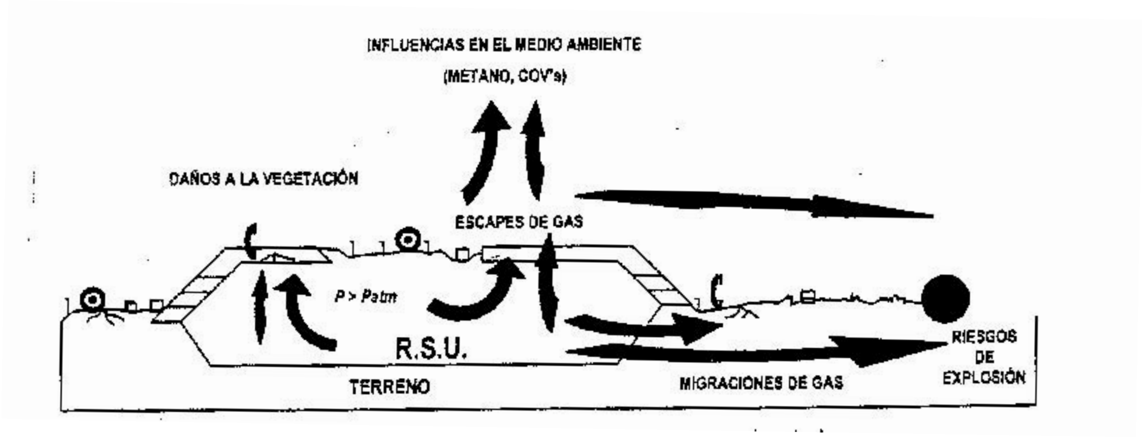


Fig 3:

2.3. RIESGOS DE LA PRODUCCION Y EMISION DE GAS

Como resultado de todo lo expuesto anteriormente, se genera un flujo constante de gas desde el depósito controlado a la atmósfera. Dentro del perímetro del depósito controlado y como consecuencia de la presión que presenta el mismo, éste fluye hasta la atmósfera libre siguiendo la trayectoria de menor resistencia. Por ello las influencias en los alrededores pueden ser:

- Peligro de acumulación en espacios cerrados, con el riesgo de explosiones (formación de mezclas aire-metano) que ello supone. Una concentración de 5 a 15 % vol. de metano en el aire forma una mezcla susceptible de explosión.
- Emanaciones malolientes debidas a los compuestos organosulfurados e hidrosulfuros.
- Intoxicaciones causadas por la inhalación de sustancias tóxicas del gas.
- Daños en la vegetación, por concentración de emisiones que pueden producir imposibilidad de arraigamiento de especies, asfixia de la vegetación y su muerte.
- Influencia nociva del metano sobre el efecto invernadero (se estima que es aproximadamente 30 veces mayor que la del CO_2).


INFLUENCIAS EN EL MEDIO AMBIENTE
(METANO, COV's)
DAÑOS A LA VEGETACIÓN
ESCAPES DE GAS
P > Patm
R.S.U.
TERRENO
MIGRACIONES DE GAS
RIESGOS DE EXPLOSIÓN

3. INFRAESTRUCTURA DE CAPTACION DE BIOGAS

Previamente al inicio de las obras de preparación del terreno, se deben acometer las obras de desmontaje de la red de desgasificación actual.

Para ello, se realizarán las siguientes actuaciones.

- Desmontaje y acopio del cierre superior de los pozos afectados por la actuación, de modo que se puedan ir ejecutando a medida que se van recreciendo los pozos en las diferentes tongadas
- Desmontaje de las ERM's en la zona afectada por la zona de actuación
- Desmontaje y acopio de las tuberías de desgasificación existentes entre los pozos afectados y las ERM's
- Desmontaje de los tramos de tuberías generales de salida de las ERM´s.

En la imagen siguiente se aprecian los pozos, redes de tuberías y ERM´s afectadas dentro de la superficie de actuación:

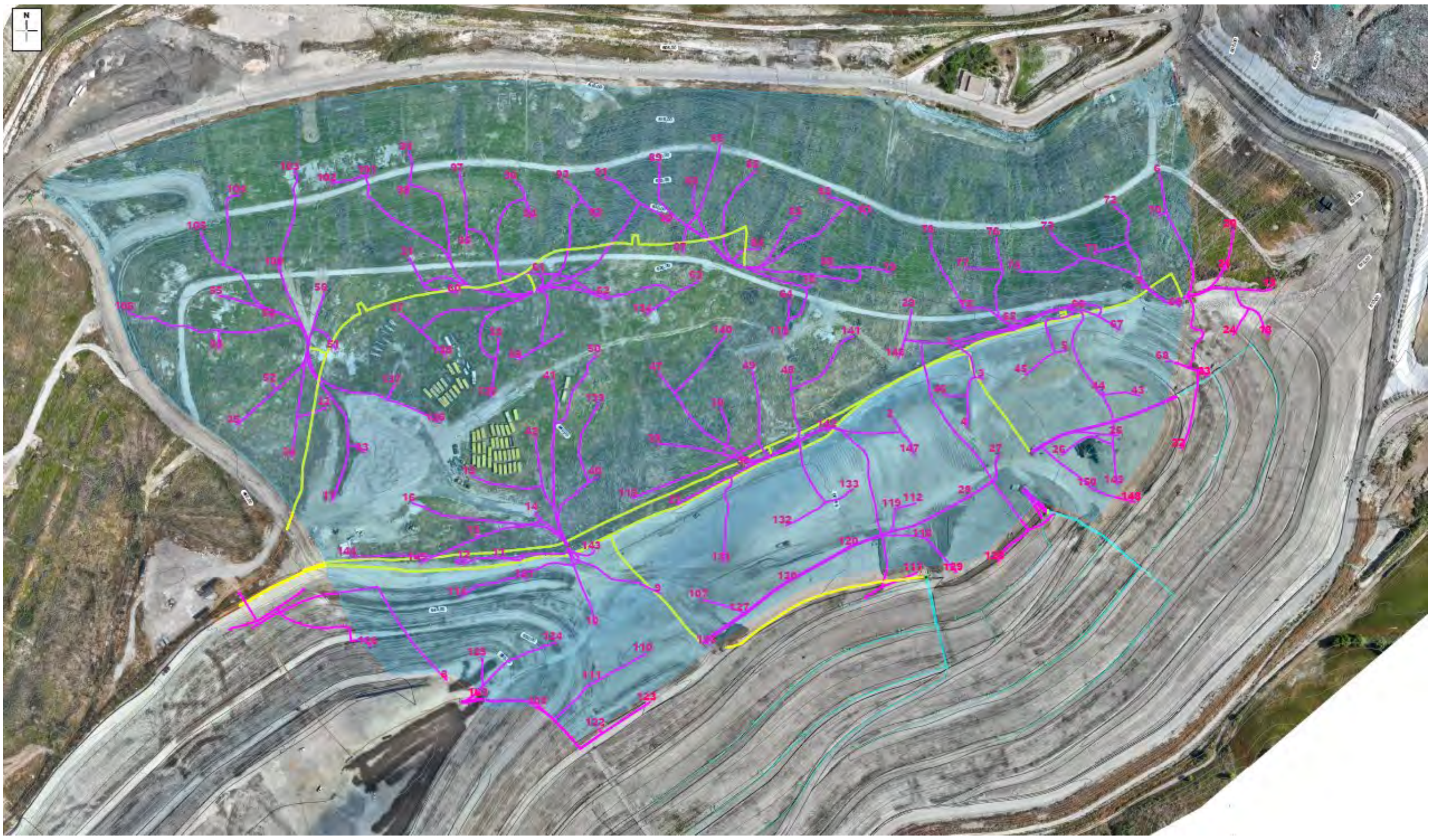


Fig 4: Plano de ortofoto con la superficie de actuación y la red de desgasificación actual

Una vez se haya realizado la excavación de las tierras de cobertura y drenaje, se procederá a la reposición de las tuberías de desgasificación, y de las ERM´s.

Las campanas de cierre de los pozos de desgasificación se irán colocando y desmontando a medida que se vayan ejecutando las diferentes tongadas de residuos y los pozos de desgasificación se vayan recreciendo.

Del mismo modo, las tuberías de desgasificación de 90 mm que unen los pozos de desgasificación con las ERM's, y acopiadas previamente, irán adecuando su trazado y colocación al ritmo de la explotación del recrecido, y a la nueva ubicación proyectada de las ERM´s,

Las ERM's se retranquearán, de modo que su ubicación quede fuera del perímetro de actuación, estableciendo de ese modo su posición definitiva sin estar condicionada por la explotación y recrecido de los residuos.

Del mismo modo, las tuberías generales de diámetro 250 mm de salida de las ERM´s tendrán su trazado definitivo, por el borde del perímetro de actuación, hasta su conexión con las tuberías existentes, de modo que su trazado sea definitivo e independiente del ritmo de explotación y recrecido.

4. GENERACIÓN DE BIOGÁS EN LA ACTUALIDAD

En el “Proyecto de Ejecución de obras de Ampliación de la Fase IV, Sellado y Desgasificación de la Fase III y Ampliación de la capacidad de tratamiento de lixiviados en el Depósito Controlado de la Mancomunidad del Sur en los Términos Municipales de Pinto y Getafe” se realiza el cálculo de la estimación del biogás captado en las Fases I, II y III, e instalaciones de metanización, arrojando los siguientes valores a partir del año 2024, en el que comienza la explotación de la Fase IV, y durante un período de 20 años.

AÑO	Fases I+II+III+ Metanización (Nm³/hora)
2024	7.493,69
2025	6.917,42
2026	6.404,03
2027	5.827,53
2028	5.315,05
2029	4.858,64
2030	4.451,39
2031	4.087,27
2032	3.761,04
2033	3.468,15
2034	3.204,61
2035	2.966,95
2036	2.727,67
2037	2.486,38
2038	2.319,90
2039	2.163,90
2040	2.017,22
2041	1.878,84
2042	1.747,86
2043	1.623,51

5. CÁLCULOS REALIZADOS PARA LA GENERACIÓN DE BIOGÁS EN LA FASE IV Y EN LA AMPLIACIÓN DE LA FASE II

5.1. PARÁMETROS DE BIOGÁS

De acuerdo a la publicación Integratedsolidwastemanagement. Engineering principles and management issues (Tchobanoglous, G., Theisen H., Vigil, S. 1994. McGraw-Hill). Se puede conceptuar un depósito controlado de residuos sólidos como un reactor bioquímico, con residuos y agua como entradas principales, y con biogás y lixiviado como principales salidas. El material almacenado en el depósito controlado incluye: material orgánico parcialmente biodegradado y otros materiales inorgánicos de los residuos inicialmente depositados. Se emplean los sistemas de control de los gases del depósito controlado para prevenir el movimiento indeseable hacia la atmósfera de los gases. Se puede utilizar el gas recuperado para producir energía, o se puede quemar bajo condiciones controladas.

El biogás está compuesto de varios gases que están presentes en grandes cantidades (gases principales) y de varios gases que están presentes en pequeñas cantidades (oligogases). Los gases principales del gas del depósito controlado son el metano (CH_4) y el dióxido de carbono (CO_2) y sus propiedades pueden agruparse en la siguiente tabla:

Componente	CONCENTRACION	Peso molecular (g/mol)	Densidad (kg/m³)
CH_4	45-60%	16,03	0,717
CO_2	40-60%	44,00	1,977
Biogás de depósito controlado			1,02-1,06

**La distribución porcentual exacta variará según la antigüedad del depósito controlado*

5.2. CÁLCULO DE EMISIONES DE GASES

Según la Decisión 2000/479/CE, el cálculo de las emisiones puede realizarse de tres formas distintas:

- Datos Medidos (M): Los datos proceden de mediciones realizadas utilizando métodos normalizados o aceptados.
- Datos Calculados (C): Los datos proceden de cálculos realizados utilizando métodos de estimación y factores de emisión aceptados en los ámbitos nacionales e internacionales y representativos de los sectores industriales.
- Datos Estimados (E): Los datos proceden de estimaciones no normalizadas fundamentadas en hipótesis óptimas o en las previsiones de expertos.

Los valores han de expresarse en kg/año con tres dígitos significativos, acompañados de las letras M, C o E según sean medidos, calculados o estimados respectivamente.

Dada la existencia de factores de emisión de reconocido prestigio, disponibles a nivel internacional, característicos para el proceso productivo y de fácil utilización, se consideran éstos como una herramienta útil para la determinación de las emisiones en ausencia de otro tipo de datos de mayor fiabilidad.

Las principales fuentes bibliográficas consultadas para la selección de los factores de emisión han sido:

- EPA: Agencia de Protección Medioambiental de los Estados Unidos.
- IPCC: Grupo Intergubernamental para el Cambio Climático.
- NAEI: Inventario Nacional de Emisiones Atmosféricas del Reino Unido.
- NPI-Australia: Inventario Nacional de Emisiones Contaminantes.
- Comisión Europea

5.3. METODOLOGIA APLICADA EN LA EMISIÓN DE GASES

Existen en la bibliografía consultada diferentes metodologías de medición desarrolladas para evaluar las emisiones gaseosas asociadas a los depósitos controlados como son: método de cámara de flujo, método de balance de masas (MBM), método de la pluma estacionaria (SPM), método de la pluma móvil (TDL) etc.

De todos los métodos consultados, para el caso de los gases, el cálculo de las emisiones lo vamos a llevar a cabo mediante el empleo de métodos aceptados nacional o internacionalmente.

El modelo de cálculo, AP-42 “Municipal Solid Waste Landfill” (AP-42, 5ª EDICIÓN, VOL. 1, CAP. 2.4. VERTEDEROS DE RESIDUOS NO PELIGROSOS) de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA)” se basa en el cálculo de las emisiones de metano a partir de un modelo (Landfill Air Emission Estimation Model) mediante una ecuación cinética de primer orden.

Esta metodología permite realizar una estimación de la generación de metano pero no para la estimación de emisiones, pues parte del metano en su migración al exterior es captado y degradado en las capas de terreno más superficiales.

Es por ello, que para reflejar otros condicionantes que influyen en la formación del metano del depósito controlado, se han introducido unos parámetros adicionales en función de la configuración específica de los vasos de vertido. Por ejemplo, un vaso en meseta, como es nuestro caso, se encuentra sometido a mayor venteo que uno confinado. Del mismo modo, el porcentaje de impermeabilización en relación a la superficie expuesta al aire es un factor que interfiere en la cantidad de biogás producido. Por ello, se ha ajustado el modelo en base a los datos del libro **"Biogás da discarica" de Enrico Magnano**.

La composición del biogás es variable con el tiempo, si bien a partir del primer o segundo año la composición es prácticamente constante durante un largo periodo de tiempo (10-30 años) con la siguiente composición típica: iguales cantidades en volumen de metano y dióxido de carbono (47,5 %(v)), 5 %(v) (nitrógeno y otros gases, como SH_2) y trazas de otros elementos. Por tanto, se puede estimar el metano, dióxido de carbono y biogás emitido a la atmósfera en m³/año asumiendo la composición típica antes indicada.

Considerando la composición típica, la emisión de CO_2 en m³ vendrá dada por la siguiente ecuación:

$$Q_{CO2} = Q_{CH4} \text{ x } (47{,}5/47{,}5);\ \text{por tanto } Q_{CO2} = Q_{CH4}$$

Para conocer los kg/año del contaminante emitido se emplean las fórmulas:

$$Q_i = \left(1 + \frac{C_i}{C_{CH4}}\right) \times C_{CH4} \times \frac{C_i}{100}$$

$$UM_i = Q_i \times \frac{PM_i \times 1 \text{ atm}}{R} \times 1000 \text{ g/kg} \times (273+T)$$

Dónde:

UM_i = emisión anual del contaminante i, kg/año.

Q_i = emisión anual del contaminante i, m³/año.

Q_{CH4} = emisión anual de metano, m³/año.

PM_i = peso molecular contaminante i, g/gmol.

C_i = concentración del contaminante i, %.

T = temperatura del biogás, ºC (se asume 25ºC).

R= constante gases, = $8{,}205 \times 10^{-5}$ m³xatm/gmolxK.

5.4. DATOS DE PARTIDA Y RESULTADOS DEL MODELO

Como se ha explicado antes la producción del biogás depende de muchos factores, La actividad metabólica involucrada en el proceso metanogénico se ve afectada por diversos factores. Debido a que cada grupo de bacterias intervinientes en las distintas etapas del proceso responde en forma diferencial a esos cambios no es posible dar valores cualitativos sobre el grado que afecta cada uno de ellos a la producción de gas en forma precisa.

Entre los factores más importantes a tenerse en cuenta se desarrollarán los siguientes:

- tipo de sustrato (nutrientes disponibles)
- temperatura del sustrato; la carga volumétrica
- tiempo de retención hidráulico
- nivel de acidez (pH)
- relación Carbono/Nitrógeno
- concentración del sustrato; el agregado de inoculantes
- grado de mezclado
- presencia de compuestos inhibidores del proceso.

La composición de los residuos determinará la cantidad de biogás que se podrá producir. La composición de residuos se ajustará con los valores empleados para la determinación del caudal de biogás en las fases anteriores, de modo que los valores obtenidos en el cálculo sean lo más aproximados posibles a la realidad.

La composición de residuos utilizada en el cálculo es la siguiente:

MATERIAL	%
Orgánico - residuo alimentario	21,22%
Residuo jardín	7,02%
Papel y cartón	21,98%
Textil y cuero	14,35%
Madera	4,05%
Plástico y goma	9,31%
Cristal e inertes	19,14%
Metales	2,93%
Total	100,00%

Con estos datos, la comparación entre las emisiones medidas (M) y las emisiones calculadas se reflejan en la tabla y gráfico siguientes:

Otros datos generales considerados para la realización del cálculo:

- Precipitación media Pinto, 365,00 mm
- Temperatura media, 15ºC
- Humedad del residuo, 30,0%.
- Material de cobertura intermedia, drenante.
- Espesor del depósito controlado, más de 30 m.
- Tipo de depósito controlado de residuos, forma plana regular.
- Tipo de gestión, correcto.
- Densidad media de residuos después de compactación, 850 kg/m³
- Cobertura final del depósito controlado, impermeable.
- Sistema de captación, perforación vertical hasta 600 mm de diámetro.
- Tipo de red, pozos en serie hasta 4 pozos por tramo.
- Rango medio de captación, 40 m.
- Tipo de captación, 40% CH_4.

En el Apéndice Nº1 del presente Anejo se desarrolla el modelo de cálculo según el modelo descrito en el libro “Biogas da discarica. Manuale di progettazione, gestione, e monitoraggio degli impianti” de Enrico Magnano.

Para los cálculos de generación son fundamentales los datos de entrada anual de residuos y su composición. Se consideran los siguientes datos acumulados de entradas neta de residuos, durante la explotación de la Fase IV y de la Ampliación de la Fase II del Depósito de Cola del Complejo Ambiental La Marañosa:

	Residuos netos Parcial Tm	**Residuos netos Acumulado Tm**
2024	610.674	610.674
2025	666.190	1.276.864
2026	639.542	1.916.406
2027	613.961	2.530.367
2028	589.402	3.119.769
2029	565.826	3.685.595
2030	543.193	4.228.788
2031	521.465	4.750.253
2032	29.102	4.779.355

5.5. GENERACIÓN DE BIOGÁS

A partir de estos datos considerados como las hipótesis de cálculo se podrán obtener unas curvas de generación de biogás. Para ello se aplica el modelo matemático basado descrito en el libro “Biogas da discarica. Manuale di progettazione, gestione, e monitoraggio degli impianti” de Enrico Magnano y ajustado mediante las hipótesis antes planteadas.

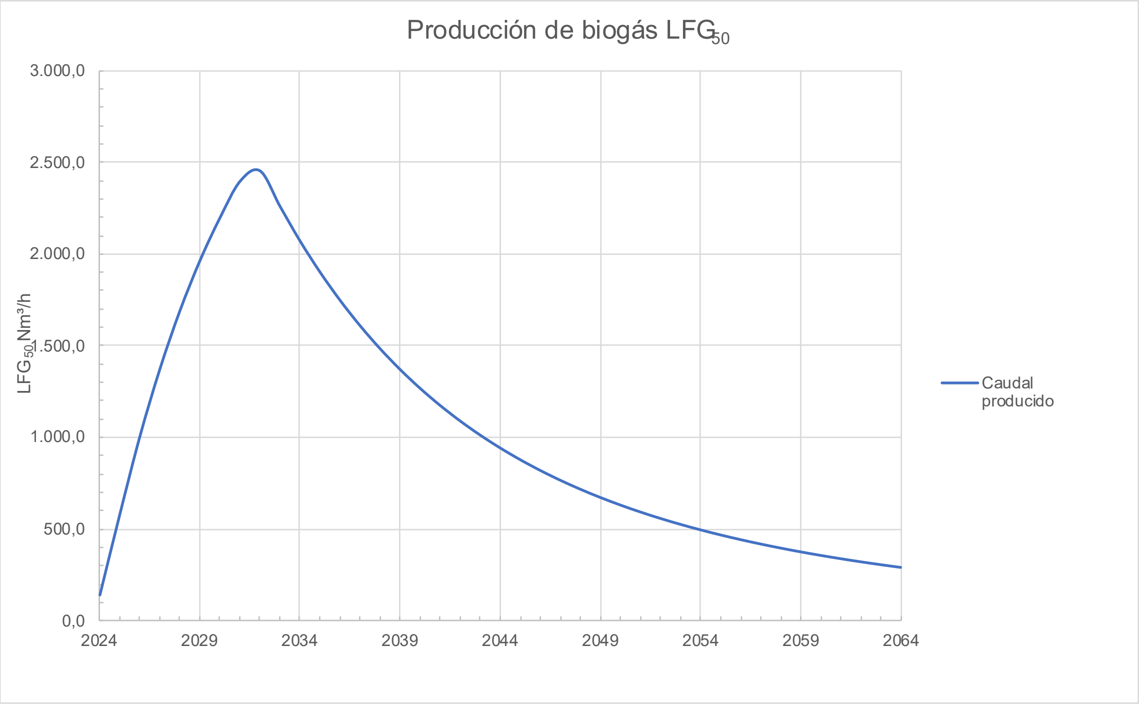
- Factores que influyen en la producción de biogás
  - A. Precipitación media anual. P <600 mm..A= 80
  - B. Otros flujos de agua. Flujos desconocidos o inexistentes............................B= 100
  - C. Recirculación de lixiviados en depósitos controlados. No se ejecuta...........C= 100
  - D. Coberturas intermedias. Realizado con material drenante...........................D= 104
  - E. Cobertura final. Ligeramente grueso e impermeable....................................E= 100
  - F. Temperatura del aire promedio anual. T entre 14 y 18ºC ....F= 102
  - G. Espesor medio de depósitos controlados. Espesor mayor de 20 m.............G= 105
  - H. Porcentaje del depósito controlado sobre suelo natural. Entre el 50 y 80%...H= 90
  - I. Tipo de gestión. Gestionado correctamente, gestión anaeróbica .... I= 100

La producción de biogás se debe corregir por un factor de corrección K_p= 80,20.

En la tabla siguiente se adjuntan los datos de caudal teórico de biogás producido

Fecha	Residuos netos Parcial Tm	Producción anual biogás (Nm³/año)	Producción acumulada biogás (Nm³/año)	Caudal horario biogás (Nm³/h)
2024	610.674	1.251.021	1,251E+06	142,8
2025	666.190	5.117.812	6,369E+06	584,2
2026	639.542	8.823.401	1,519E+07	1.007,2
2027	613.961	12.037.046	2,723E+07	1.374,1
2028	589.402	14.813.279	4,204E+07	1.691,0
2029	565.826	17.200.686	5,924E+07	1.963,5
2030	543.193	19.242.561	7,849E+07	2.196,6
2031	521.465	20.977.490	9,946E+07	2.394,7
2032	29.102	21.473.945	1,209E+08	2.451,4
2033	0	19.778.071	1,407E+08	2.257,8
2034	0	18.127.764	1,588E+08	2.069,4
2035	0	16.640.428	1,755E+08	1.899,6
2036	0	15.298.652	1,908E+08	1.746,4

Fecha	Residuos netos Parcial Tm	Producción anual biogás (Nm³/año)	Producción acumulada biogás (Nm³/año)	Caudal horario biogás (Nm³/h)
2037	0	14.086.940	2,049E+08	1.608,1
2038	0	12.991.504	2,179E+08	1.483,0
2039	0	12.000.070	2,299E+08	1.369,9
2040	0	11.101.709	2,410E+08	1.267,3
2041	0	10.286.690	2,512E+08	1.174,3
2042	0	9.546.345	2,608E+08	1.089,8
2043	0	8.872.953	2,697E+08	1.012,9
2044	0	8.259.630	2,779E+08	942,9
2045	0	7.700.243	2,856E+08	879,0
2046	0	7.189.321	2,928E+08	820,7
2047	0	6.721.985	2,995E+08	767,3
2048	0	6.293.880	3,058E+08	718,5
2049	0	5.901.120	3,117E+08	673,6
2050	0	5.540.235	3,173E+08	632,4
2051	0	5.208.123	3,225E+08	594,5
2052	0	4.902.014	3,274E+08	559,6
2053	0	4.619.428	3,320E+08	527,3
2054	0	4.358.147	3,364E+08	497,5
2055	0	4.116.187	3,405E+08	469,9
2056	0	3.891.770	3,444E+08	444,3
2057	0	3.683.300	3,481E+08	420,5
2058	0	3.489.348	3,515E+08	398,3
2059	0	3.308.631	3,549E+08	377,7
2060	0	3.139.995	3,580E+08	358,4
2061	0	2.982.404	3,610E+08	340,5
2062	0	2.834.926	3,638E+08	323,6
2063	0	2.696.719	3,665E+08	307,8
2064	0	2.567.027	3,691E+08	293,0



A partir de las curvas de generación se podrán obtener las curvas de captación, teniendo en cuenta los factores que favorecen o dificultan dicha extracción de biogás, según se desarrolla en el Apéndice Nº1.

Realmente lo que se hace es una estimación del biogás que se producirá, año a año, a lo largo del tiempo por la descomposición de residuo vertido cada año (y el contenido de dicho vertido puede también diferenciarse según el tipo de compuesto y su velocidad de descomposición, así como volumen de generación de biogás).

5.6. CAPTACIÓN DE BIOGÁS EN EL VASO

No todo el biogás que se genera en un depósito controlado podrá ser captado y conducido a su punto de combustión o valorización. Parte del biogás escapará directamente al entorno, parte lo hará disuelto en lixiviados y condensados, parte también quedará atrapado en bolsas de gas, etc. Por ello realmente solo se podrá extraer un porcentaje del volumen total generado.

A partir de estos datos calculados de biogás generado año a año, se podrá calcular el caudal que realmente se podrá captar cada uno de dichos años (como un % de dicho caudal, que podrá variar año a año). El nivel de captación o porcentaje de captación sobre el generado depende de muchos factores, principalmente:

- Condiciones del propio depósito controlado: Un mayor sellado del depósito controlado permite un grado de captación mayor. También una menor compactación del propio residuo (el biogás circula mejor) así como un nivel freático menor (mayor volumen de afección de la aspiración en los pozos).
- Condiciones climatológicas: Lluvias, vientos, presión atmosférica, etc.
- Características de la red de captación de biogás. Una red de captación más amplia (más pozos y mejor distribuidos) y con un funcionamiento más automatizado e individualizado permite captar un mayor caudal que un sistema más básico de desgasificación.

En el Apéndice Nº1 del presente Anejo se desarrolla el modelo de cálculo según el modelo descrito en el libro "Biogas da discarica. Manuale di progettazione, gestione, e monitoraggio degli impianti" de Enrico Magnano, indicando los parámetros correctores que permiten determinar un coeficiente de captabilidad K_c

- Factores que influyen en la captabilidad de biogás
  - L. Geometría del depósito controlado. Forma planta regular .... L= 100
  - M. Espesor medio del depósito controlado. Espesor mayor de 30 m .... M= 80
  - N. Porcentaje del depósito controlado sobre suelo natural. Entre el 50 y 80%... N= 75
  - O. Densidad de residuos después de compactación. Entre 800 y 900 kg/m^3.....O= 98
  - P. Coberturas intermedias. Realizado con material drenante .... P= 100
  - Q. Cobertura final. Ligeramente grueso e impermeable....................................Q= 90
  - R. Presencia de estratos de lixiviados. Limitado al 20% de los residuos .... R= 95
  - S. Presencia de lodos en depósito controlado. No presentes .... S= 100

  Factor de corrección ....kc1= 50,27

  - T. Tipología del sistema de captación. Perforaciones vertic. hasta 60 mm .... T= 90
  - U. Tipología de la red de captación. Pozos en serie hasta 4 pozos tramo .... U= 90
  - V. Radio de influencia de pozos. Entre 25 y 30 m .... V= 70
  - Z. Radio de influencia promedio trincheras. No procede................................. Z= 100
  - X. Ajuste del criterio de captación. Captación para recuperación (CH_4=40%).. X= 100

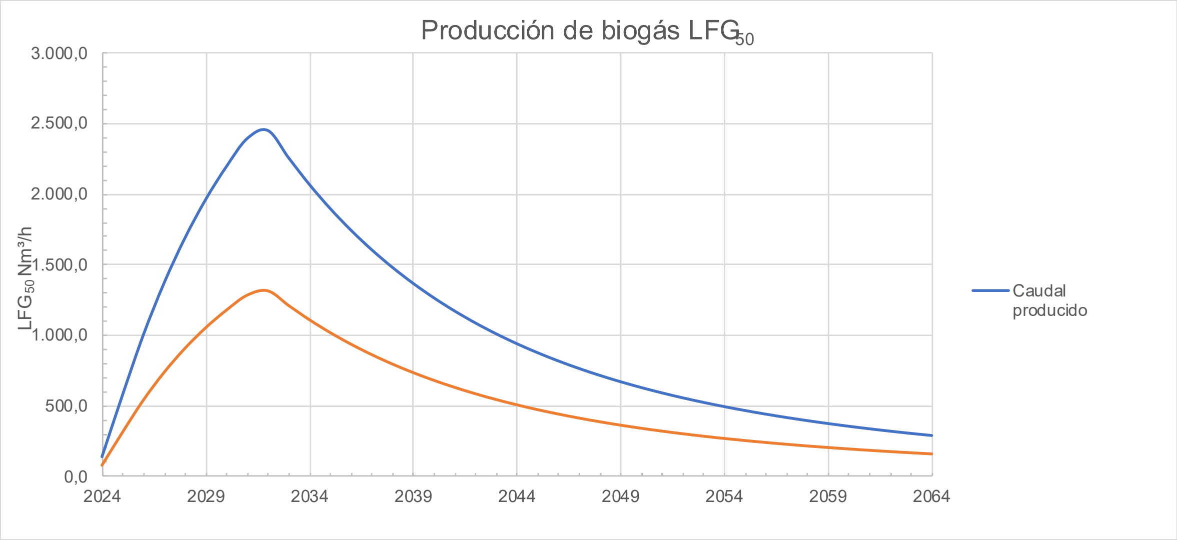
  Factor de corrección ....kc2= 56,70

La producción de biogás se debe corregir por tanto por un factor de captabilidad de K_c= 53,49.

En la tabla siguiente se adjuntan los datos de caudal teórico de biogás captado.

Fecha	Residuos netos Parcial Tm	Caudal horario biogás (Nm³/h)	Caudal captable de biogás (Nm³/h)
2024	610.674	142,8	76,4
2025	666.190	584,2	312,5
2026	639.542	1.007,2	538,7
2027	613.961	1.374,1	735,0
2028	589.402	1.691,0	904,5
2029	565.826	1.963,5	1.050,2
2030	543.193	2.196,6	1.174,9
2031	521.465	2.394,7	1.280,8
2032	29.102	2.451,4	1.311,2
2033	0	2.257,8	1.207,6
2034	0	2.069,4	1.106,8
2035	0	1.899,6	1.016,0
2036	0	1.746,4	934,1
2037	0	1.608,1	860,1
2038	0	1.483,0	793,2
2039	0	1.369,9	732,7
2040	0	1.267,3	677,9
2041	0	1.174,3	628,1
2042	0	1.089,8	582,9
2043	0	1.012,9	541,8
2044	0	942,9	504,3
2045	0	879,0	470,2
2046	0	820,7	439,0
2047	0	767,3	410,4
2048	0	718,5	384,3
2049	0	673,6	360,3
2050	0	632,4	338,3
2051	0	594,5	318,0
2052	0	559,6	299,3
2053	0	527,3	282,1
2054	0	497,5	266,1
2055	0	469,9	251,3
2056	0	444,3	237,6

Fecha	Residuos netos Parcial Tm	Caudal horario biogás (Nm³/h)	Caudal captable de biogás (Nm³/h)
2057	0	420,5	224,9
2058	0	398,3	213,1
2059	0	377,7	202,0
2060	0	358,4	191,7
2061	0	340,5	182,1
2062	0	323,6	173,1
2063	0	307,8	164,7
2064	0	293,0	156,7

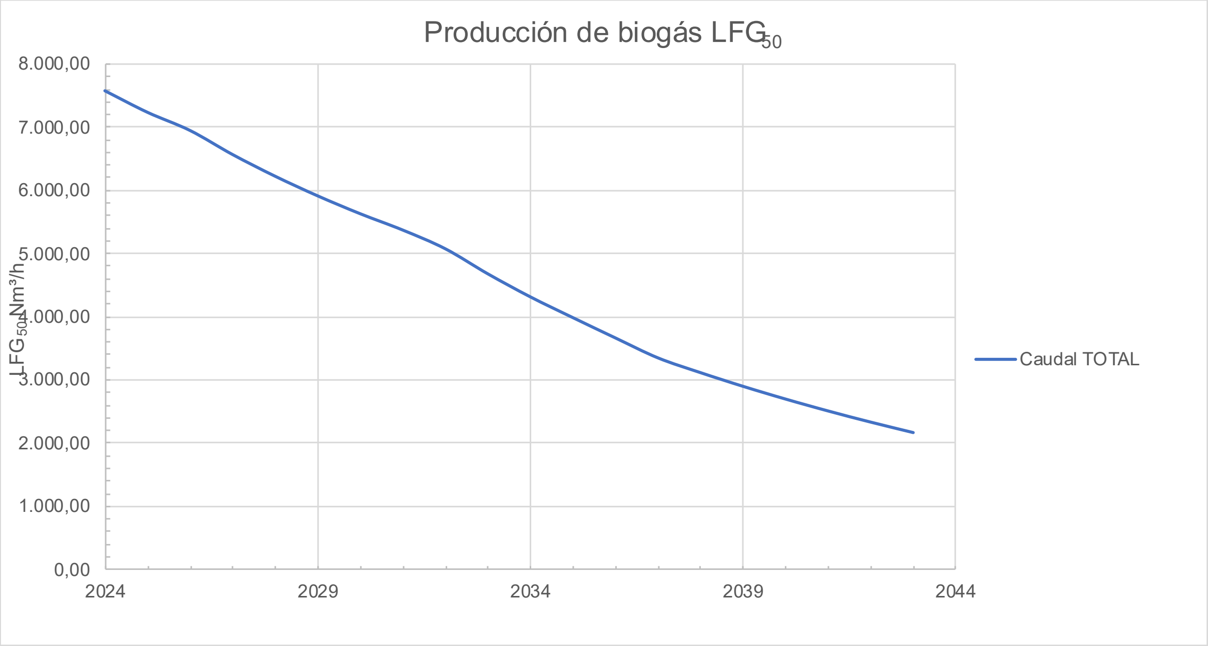


6. GENERACIÓN DE BIOGÁS TOTAL ESTIMADO

El incremento del biogás captado debido a la explotación de las Fases IV y de la Ampliación de la Fase II se debe sumar al caudal estimado en la actualidad, para comprobar la idoneidad de las instalaciones de combustión presentes actualmente.

En la tabla siguiente se detallan los datos de estimación de caudal captado en la totalidad de las instalaciones para los próximos 20 años.

AÑO	Fases I+II+III+ Metanización (Nm³/h)	Fase IV+Ampliación Fase II (Nm³/h)	TOTAL (Nm³/h)
2024	7.493,69	76,4	7.570,08
2025	6.917,42	312,5	7.229,90
2026	6.404,03	538,7	6.942,77
2027	5.827,53	735,0	6.562,49
2028	5.315,05	904,5	6.219,52
2029	4.858,64	1.050,2	5.908,88
2030	4.451,39	1.174,9	5.626,31
2031	4.087,27	1.280,8	5.368,12
2032	3.761,04	1.311,2	5.072,20
2033	3.468,15	1.207,6	4.675,76
2034	3.204,61	1.106,8	4.311,46
2035	2.966,95	1.016,0	3.982,98
2036	2.727,67	934,1	3.661,78
2037	2.486,38	860,1	3.346,50
2038	2.319,90	793,2	3.113,14
2039	2.163,90	732,7	2.896,60
2040	2.017,22	677,9	2.695,07
2041	1.878,84	628,1	2.506,93
2042	1.747,86	582,9	2.330,74
2043	1.623,51	541,8	2.165,28



Se aprecia que el mayor caudal de biogás captable se produce en la actualidad (año 2024) con un caudal de 7.570,08 Nm³/h.

Puesto que la capacidad nominal de combustión de todas las antorchas existentes en la actualidad en la planta es de 9.500 m³/h, no es necesario disponer de elementos de combustión adicionales, puesto que con las antorchas no sistemáticas actuales queda cubierta cualquier emergencia por fallo del sistema de generación eléctrica.

APÉNDICE Nº1: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE DESGASIFICACIÓN

BIO-5

elaborado por Enrico Magnano (*)

Datos del Proyecto

Rellene solo las celdas amarillas, los resultados del procesamiento están en la hoja "BIO". Instrucciones en el manual

planta:	**Depósito Controlado Mancomunidad de Gestión de Residuos del Sur**	**fecha:**	15-sep-24

TIPOLOGÍA DE RESIDUOS		**%**	**Ci**	**fb**	**u**	**C org**	**C bio**
		valores por defecto					
MR1	organico - residuos alimentarios	21,22%	55,00%	70,00%	45,00%	4,49%	3,15%
MR2	residuos de jardin	7,02%	50,00%	70,00%	45,00%	1,35%	0,95%
MR3	papel y carton	21,98%	50,00%	60,00%	8,00%	6,07%	4,43%
MR4	textiles y cuero	14,35%	50,00%	20,00%	10,00%	1,29%	0,84%
MR5	madera	4,05%	50,00%	50,00%	20,00%	0,81%	0,49%
MR6	plástico y caucho	9,31%	70,00%	0,00%	2,00%	0,00%	0,00%
MR7	metales y vidrios inertes	19,14%	0,00%	0,00%	3,00%	0,00%	0,00%
MR8	Resto de materiales inertes o inorgánicos	2,93%	0,00%	0,00%	3,00%	0,00%	0,00%
	Total	**100,00%**					

FACTOR DE HUMEDAD DE RESIDUOS (Kud)	**30**	%

factor modificado

CR	**CANTIDAD DE RESIDUOS**	anno	conferimento	
CR1	1° cantidad de residuos	2024	610.674	Ton
CR2	2° cantidad de residuos	2025	666.190	Ton
CR3	3° cantidad de residuos	2026	639.542	Ton
CR4	4° cantidad de residuos	2027	613.961	Ton
CR5	5° cantidad de residuos	2028	589.402	Ton
CR6	6° cantidad de residuos	2029	565.826	Ton
CR7	7° cantidad de residuos	2030	543.193	Ton
CR8	8° cantidad de residuos	2031	521.465	Ton
CR9	9° cantidad de residuos	2032	29.102	Ton
CR10	10° cantidad de residuos	2033	0	Ton
CR11	11° cantidad de residuos	2034	0	Ton
CR12	12° cantidad de residuos	2035	0	Ton
CR13	13° cantidad de residuos	2036	0	Ton
CR14	14° cantidad de residuos	2037	0	Ton
CR15	15° cantidad de residuos	2038	0	Ton
CR16	16° cantidad de residuos	2039	0	Ton
CR17	17° cantidad de residuos	2040	0	Ton
CR18	18° cantidad de residuos	2041	0	Ton
CR19	19° cantidad de residuos	2042	0	Ton
CR20	20° cantidad de residuos	2043	0	Ton
CR21	21° cantidad de residuos	2044	0	Ton
CR22	22° cantidad de residuos	2045	0	Ton
CR23	23° cantidad de residuos	2046	0	Ton
CR24	24° cantidad de residuos	2047	0	Ton
CR25	25° cantidad de residuos	2048	0	Ton
CR26	26° cantidad de residuos	2049	0	Ton
CR27	27° cantidad de residuos	2050	0	Ton
CR28	28° cantidad de residuos	2051	0	Ton
CR29	29° cantidad de residuos	2052	0	Ton
CR30	30° cantidad de residuos	2053	0	Ton
CR31	31° cantidad de residuos	2054	0	Ton
CR32	32° cantidad de residuos	2055	0	Ton
CR33	33° cantidad de residuos	2056	0	Ton
CR34	34° cantidad de residuos	2057	0	Ton
CR35	35° cantidad de residuos	2058	0	Ton
CR36	36° cantidad de residuos	2059	0	Ton
CR37	37° cantidad de residuos	2060	0	Ton
CR38	38° cantidad de residuos	2061	0	Ton
CR39	39° cantidad de residuos	2062	0	Ton
CR40	40° cantidad de residuos	2063	0	Ton
CR41	41° cantidad de residuos	2064	0	Ton
CR56	Total cantidad de residuos		4.779.355	Ton

BIO-5

elaborado por Enrico Magnano (*)

Datos del Proyecto

Rellene solo las celdas amarillas, los resultados del procesamiento están en la hoja "BIO". Instrucciones en el manual

planta:	**Depósito Controlado Mancomunidad de Gestión de Residuos del Sur**	**fecha:**	15-sep-24

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PRODUCCIÓN DE BIOGAS

A	**precipitación media anual (mm/m^2)**			
A1	desconocida	factor	100	
A2	menos de 600 mm	factor	80	
A3	entre 600 y 800 mm	factor	90	
A4	entre 800 y 1000 mm	factor	95	
A5	entre 1000 y 1500 mm	factor	100	
A6	entre 1500 y 2000 mm	factor	102	
A7	más de 2000 mm	factor	105	
		factor atribuido	**80**	**factor modificado**

B	**otros flujos de agua**			
B1	desconocidos o inexistentes	factor	100	
B2	hipótesis de estratos limitados conectados	factor	102	
B3	hipótesis de estratos consistentes conectados	factor	105	
B4	capas limitadas de agua superficial	factor	102	
B5	capas consistentes de agua superficial	factor	105	
		factor atribuido	**100**	**factor por defecto**

C	**recirculación de lixiviados de vertederos**			
C1	no se ejecuta	factor	100	
C2	realizado limitado	factor	103	
C3	realizado normalmente	factor	108	
		factor atribuido	**100**	**factor por defecto**

D	**cubiertas intermedias de vertedero**			
D1	no realizado	factor	100	
D2	realizado con mat. drenaje (arena, grava, escombros)	factor	104	
D3	hecho con materiales impermeables (arcilla, limo)	factor	92	
D4	realizado con materiales sintéticos	factor	98	
		factor atribuido	**104**	**factor modificado**

E	**cobertura final del vertedero**			
E1	no muy grueso y permeable	factor	102	
E2	ligeramente grueso e impermeable	factor	100	
E3	grueso y permeable	factor	100	
E4	grueso e impermeable	factor	98	
		factor atribuido	**100**	**factor por defecto**

F	**temperatura aire promedio anual (°C)**			
F1	desconocida	factor	100	
F2	menos de 5	factor	90	
F3	entre 5 y 10	factor	98	
F4	entre 10 y 14	factor	100	
F5	entre 14 y 18	factor	102	
F6	mas de 18	factor	104	
		factor atribuido	**102**	**factor modificado**

G	**espesor del vertedero en metros**			
G1	entre 0 y 5	factor	60	
G2	entre 5 y 10	factor	90	
G3	entre 10 y 20	factor	100	
G4	mas de 20	factor	105	
		factor atribuido	**105**	**factor modificado**

H	**porción del vertedero (sobre el suelo)**			
H1	menor del 10%	factor	100	
H2	entre el 10 y 30%	factor	98	
H3	entre el 30 y 50%	factor	95	
H4	entre el 50 y 80%	factor	90	
H5	mas del 80%	factor	85	
		factor atribuido	**90**	**factor modificado**

I	**tipo de gestión**			
I1	vertedero no gestionado y completamente aeróbico	factor	50	
I2	vertedero parcialmente gestionado, gest. semi-aeróbico	factor	75	
I3	vertedero gestionado correctamente, gestión anaeróbica	factor	100	
		factor atribuido	**100**	**factor por defecto**

factor de correccion Kp	**80,20**

BIO-5

elaborado por Enrico Magnano (*)

Datos del Proyecto

Rellene solo las celdas amarillas, los resultados del procesamiento están en la hoja "BIO". Instrucciones en el manual

planta:	Depósito Controlado Mancomunidad de Gestión de Residuos del Sur	fecha:	15-sep-24

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CAPACIDAD DE BIOGAS

L	Geometría de vertedero		
L1	forma plana regular	factor	100
L2	forma regular en el valle	factor	95
L3	forma plana irregular	factor	95
L4	forma irregular en el valle	factor	90
L5	en celdas físicamente separadas	factor	90
		valor atribuido	**100**

factor por defecto

M	espesor del vertedero en metros		
M1	entre 0 y 5	factor	60
M2	entre 5 y 10	factor	90
M3	entre 10 y 20	factor	100
M4	entre 20 y 30	factor	90
M5	mas de 30	factor	80
		valor atribuido	**80**

factor modificado

N	porción del vertedero (sobre el suelo)		
N1	menor del 10%	factor	100
N2	entre el 10 y 30%	factor	90
N3	entre el 30 y 50%	factor	80
N4	entre el 50 y 80%	factor	75
N5	mas del 80%	factor	70
		valor atribuido	**75**

factor modificado

O	Densidad de residuos después de la compactación (Kg / m^3)		
O1	entre 400 y 600 kg	factor	80
O2	entre 600 y 700 kg	factor	95
O3	entre 700 y 800 kg	factor	100
O4	entre 800 y 900 kg	factor	98
O5	entre 900 y 1000 kg	factor	95
		valor atribuido	**98**

factor modificado

P	cubiertas intermedias de vertedero		
P1	no realizado	factor	100
P2	realizado con mat. drenaje	factor	100
P3	hecho con materiales impermeables	factor	80
P4	realizado con materiales sintéticos	factor	90
		valor atribuido	**100**

factor por defecto

Q	cobertura final del vertedero		
Q1	no muy grueso y permeable	factor	80
Q2	ligeramente grueso e impermeable	factor	90
Q3	grueso y permeable	factor	90
Q4	grueso e impermeable	factor	100
		valor atribuido	**90**

factor modificado

R	Presencia de estratos de lixiviados		
R1	no existente	factor	100
R2	limitado al 20% de los residuos	factor	95
R3	limitado al 40% de los residuos	factor	80
R4	limitado al 60% de los residuos	factor	50
R5	limitado al 80% de los residuos	factor	30
R6	mas del 80% de los residuos	factor	20
		valor atribuido	**95**

factor modificado

S	Presencia de lodos en vertederos		
S1	no presentes	factor	100
S2	limitados al 10% del residuo	factor	90
S3	limitados al 30% del residuo	factor	70
S4	limitados al 50% del residuo	factor	50
S5	mas del 50% del residuo	factor	30
		valor atribuido	**100**

factor por defecto

factor de corrección kc1	50,27

T	Tipología del sistema de captación		
T1	zanjas de drenaje sub horizontales inclinadas < 5%	factor	70
T2	zanjas de drenaje sub horizontales inclinadas > 5%	factor	80
T3	perforaciones verticales hasta 300 mm	factor	80
T4	perforaciones verticales hasta 600 mm	factor	90
T5	perforaciones verticales hasta 1000 mm	factor	100
T6	chimeneas construidas en alzado	factor	90
		valor atribuido	**90**

factor modificado

U	Tipología de la red de captación		
U1	en serie (hasta 4 pozos por tramo)	factor	90
U2	en serie (más de 4 pozos por tramo)	factor	85
U3	en serie (más de 8 pozos por tramo)	factor	65
U4	en paralelo	factor	100
		valor atribuido	**90**

factor modificado

BIO-5

elaborado por Enrico Magnano (*)

Datos del Proyecto

Rellene solo las celdas amarillas, los resultados del procesamiento están en la hoja "BIO". Instrucciones en el manual

planta:	**Depósito Controlado Mancomunidad de Gestión de Residuos del Sur**	**fecha:**	15-sep-24

V	Radio de influencia promedio de los pozos		
V1	menor de10 m	factor	95
V2	entre 10 y 15 m	factor	90
V3	entre 15 y 20 m	factor	85
V4	entre 20 y 25 m	factor	80
V5	entre 25 y 30 m	factor	70
V6	entre 30 y 35 m	factor	65
V7	entre 35 y 50 m	factor	50
		valor atribuido	**70**

factor por defecto

Z	Radio de influencia promedio trincheras		
Z1	menor de 10 m	factor	90
Z2	entre 10 y 15 m	factor	80
Z3	entre 15 y 20 m	factor	65
Z4	entre 20 y 25 m	factor	50
Z5	entre 25 y 30 m	factor	35
		valor atribuido	**100**

factor por defecto

X	Ajuste del criterio de captación		
X1	captación de remediación de empuje (CH_4 30%)	factor	110
X2	captación de recuperación, hipótesis de recuperación(CH_4 40%	factor	100
X3	captación para recuperación (CH_4> 50%)	factor	90
		valor atribuido	**100**

factor por defecto

factor de corrección kc2	**56,70**

Coeficiente de captabilidad Kc	**53,49**

(*) Este modelo de cálculo debe entenderse como propiedad intelectual del autor: Enrico Magnano. Las violaciones de los derechos de propiedad intelectual serán procesadas de conformidad con el Artículo 2, párrafo 1 de la Directiva 2004/48 / CE, implementado con el Decreto Legislativo N ° 140 de 16/03/2006 (DO 82 de 4/4/2006)

BIO-5

elaborado por Enrico Magnano (*)

Resultados de prospección

planta: **Depósito Controlado Mancomunidad de Gestión de Residuos del Sur** **fecha:** 15-sep-24

Parámetro calculado	**sigla**	**resultado**	**unidad de medida**
Porcentaje de residuos rápidamente putrescibles	RVP	**28,24%**	
Porcentaje de residuos lentamente putrescibles	RLP	**40,38%**	
Porcentaje de residuos no putrescibles	RNP	**31,38%**	
Porcentaje de residuos putrescibles	RP	**68,62%**	
Carbono biodegradable	C_{org}	**140,13**	kg / Ton
Carbono biogasificable	C_{bio}	**98,45**	kg / Ton
Carbono biogasificable RVP	C_{bio} RVP	**40,91**	kg / Ton
Carbono biogasificable RLP	C_{bio} RLP	**57,54**	kg / Ton
Biogas producibile	LFG_{50}	**183,91**	Nm^3 / Ton
Factor de corrección según humedad	Kud	**0,59**	
Biogas producibile considerando el factor Kud	Ptu	**108,50**	Nm^3 / Ton
Biogas producible considerando el factot Kud RVP	Ptu RVP	**45,09**	Nm^3 / Ton
Biogas producible considerando el factor Kud RLP	Ptu RLP	**63,41**	Nm^3 / Ton
Coeficiente de regresión de la curva RVP	Kr RVP	**0,88790**	
Coeficiente de regresión de la curva RLP	Kr RLP	**0,96114**	
Coeficiente cinetico RVP	Ki RVP	**0,11889**	
Coeficiente cinetico RLP	Ki RLP	**0,03963**	
Tiempo de semitransformación RVP	Ts RVP	**5,83008**	años
Tiempo de semitransformación RLP	Ts RLP	**17,49024**	años
Biogás que se puede producir durante 40 años.	Ptu 40	**97,83**	Nm^3 / Ton
Biogás que se puede producir durante 40 años-RVP	Ptu 40 RVP	**48,11**	Nm^3 / Ton
Biogás que se puede producir durante 40 años-RLP	Ptu 40 RLP	**49,71**	Nm^3 / Ton
Biogás que se puede producir durante 40 años.		**366.505.752**	Nm^3
Coeficiente de producción Kp	Kp	**80,20%**	
Biogas producible con factor Kp	Ptu Kp	**87,01**	Nm^3 / Ton
Biogás que se puede producir durante 40 años con factor Kp	Ptu Kp 40	**0,78**	Nm^3 / Ton
Coeficiente de captabilidad Kc	Kc	**53,49%**	
Biogas captable con factor Kc	Ptu Kc	**46,54**	Nm^3 / Ton
Biogás que se puede producir durante 40 años		**196.032.931**	Nm^3
Primer año de funcionamiento		**2024**	
Numero de años de funcionamiento		**9**	años
Residuos totales almacenados		**4.779.355**	Ton

(*) Este modelo de cálculo debe entenderse como propiedad intelectual del autor: Enrico Magnano. Las violaciones de los derechos de propiedad intelectual serán procesadas de conformidad con el Artículo 2, párrafo 1 de la Directiva 2004/48 / CE, implementado con el Decreto Legislativo N ° 140 de 16/03/2006 (DO 82 de 4/4/2006)

BIO-5

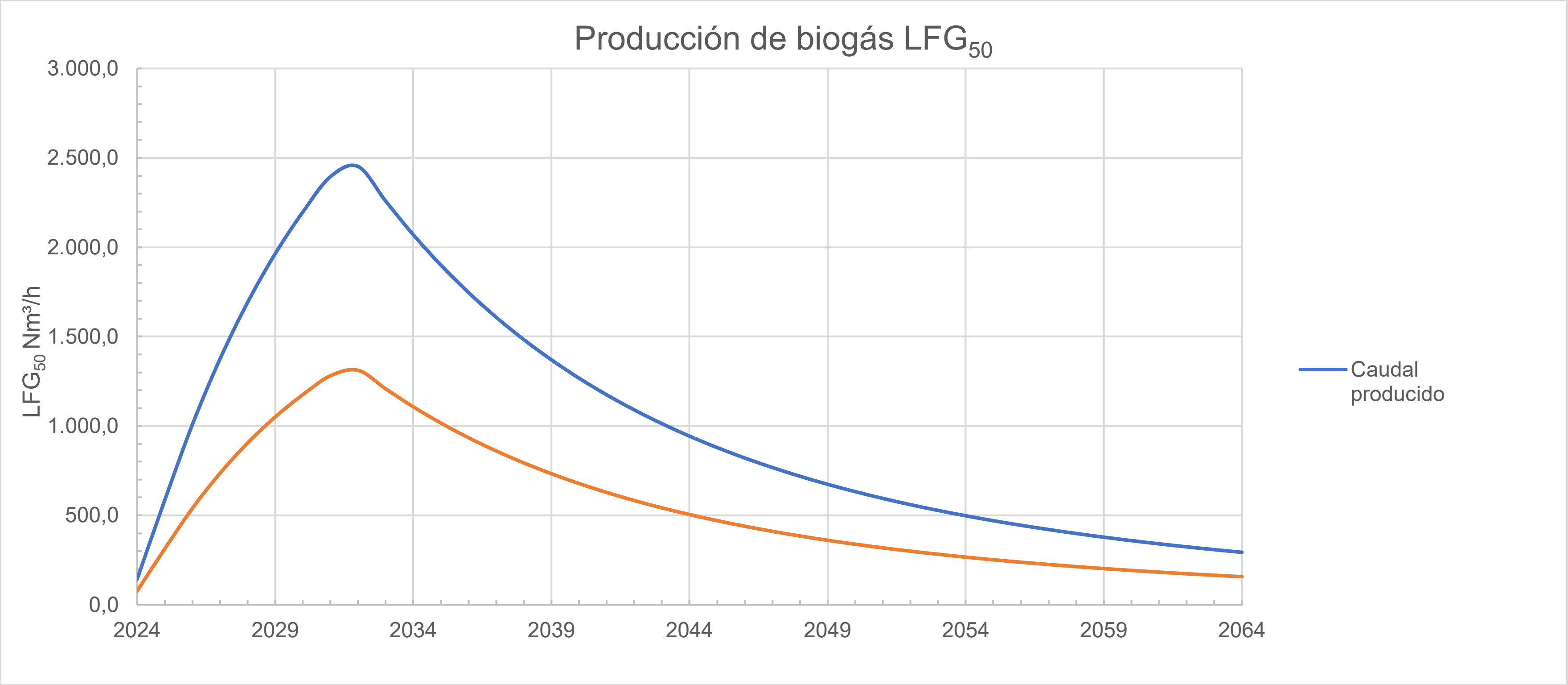
elaborado por Enrico Magnano (*)

Hoja de cálculo para biogás de vertedero (LFG $_{50}$)

planta: **Depósito Controlado Mancomunidad de Gestión de Residuos del Sur** **fecha:** 15-sep-24

T	PRODUCCIÓN ESPECÍFICA		COEFICIENTE PRODUCCIÓN = *Kp* **80,20%**			1° AÑO **2.024**	N° AÑOS **9**	PRODUCCIÓN TEÓRICA			OEF CAPT = K **53,49%**
	R V P	**R L P**	PRODUCCIÓN ESPECÍFICA TOTAL	PRODUCCIÓN ESPECÍFICA TOTAL CORREGIDA POR COEFICIENTE DE PRODUCCIÓN		AÑO DESCARGA DE RESIDUOS	DESCARGA ANUAL DE RESIDUOS	PROD. ANUAL CH_4 = 40%	PROD. PROG. CH_4 = 40%	CAUDAL HORARIO CH_4 = 40%	PROD. CAPTABLE CH_4 = 40%
	Tiempo de semitransformación										
	5,83	**17,49**									
	g1	*g2*	*g1 + g2 = Gt*	*Gt * Kp = Ge*	*(progressiva)*	*tn*	*Qn*	*Pna*	*(progressiva)*	*Pnh*	*Pnh * Kc = Pc*
años	Nm^3/t/año	Nm^3/t/año	Nm^3/t/año	Nm^3/t/año	Nm^3/t	año	t / año	Nm^3 / año	Nm^3	Nm^3 / h	Nm^3 / h
1	1,75	0,81	2,55	2,05	2,05	2024	610.674	1.251.021	1,251E+06	142,8	76,4
2	5,25	2,42	7,66	6,15	8,19	2025	666.190	5.117.812	6,369E+06	584,2	312,5
3	4,66	2,32	6,98	5,60	13,79	2026	639.542	8.823.401	1,519E+07	1.007,2	538,7
4	4,14	2,23	6,37	5,11	18,90	2027	613.961	12.037.046	2,723E+07	1.374,1	735,0
5	3,67	2,14	5,82	4,67	23,57	2028	589.402	14.813.279	4,204E+07	1.691,0	904,5
6	3,26	2,06	5,32	4,27	27,84	2029	565.826	17.200.686	5,924E+07	1.963,5	1.050,2
7	2,90	1,98	4,88	3,91	31,75	2030	543.193	19.242.561	7,849E+07	2.196,6	1.174,9
8	2,57	1,90	4,48	3,59	35,34	2031	521.465	20.977.489	9,946E+07	2.394,7	1.280,8
9	2,28	1,83	4,11	3,30	38,64	2032	29.102	21.473.943	1,209E+08	2.451,4	1.311,2
10	2,03	1,76	3,79	3,04	41,67	2033	0	19.778.070	1,407E+08	2.257,8	1.207,6
11	1,80	1,69	3,49	2,80	44,47	2034	0	18.127.762	1,588E+08	2.069,4	1.106,8
12	1,60	1,63	3,22	2,58	47,06	2035	0	16.640.427	1,755E+08	1.899,6	1.016,0
13	1,42	1,56	2,98	2,39	49,45	2036	0	15.298.650	1,908E+08	1.746,4	934,1
14	1,26	1,50	2,76	2,21	51,66	2037	0	14.086.939	2,049E+08	1.608,1	860,1
15	1,12	1,44	2,56	2,05	53,72	2038	0	12.991.503	2,179E+08	1.483,0	793,2
16	0,99	1,39	2,38	1,91	55,62	2039	0	12.000.069	2,299E+08	1.369,9	732,7
17	0,88	1,33	2,21	1,78	57,40	2040	0	11.101.708	2,410E+08	1.267,3	677,9
18	0,78	1,28	2,06	1,66	59,06	2041	0	10.286.689	2,512E+08	1.174,3	628,1
19	0,70	1,23	1,93	1,55	60,60	2042	0	9.546.345	2,608E+08	1.089,8	582,9
20	0,62	1,18	1,80	1,44	62,05	2043	0	8.872.952	2,697E+08	1.012,9	541,8
21	0,55	1,14	1,69	1,35	63,40	2044	0	8.259.630	2,779E+08	942,9	504,3
22	0,49	1,09	1,58	1,27	64,66	2045	0	7.700.242	2,856E+08	879,0	470,2
23	0,43	1,05	1,48	1,19	65,85	2046	0	7.189.320	2,928E+08	820,7	439,0
24	0,38	1,01	1,39	1,12	66,97	2047	0	6.721.984	2,995E+08	767,3	410,4
25	0,34	0,97	1,31	1,05	68,02	2048	0	6.293.879	3,058E+08	718,5	384,3
26	0,30	0,93	1,24	0,99	69,01	2049	0	5.901.120	3,117E+08	673,6	360,3
27	0,27	0,90	1,17	0,93	69,95	2050	0	5.540.235	3,173E+08	632,4	338,3
28	0,24	0,86	1,10	0,88	70,83	2051	0	5.208.123	3,225E+08	594,5	318,0
29	0,21	0,83	1,04	0,83	71,67	2052	0	4.902.013	3,274E+08	559,6	299,3
30	0,19	0,80	0,98	0,79	72,46	2053	0	4.619.427	3,320E+08	527,3	282,1
31	0,17	0,77	0,93	0,75	73,20	2054	0	4.358.147	3,364E+08	497,5	266,1
32	0,15	0,74	0,88	0,71	73,91	2055	0	4.116.187	3,405E+08	469,9	251,3
33	0,13	0,71	0,84	0,67	74,58	2056	0	3.891.769	3,444E+08	444,3	237,6
34	0,12	0,68	0,80	0,64	75,22	2057	0	3.683.300	3,481E+08	420,5	224,9
35	0,10	0,65	0,76	0,61	75,83	2058	0	3.489.348	3,515E+08	398,3	213,1
36	0,09	0,63	0,72	0,58	76,41	2059	0	3.308.631	3,549E+08	377,7	202,0
37	0,08	0,60	0,69	0,55	76,96	2060	0	3.139.995	3,580E+08	358,4	191,7
38	0,07	0,58	0,65	0,52	77,48	2061	0	2.982.404	3,610E+08	340,5	182,1
39	0,06	0,56	0,62	0,50	77,98	2062	0	2.834.925	3,638E+08	323,6	173,1
40	0,06	0,54	0,59	0,48	78,45	2063	0	2.696.719	3,665E+08	307,8	164,7
41	0,05	0,51	0,57	0,45	78,91	2064	0	2.567.027	3,691E+08	293,0	156,7
Pu 40	**48,11**	**49,71**		RESIDUOS ALMACENADOS Ton			**4.779.355**				
PROD.ESPEC.TOT. (Pu40)			**97,83**				PROD. TEORICA m^3		**3,691E+08**		CH_4 = 40%
Pu40/Ptu	90,17%	PR. ESP.EMPIRICA TOT.		**78,45**					PROD. CAPTABLE m^3		1,974E+08

(*) Este modelo de cálculo debe entenderse como propiedad intelectual del autor: Enrico Magnano. Las violaciones de los derechos de propiedad intelectual serán procesadas de conformidad con el Artículo 2, párrafo 1 de la Directiva 2004/48 / CE, implementado con el Decreto Legislativo N ° 140 de 16/03/2006 (DO 82 de 4/4/2006)



ANEJO Nº 7: CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE EVACUACIÓN DE ESCORRENTÍAS

ANEJO Nº7: CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE EVACUACIÓN DE ESCORRENTÍAS

1. OBJETIVO **2**
2. METODOLOGÍA **2**
3. CÁLCULO DE LOS CAUDALES DE PROYECTO **2**
  3.1. PRECIPITACIÓN DE CÁLCULO 2
  3.2. CAUDAL DE CÁLCULO PARA DRENAJE SUPERFICIAL 4
    3.2.1. Cuencas de recepción 4
    3.2.2. Tiempo de concentración 6
    3.2.3. Intensidad de precipitación 9
    3.2.4. Coeficiente de escorrentía 12
    3.2.5. Caudales de diseño 16
4. DRENAJE LONGITUDINAL **20**
  4.1. CUNETAS EN CORONACION 20
  4.2. CUNETAS EN BERMAS 22
  4.3. CUNETAS EN RAMPAS DE ACCESO A CORONACIÓN 23
  4.4. CUNETAS PERIMETRALES 24
5. BAJANTES DE PLUVIALES **24**
6. DIMENSIONAMIENTO DE LOS COLECTORES PARA EL CRUCE BAJO VIARIO **26**

APÉNDICE Nº1: PLANO DE DELIMITACIÓN DE CUENCAS DE ESCORRENTÍAS

ANEJO Nº7: CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE EVACUACIÓN DE ESCORRENTÍAS

1. OBJETIVO

El objeto del presente Anejo será determinar los caudales de agua de escorrentía caída sobre la superficie de ampliación de la Fase II del Depósito Controlado de la Mancomunidad de Gestión de Residuos del Sur en el Complejo Ambiental La Marañosa, dimensionando posteriormente los dispositivos de drenaje longitudinales en cada una de las bermas intermedias, así como el elemento de drenaje longitudinal del viario perimetral.

2. METODOLOGÍA

Para un correcto y cuidadoso cálculo de los distintos dispositivos de drenaje se seguirán los pasos indicados en el esquema que se especifica a continuación:

- Cálculo de la precipitación máxima diaria
- Determinación de las cuencas que intervienen
- Cálculo del caudal a desaguar por cada cuneta
- Diseño del drenaje longitudinal. Dimensionamiento hidráulico de cada cuneta Verificación de la capacidad de desagüe de las cunetas.

3. CÁLCULO DE LOS CAUDALES DE PROYECTO

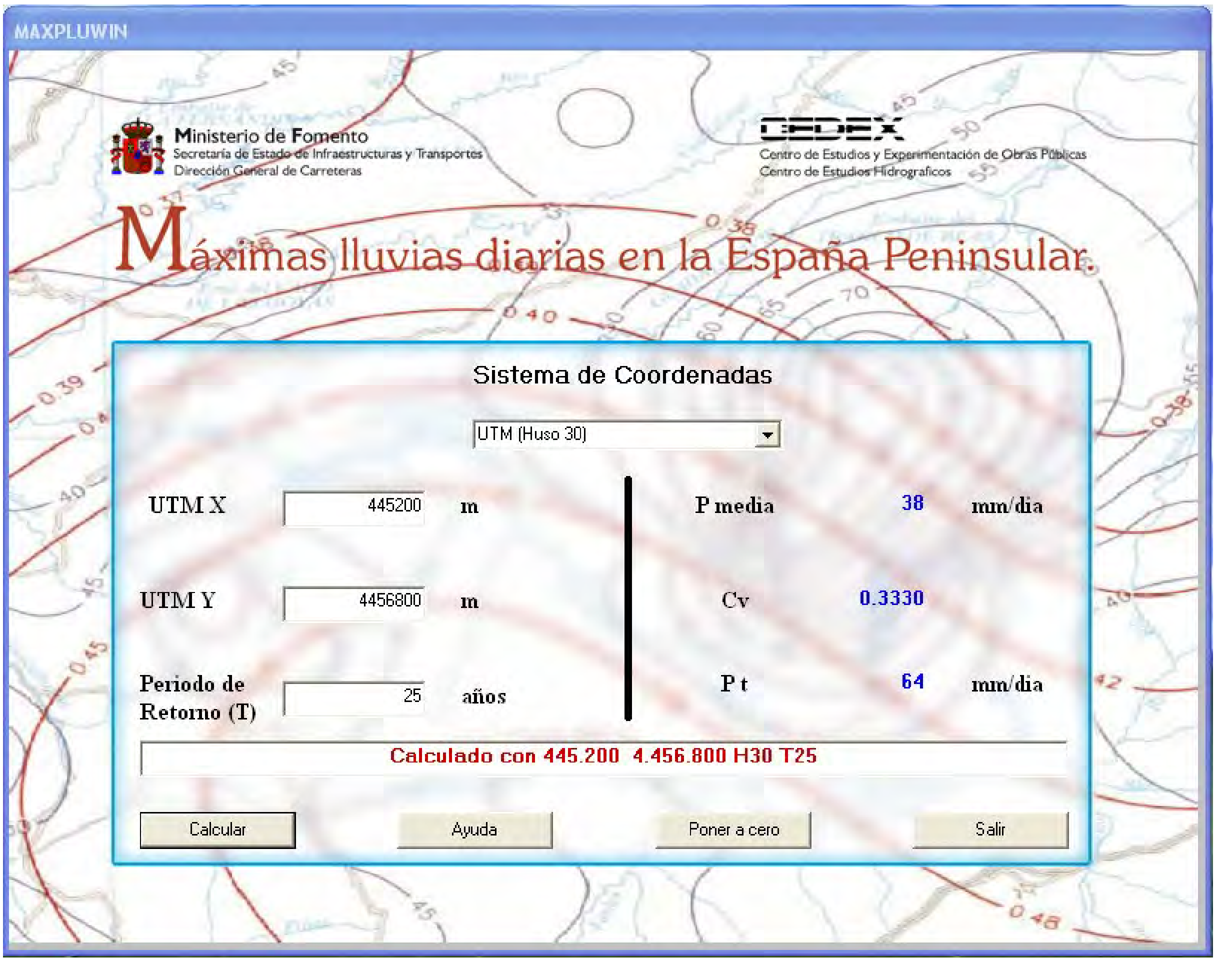
3.1. PRECIPITACIÓN DE CÁLCULO

Inicialmente se realiza el análisis de las series de intensidades máximas diarias analizando estadísticamente la probabilidad de fenómenos tormentosos, es decir, lluvias de gran intensidad en un intervalo relativamente corto de tiempo.

El caudal de lluvia correspondiente a los diferentes períodos de retorno se calculará siguiendo la metodología de la publicación de “Máximas lluvias diarias de la España Peninsular”.

A partir del valor de la precipitación máxima en 24 horas se ha obtenido la intensidad horaria para la duración de la lluvia considerada, que es igual al tiempo de concentración para cada una de las áreas vertientes, pues la situación más desfavorable, es decir, la que produzca un mayor caudal y en el menor tiempo, se genera durante una tormenta de duración igual al tiempo de concentración.

Los datos de precipitación utilizados son los siguientes, obtenidos a partir de P_0= 38 mm/d y C_v= 0,333, determinados según los datos de la publicación de "Máximas lluvias diarias de la España Peninsular".



MAXPLUWIN

Ministerio de Fomento
Secretaría de Estado de Infraestructuras y Transportes
Dirección General de Carreteras

CEDEX
Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas
Centro de Estudios Hidrográficos

Máximas lluvias diarias en la España Peninsular

Sistema de Coordenadas: UTM (Huso 30)

UTM X: 445200 m

UTM Y: 4456800 m

Periodo de Retorno (T): 25 años

P media: 38 mm/dia

Cv: 0.3330

P t: 64 mm/dia

Calculado con 445.200 4.456.800 H30 T25

Fig 1. Determinación de la máxima lluvia diaria según la metodología de la publicación del CEDEX

El período de retorno a considerar en el dimensionamiento de los diferentes elementos de drenaje superficial dependiendo de la tipología del sistema de desagüe se detalla a continuación,

El período de retorno a considerar en el dimensionamiento de los diferentes elementos de drenaje superficial dependiendo de la tipología del sistema de desagüe se detalla a continuación, siguiendo las indicaciones de la Norma 5.2-IC drenaje superficial de la Instrucción de carreteras, aprobada en la Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero.

- Drenaje de plataforma y márgenes: se debe adoptar un período de retorno de 25 años.

En nuestro caso, el período de retorno a considerar para el dimensionamiento de las cunetas de los viales de vasos de vertido y de caminos de acceso debería ser de 25 años, al tratarse de sistemas de drenaje de márgenes.

PERIODO DE RETORNO	COEFICIENTE K_T	PRECIPITACIÓN 24 h (mm/d)
P_{500}	2,742	104,20
P_{100}	2,153	81,81
P_{50}	1,920	72,96
P_{25}	1,695	64,41
P_{10}	1,417	53,85

Tabla 1: Cálculo de la precipitación de diseño para diferentes períodos de retorno

3.2. CAUDAL DE CÁLCULO PARA DRENAJE SUPERFICIAL

3.2.1. Cuencas de recepción

Su valoración se basa en la estimación de los caudales generados en la cuenca asociada al vertedero, que permita diseñar los correctos sistemas de drenaje. La estimación se ha realizado siguiendo el método hidrometeorológico de J.R. Témez (CEDEX, 2000).

Se han considerado hasta 35 diferentes cuencas de recogida de escorrentías, en las cuales se ha discretizado las superficies de sellado, que se detallan en el Plano incluido en Apéndice nº1 del presente Anejo, y en la figura siguiente.

La superficie de dichas cuencas de recogida de escorrentías se resume en la tabla siguiente.

CUENCA	SUPERFICIE DE RECOGIDA (m²)
C1	12.695
C2	10.815
C3	4.420
C4	5.490
C5	9.145
C6	7.235
C7	4.565
C8	5.940
C9	7.435

CUENCA	SUPERFICIE DE RECOGIDA (m²)
C19	1.070
C20	2.835
C21	3.390
C22	9.915
C23	755
C24	1.700
C25	2.390
C26	20.875
C27	20.355

CUENCA	SUPERFICIE DE RECOGIDA (m²)
C10	3.520
C11	4.115
C12	3.040
C13	7.540
C14	9.190
C15	5.385
C16	4.120
C17	7.895
C18	2.150

CUENCA	SUPERFICIE DE RECOGIDA (m²)
C28	26.230
C29	2.380
C30	1.100
C31	1.750
C32	26.020
C33	675
C34	11.690
C35	2.200

Tabla 2: Superficie de escorrentía de las diferentes cuencas consideradas

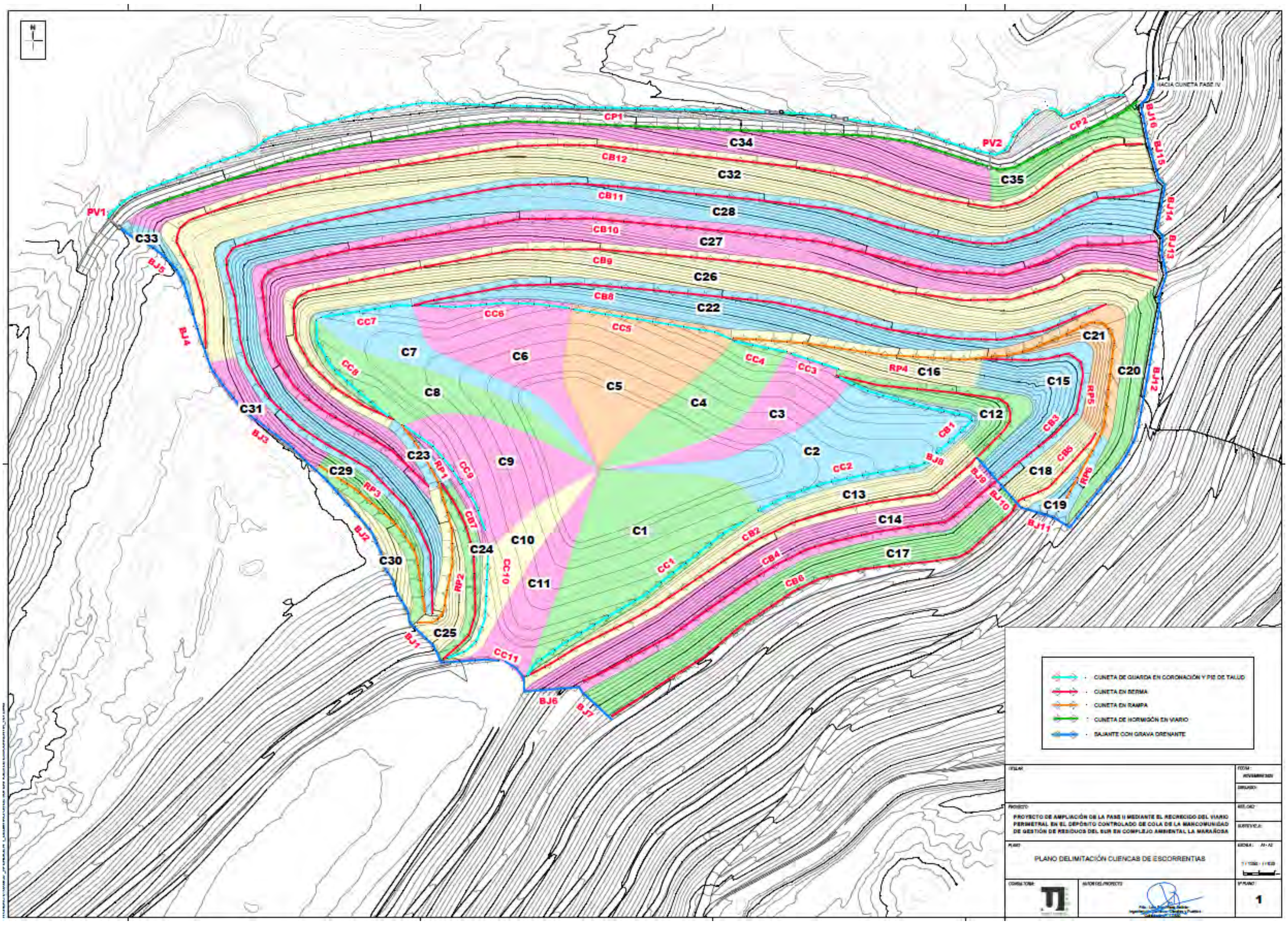

N
HACIA CUNETA FASE IV
CP1
CP2
PV1
PV2
C34
CB12
C32
C35
CB11
C28
CB10
C27
C33
CB9
C26
CB8
C22
CC7
CC6
CC5
C7
C6
CC4
CC3
RP4
C16
C21
C20
C5
C4
C3
C15
C8
C12
CC8
C31
C2
C23
C9
CB1
BJ8
C18
C29
CC2
C13
C19
C14
C1
C10
C24
C30
C11
C17
CB2
CB4
CB6
CC1
C25
CC11
RP1
RP2
RP3
RP5
RP6
CC9
CC10
CB7
CB3
CB5
BJ1
BJ2
BJ3
BJ4
BJ5
BJ6
BJ7
BJ9
BJ10
BJ11
BJ12
BJ13
BJ14
BJ15
BJ16
CUNETA DE GUARDA EN CORONACIÓN Y PIE DE TALUD
CUNETA EN BERMA
CUNETA EN RAMPA
CUNETA DE HORMIGÓN EN VIARIO
BAJANTE CON GRAVA DRENANTE
TITULAR
FECHA: NOVIEMBRE 2020
DIBUJADO:
PROYECTO
PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA FASE II MEDIANTE EL RECRECIDO DEL VIARIO PERIMETRAL EN EL DEPÓSITO CONTROLADO DE COLA DE LA MANCOMUNIDAD DE GESTIÓN DE RESIDUOS DEL SUR EN COMPLEJO AMBIENTAL LA MARAÑOSA
REF. CAD:
SUSTITUYE A:
PLANO
PLANO DELIMITACIÓN CUENCAS DE ESCORRENTIAS
ESCALA: A1 - A3
CONSULTORA
AUTOR DEL PROYECTO
Nº PLANO: 1

Fig 1: *Plano de delimitación de superficies de escorrentías*

3.2.2. Tiempo de concentración

La expresión utilizada para la determinación de este tiempo de concentración es la siguiente:

$$t_c=0,3\times L^{0,76}\times J^{-0.19}$$

Donde:

t_c = Tiempo de concentración en horas
L = longitud de la red de drenaje principal en km.
J = pendiente media de red de drenaje principal en m/m

Se han considerado los tiempos de concentración de las escorrentías recogidas en cada tramo de cuneta en los que se ha discretizado la red de evacuación de escorrentías del vaso de rechazos. Para cada tramo se considera una superficie de escorrentía igual a la suma de todas las cuencas situadas aguas arriba del tramo.

Si el tiempo de concentración calculado según la expresión anterior es inferior a 0,25 h, se debe rehacer el cálculo y calcular el tiempo de concentración considerando dichas cuencas como cuencas secundarias y determinar el tiempo de concentración según la siguiente expresión:

$$t_c=2\times L^{0,408}\times n^{0,312}\times J^{-0.209}$$

Donde:

t_c = Tiempo de concentración en minutos
L = longitud de recorrido en cuenca secundaria en m.
n= coeficiente de flujo difuso, adoptando el valor de n= 0,050 de vegetación escasa como situación más desfavorable al inicio de la revegetación
J = pendiente media de la cuenca en m/m

En la tabla siguiente se adjuntan los tiempos de concentración propios de cada uno de los tramos de cunetas consideradas

Tramo de cuneta	Cuencas de aportación	Superficie (Ha)	Longitud curso principal (m)	Pendiente media	Tiempo de concentración
Cunetas de guarda en coronación					
CC1	C1	1,2695	225	1,000%	0,25 h
CC2	C2	1,0815	220	1,000%	0,25 h
CC3	C3	0,4420	55	1,000%	0,14 h
CC4	C4	0,5490	60	1,000%	0,15 h
CC5	C5	0,9145	80	1,000%	0,17 h
CC6	C6	0,7235	125	1,000%	0,20 h
CC7	C7	0,4565	70	1,000%	0,16 h
CC8	C8	0,5940	80	1,000%	0,17 h
CC9	C9	0,7435	110	1,000%	0,19 h
CC10	C10	0,3520	90	1,000%	0,17 h
CC11	C11	0,4115	80	1,000%	0,17 h
Cuneta en bermas					
CB1	C12+CC2+CC3	1,8275	350	1,800%	0,29 h
CB2	C13	0,7540	395	1,300%	0,34 h
CB3	C15	0,5385	175	1,000%	0,23 h
CB4	C14	0,9190	365	1,000%	0,33 h
CB5	C18	0,2150	40	1,000%	0,12 h
CB6	C17+BJ7	2,4705	760	2,700%	0,48 h
CB7	C24	0,1700	155	1,000%	0,22 h
CB8	C22+CC6+CC7	2,1715	640	2,700%	0,42 h
CB9	C26	2,0875	800	3,700%	0,47 h
CB10	C27	2,0355	930	3,700%	0,53 h
CB11	C28	2,6230	1.100	3,300%	0,62 h
CB12	C32	2,6020	890	3,200%	0,53 h
Cunetas en rampas					
RP1	C23+CC8+CC9	1,4130	155	1,200%	0,21 h
RP2	C25+RP1	1,6520	280	3,000%	0,22 h
RP3	C29	0,2380	160	5,200%	0,16 h

Tramo de cuneta	Cuencas de aportación	Superficie (Ha)	Longitud curso principal (m)	Pendiente media	Tiempo de concentración
RP4	C16+CC4+CC5	1,8755	305	4,000%	0,21 h
RP5	C21+RP4+CB3+CB8	4,9245	460	4,400%	0,30 h
RP6	C19+RP5+CB5	5,2465	535	4,700%	0,33 h
Cunetas perimetrales					
CP1	C34	1,1690	680	3,800%	0,42 h
CP2	C35+BJ16	21,0690	1.290	4,500%	0,66 h
Diseño de Bajantes					
BJ1	CC10+CB7	0,5220	155	5,300%	0,15 h
BJ2	C30+BJ1+RP2	2,2840	405	4,000%	0,28 h
BJ3	C31+BJ2+RP3	2,6970	555	4,250%	0,35 h
BJ4	BJ3	2,6970	555	4,250%	0,35 h
BJ5	C33+BJ4	2,7645	590	1,390%	0,45 h
BJ6	CC11+CC1	1,6810	225	4,000%	0,19 h
BJ7	BJ6	1,6810	225	4,000%	0,19 h
BJ8	CB1+CB2	2,5815	395	1,300%	0,34 h
BJ9	BJ8	2,5815	395	1,300%	0,34 h
BJ10	BJ9+CB4	3,5005	415	3,000%	0,30 h
BJ11	BJ10+CB6	5,9710	760	2,700%	0,48 h
BJ12	C20+BJ11+RP6	11,5010	805	3,200%	0,49 h
BJ13	BJ12+CB9	13,5885	1.020	3,000%	0,59 h
BJ14	BJ13+CB10	15,6240	1.055	3,500%	0,59 h
BJ15	BJ14+CB11	18,2470	1.095	4,250%	0,59 h
BJ16	BJ15+CB12	20,8490	1.135	4,800%	0,59 h
Caudal vertido en puntos de descarga					
PV 1	BJ5	2,7645	1.135	1,390%	0,74 h
PV 2	CP1+CP2	22,2380	1.290	4,500%	0,66 h

Tabla 3: Cálculo del tiempo de concentración para los diferentes tramos de cunetas y elementos de desagüe consideradas

3.2.3. Intensidad de precipitación

Es necesario tener en cuenta que los valores de precipitaciones máximas presentados en la Tabla 1, han sido registrados en 24 horas.

Para obtener la intensidad máxima horaria se han empleado expresiones recogidas en la Instrucción 5.2-IC de Drenaje Superficial de Carreteras (M.O.P.U., 1990).

$$I_t = I_d \times F_{int}$$

$$F_{int} = \left(\frac{I_1}{I_d}\right)^{3,5287-2,5287\times t^{0,1}}$$

Donde I_t e I_d son las intensidades de lluvia para tormentas de duración t igual al tiempo de concentración del área vertiente (expresados en la Tabla 3), y 24 horas respectivamente, y F_{int} es del denominado factor de torrencialidad, dependiente del factor (I_1/I_d) asociado a la zona de estudio, siendo el cociente entre la intensidad horaria y diaria, independiente del período de retorno. Se obtiene por medio de una mapa de isolíneas representado en la figura siguiente (M.O.P.U., 1990), que para el caso del Depósito Controlado de la Mancomunidad del Sur en Pinto y Getafe tiene un valor de (I_1/I_d)= 10

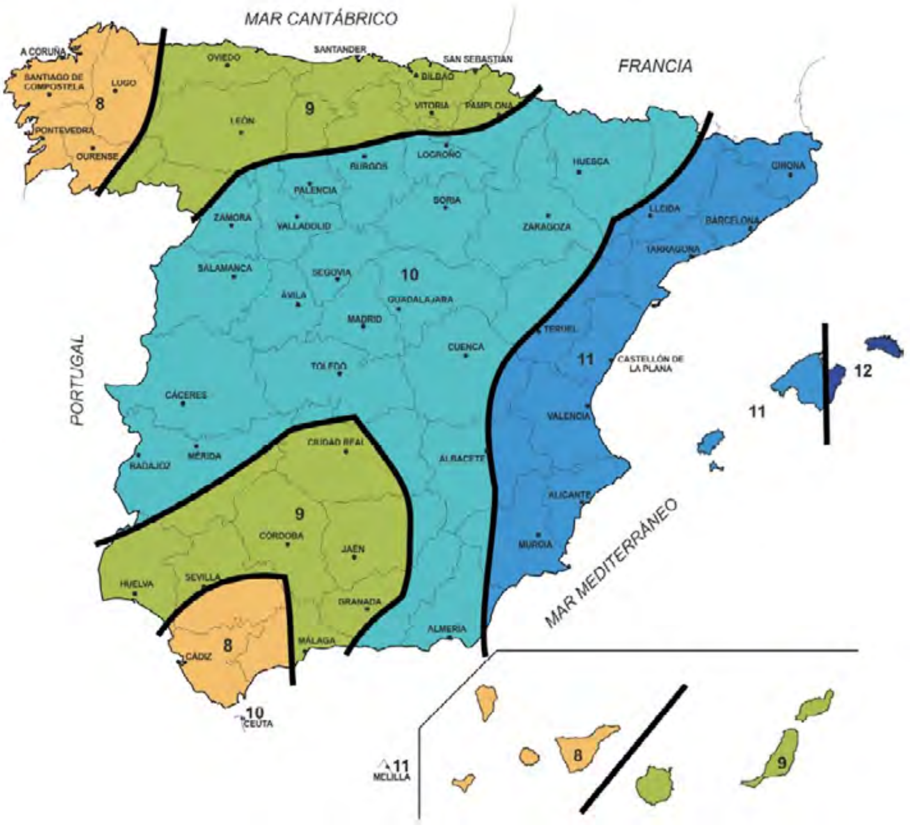

MAR CANTÁBRICO
FRANCIA
PORTUGAL
MAR MEDITERRÁNEO
A CORUÑA
SANTIAGO DE COMPOSTELA
LUGO
PONTEVEDRA
OURENSE
OVIEDO
SANTANDER
SAN SEBASTIÁN
BILBAO
VITORIA
PAMPLONA
LEÓN
BURGOS
LOGROÑO
HUESCA
GIRONA
LLEIDA
BARCELONA
TARRAGONA
PALENCIA
SORIA
ZARAGOZA
ZAMORA
VALLADOLID
SALAMANCA
SEGOVIA
ÁVILA
GUADALAJARA
MADRID
CUENCA
TERUEL
CASTELLÓN DE LA PLANA
TOLEDO
CÁCERES
VALENCIA
MÉRIDA
BADAJOZ
CIUDAD REAL
ALBACETE
ALICANTE
CÓRDOBA
JAÉN
MURCIA
HUELVA
SEVILLA
GRANADA
ALMERÍA
MÁLAGA
CÁDIZ
CEUTA
MELILLA
8
9
10
11
12

Fig 2. Mapa del índice de torrencialidad I_1/I_d.

A partir de esta expresión se puede calcular la curva de Intensidad-Duración-Frecuencia, obteniendo la relación entre la intensidad de lluvia y el intervalo de tiempo de referencia que se esté considerando en cada momento, o su inverso, el periodo de retorno considerado.

Atendiendo a lo expresado en el Decreto 170/1998, para el cálculo del caudal punta se ha de utilizar "una duración del episodio de lluvia igual al tiempo de concentración".

En la tabla siguiente se detallan las intensidades horarias de precipitación para las diferentes cuencas consideradas, para los tiempos de concentración calculados y para un tiempo de retorno de 25 años para el cálculo de las cunetas y para los tubos de drenaje transversal.

Tramo de cuneta	**Superficie (Ha)**	**Tiempo de concentración**	**Precipitación max diaria P_d (mm/d)**	**Intensidad (mm/h)**
Cunetas de guarda en coronación				
CC1	1,2695	0,25 h	64,41	56,84
CC2	1,0815	0,25 h	64,41	57,11
CC3	0,4420	0,14 h	64,41	75,46
CC4	0,5490	0,15 h	64,41	74,18
CC5	0,9145	0,17 h	64,41	70,09
CC6	0,7235	0,20 h	64,41	64,10
CC7	0,4565	0,16 h	64,41	71,97
CC8	0,5940	0,17 h	64,41	70,09
CC9	0,7435	0,19 h	64,41	65,77
CC10	0,3520	0,17 h	64,41	68,47
CC11	0,4115	0,17 h	64,41	70,09
Cunetas en bermas				
CB1	1,8275	0,29 h	64,41	52,88
CB2	0,7540	0,34 h	64,41	48,83
CB3	0,5385	0,23 h	64,41	59,86
CB4	0,9190	0,33 h	64,41	49,09
CB5	0,2150	0,12 h	64,41	80,27
CB6	2,4705	0,48 h	64,41	40,35
CB7	0,1700	0,22 h	64,41	61,36

Tramo de cuneta	Superficie (Ha)	Tiempo de concentración	Precipitación max diaria P_d (mm/d)	Intensidad (mm/h)
CB8	2,1715	0,42 h	64,41	43,29
CB9	2,0875	0,47 h	64,41	40,81
CB10	2,0355	0,53 h	64,41	38,35
CB11	2,6230	0,62 h	64,41	35,32
CB12	2,6020	0,53 h	64,41	38,47
Cunetas en rampas				
RP1	1,4130	0,21 h	72,96	70,32
RP2	1,6520	0,27 h	72,96	62,47
RP3	0,2380	0,16 h	72,96	80,52
RP4	1,8755	0,19 h	72,96	74,17
RP5	4,9245	0,44 h	72,96	48,24
RP6	5,2465	0,47 h	72,96	46,61
Cunetas perimetrales				
CP1	1,1690	0,42 h	64,41	43,73
CP2	21,0690	0,66 h	64,41	34,12
Diseño de bajantes				
BJ1	0,5220	5,300%	1,00	0,15 h
BJ2	2,2840	4,000%	1,00	0,28 h
BJ3	2,6970	4,250%	1,00	0,35 h
BJ4	2,6970	4,250%	1,00	0,35 h
BJ5	2,7645	1,390%	1,00	0,45 h
BJ6	1,6810	4,000%	1,00	0,19 h
BJ7	1,6810	4,000%	1,00	0,19 h
BJ8	2,5815	1,300%	1,00	0,34 h
BJ9	2,5815	1,300%	1,00	0,34 h
BJ10	3,5005	3,000%	1,00	0,30 h
BJ11	5,9710	2,700%	1,00	0,48 h
BJ12	11,5010	3,200%	1,00	0,49 h
BJ13	13,5885	3,000%	1,00	0,59 h
BJ14	15,6240	3,500%	1,00	0,59 h

Tramo de cuneta	Superficie (Ha)	Tiempo de concentración	Precipitación max diaria P_d (mm/d)	Intensidad (mm/h)
BJ15	18,2470	4,250%	1,00	0,59 h
BJ16	20,8490	4,800%	1,00	0,59 h
Caudal vertido en puntos de descarga				
PV 1	2,7645	0,74 h	64,41	31,79
PV 2	22,2380	0,66 h	64,41	34,12

Tabla 4: Cálculo de la intensidad de precipitación para el tiempo de concentración de cada cuenca para un período de concentración de 50 años

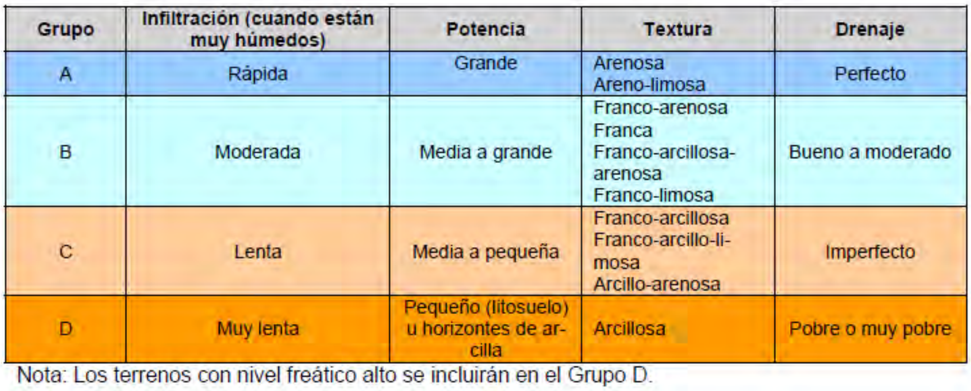
3.2.4. Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía representa las características del suelo y de la cobertura vegetal y su influencia en la transformación de la lluvia en escorrentía.

En el método hidrometeorológico, la función de pérdidas por infiltración se basa en un parámetro único que engloba las características del suelo, su uso y la vegetación que lo recubre, así como de las condiciones iniciales de humedad.

La tabla 2-3- de la Norma 5.2.-I.C. se utiliza como base para el cálculo del valor básico de P_0, que más adelante se corrige para tener en cuenta las condiciones de humedad cuando comienza la tormenta.

Para el uso de la tabla 2-3, los suelos se clasificarán en los grupos de la tabla 2-2. También de Norma 5.2.-I.C., en cuya definición interviene la textura definida por el diagrama triangular para la determinación de la textura.



Grupo	Infiltración (cuando están muy húmedos)	Potencia	Textura	Drenaje
A	Rápida	Grande	Arenosa Areno-limosa	Perfecto
B	Moderada	Media a grande	Franco-arenosa Franca Franco-arcillosa-arenosa Franco-limosa	Bueno a moderado
C	Lenta	Media a pequeña	Franco-arcillosa Franco-arcillo-limosa Arcillo-arenosa	Imperfecto
D	Muy lenta	Pequeño (litosuelo) u horizontes de arcilla	Arcillosa	Pobre o muy pobre

Nota: Los terrenos con nivel freático alto se incluirán en el Grupo D.

Fig 3. Tabla de clasificación de suelos a efectos del umbral de escorrentía

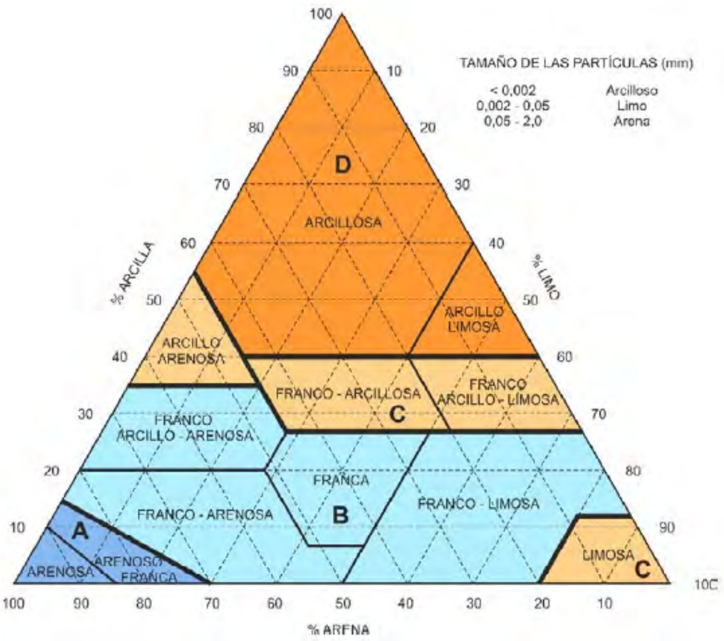

100
90
10
80
20
70
30
60
40
50
TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS (mm)
< 0,002 Arcilloso
0,002 - 0,05 Limo
0,05 - 2,0 Arena
D
ARCILLOSA
% ARCILLA
% LIMO
ARCILLO LIMOSA
ARCILLO ARENOSA
FRANCO - ARCILLOSA
C
FRANCO ARCILLO - LIMOSA
FRANCO ARCILLO - ARENOSA
FRANCA
B
FRANCO - LIMOSA
FRANCO - ARENOSA
A
ARENOSA
ARENOSO FRANCA
LIMOSA
C
% ARENA

Fig 4. Diagrama triangular para la determinación de la textura del suelo

En este caso el grupo de suelo para las tierras de cobertura del sellado del vaso es D, con un contenido elevado de finos, que permite un drenaje muy pobre, de modo que la mayor parte de la lluvia caída se evacúa por escorrentía superficial.

En cuanto al tipo de uso del suelo en la zona del vertedero, y puesto que está previsto una revegetación de la superficie sellada, se distinguen la siguiente tipología de usos en cuanto a la facilidad para evacuar por escorrentía superficial el caudal de lluvia.

Tipo de terreno	**Uso de suelo**	**Umbral inicial de escorrentía P’$_0$ (mm)**
Superficie sellada del vertedero	32112-Pastizales supraforestales mediterráneos (p>3%)	6

Tabla 5: Estimación del umbral inicial de escorrentía

El umbral de escorrentía P’$_0$ se ha de corregir multiplicándolo por el factor corrector que refleja la variación regional de la humedad habitual en el suelo al comienzo de aguaceros significativos, incluyendo una mayoración para evitar sobre valoraciones del caudal por simplificaciones del tratamiento estadístico.

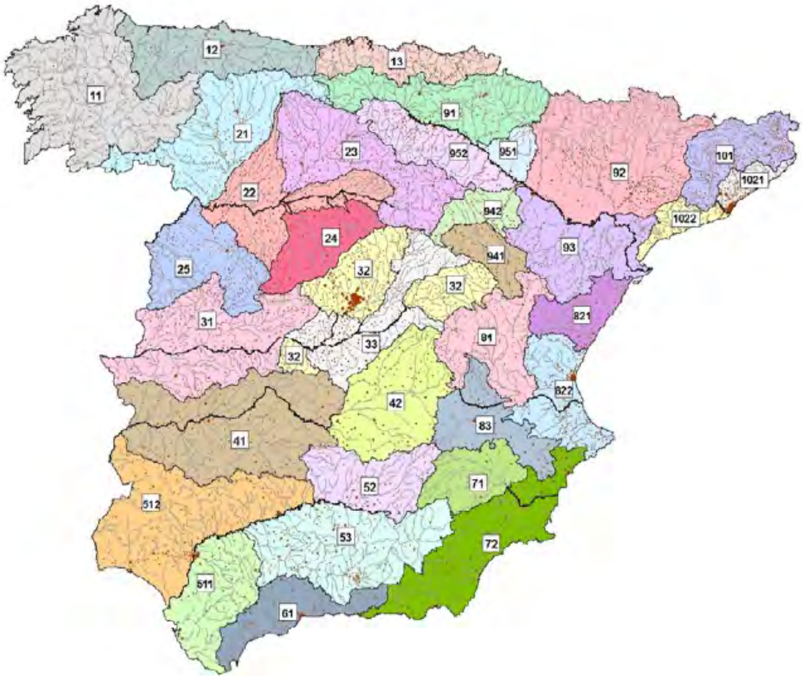


Fig 5. Mapa del coeficiente corrector del umbral de escorrentía

Se distinguen dos casos diferentes de determinación del coeficiente corrector del umbral de escorrentía según la tipología de obra de drenaje que se esté proyectando.

- Cunetas de guarda en coronación, cunetas para el drenaje longitudinal de bermas intermedias y camino perimetral y obras de desagüe transversal.

$$\beta^{PM}=\beta_m \times F_T$$

- Tuberías de desagüe transversal de los puntos bajos de las cunetas.

$$\beta^{DT}=(\beta_m-\Delta_{50})\times F_T$$

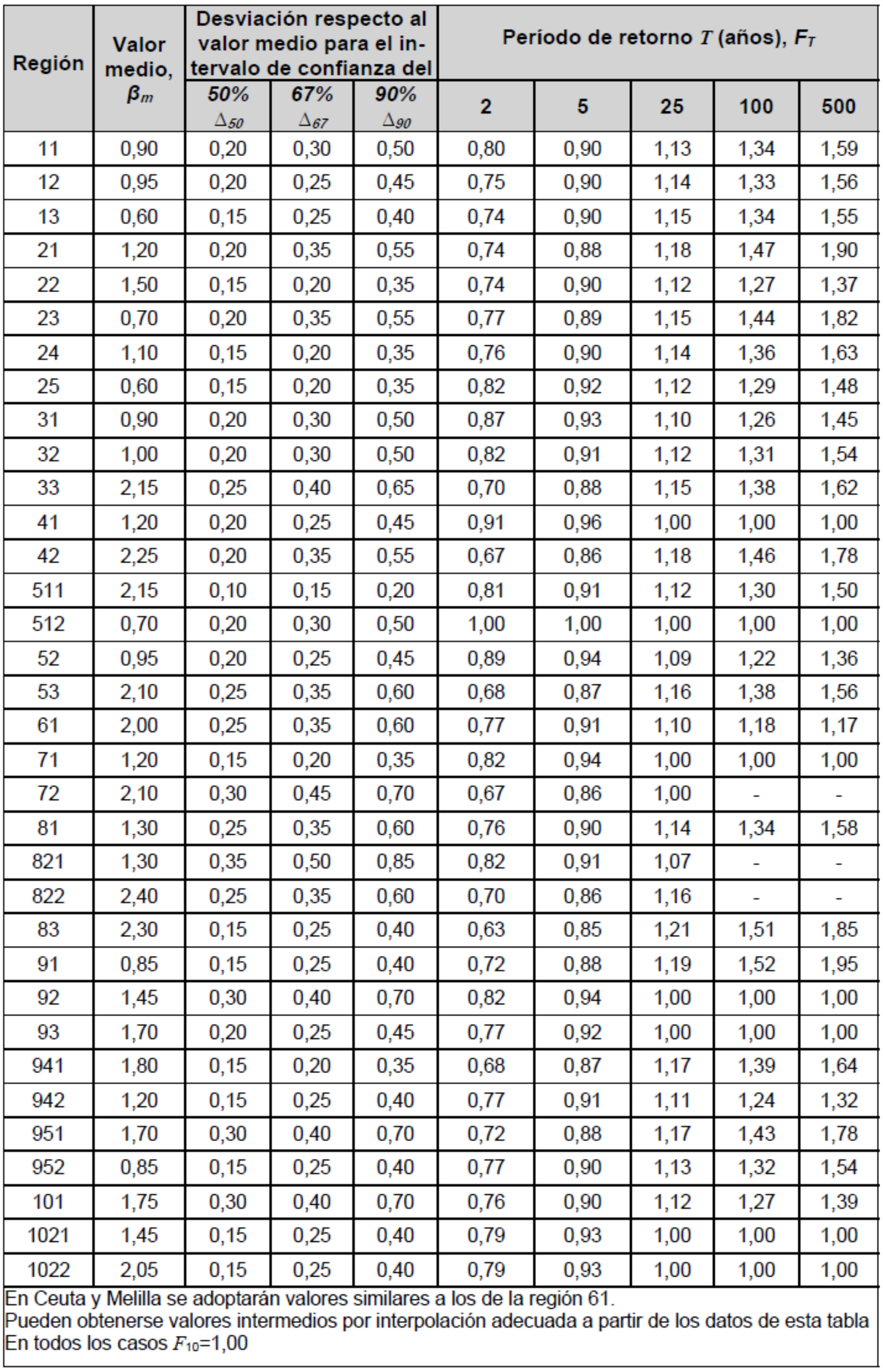
β_m : coeficiente corrector del umbral de escorrentía en función del valor medio de la región, según las zonas delimitadas en la Fig 5 En nuestro caso corresponde a la zona 32, por lo que según la tabla de la Fig 6 resulta β_m= 1,00

F_T: Factor función del período de retorno.

El dimensionamiento de las cunetas se realizará para un período de retorno de 25 años, por lo que F_T= 1,12

Δ_{50}: Desviación respecto al valor medio: intervalo de confianza correspondiente al 50%. En nuestro caso corresponde a la zona 32, por lo que según la tabla de la Fig 6 resulta Δ_{50}= 0,20.

Por lo tanto, sustituyendo los valores considerados en los puntos anteriores se obtienen unos valores de coeficientes del umbral de escorrentía de β^{PM}=1,20 para el dimensionamiento de las cunetas de guarda en coronación, cunetas de bermas y camino perimetral, y de β^{DT}=1,05 para el dimensionamiento de las tuberías de drenaje transversal de los puntos bajos.



Región	Valor medio, β_m	Desviación respecto al valor medio para el intervalo de confianza del 50% Δ_{50}	67% Δ_{67}	90% Δ_{90}	Período de retorno T (años), F_T 2	5	25	100	500
11	0,90	0,20	0,30	0,50	0,80	0,90	1,13	1,34	1,59
12	0,95	0,20	0,25	0,45	0,75	0,90	1,14	1,33	1,56
13	0,60	0,15	0,25	0,40	0,74	0,90	1,15	1,34	1,55
21	1,20	0,20	0,35	0,55	0,74	0,88	1,18	1,47	1,90
22	1,50	0,15	0,20	0,35	0,74	0,90	1,12	1,27	1,37
23	0,70	0,20	0,35	0,55	0,77	0,89	1,15	1,44	1,82
24	1,10	0,15	0,20	0,35	0,76	0,90	1,14	1,36	1,63
25	0,60	0,15	0,20	0,35	0,82	0,92	1,12	1,29	1,48
31	0,90	0,20	0,30	0,50	0,87	0,93	1,10	1,26	1,45
32	1,00	0,20	0,30	0,50	0,82	0,91	1,12	1,31	1,54
33	2,15	0,25	0,40	0,65	0,70	0,88	1,15	1,38	1,62
41	1,20	0,20	0,25	0,45	0,91	0,96	1,00	1,00	1,00
42	2,25	0,20	0,35	0,55	0,67	0,86	1,18	1,46	1,78
511	2,15	0,10	0,15	0,20	0,81	0,91	1,12	1,30	1,50
512	0,70	0,20	0,30	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
52	0,95	0,20	0,25	0,45	0,89	0,94	1,09	1,22	1,36
53	2,10	0,25	0,35	0,60	0,68	0,87	1,16	1,38	1,56
61	2,00	0,25	0,35	0,60	0,77	0,91	1,10	1,18	1,17
71	1,20	0,15	0,20	0,35	0,82	0,94	1,00	1,00	1,00
72	2,10	0,30	0,45	0,70	0,67	0,86	1,00	-	-
81	1,30	0,25	0,35	0,60	0,76	0,90	1,14	1,34	1,58
821	1,30	0,35	0,50	0,85	0,82	0,91	1,07	-	-
822	2,40	0,25	0,35	0,60	0,70	0,86	1,16	-	-
83	2,30	0,15	0,25	0,40	0,63	0,85	1,21	1,51	1,85
91	0,85	0,15	0,25	0,40	0,72	0,88	1,19	1,52	1,95
92	1,45	0,30	0,40	0,70	0,82	0,94	1,00	1,00	1,00
93	1,70	0,20	0,25	0,45	0,77	0,92	1,00	1,00	1,00
941	1,80	0,15	0,20	0,35	0,68	0,87	1,17	1,39	1,64
942	1,20	0,15	0,25	0,40	0,77	0,91	1,11	1,24	1,32
951	1,70	0,30	0,40	0,70	0,72	0,88	1,17	1,43	1,78
952	0,85	0,15	0,25	0,40	0,77	0,90	1,13	1,32	1,54
101	1,75	0,30	0,40	0,70	0,76	0,90	1,12	1,27	1,39
1021	1,45	0,15	0,25	0,40	0,79	0,93	1,00	1,00	1,00
1022	2,05	0,15	0,25	0,40	0,79	0,93	1,00	1,00	1,00

En Ceuta y Melilla se adoptarán valores similares a los de la región 61.
Pueden obtenerse valores intermedios por interpolación adecuada a partir de los datos de esta tabla
En todos los casos F_{10}=1,00

Fig 6. Coeficiente corrector del umbral de escorrentía: valores correspondientes a calibraciones regionales

El coeficiente de escorrentía C, define el componente superficial de la precipitación de una intensidad I, y depende de la relación de las precipitaciones, P_d, del período de retorno considerado y del umbral de escorrentía P_0, a partir de la cual se genera ésta.

Se ha utilizado la expresión que evalúa el valor del coeficiente de escorrentía en la cuenca es la siguiente:

$$C=\frac{(P_d^*-P_0)\times(P_d^*+23\times P_0)}{(P_d^*+11\times P_0)^2}$$

Donde:

C: Coeficiente de escorrentía

P_d^*: Precipitación máxima diaria modificada correspondiente a un periodo de retorno T, expresada en mm.

P_0 = Umbral de escorrentía corregido, expresado en mm, según la expresión $P_0 = P'_0 \times \beta$

En la tabla siguiente, se reflejan los coeficientes de escorrentía calculados para cada tipología de terreno considerado y para los diferentes elementos de drenaje a calcular

Tipo de terreno	P'₀ (mm)	P₀ (mm)	P_d^* (mm)	C
Dimensionamiento de cunetas de coronación, cunetas en rampas, cunetas en bermas y caminos perimetrales y bajantes				
Superficie sellada del vertedero	6	7,20	72,96	0,678

Tabla 6: Determinación de coeficientes de escorrentía para un período de retorno de 50 años

3.2.5. Caudales de diseño

Tras lo anteriormente expuesto, los caudales de diseño de la red de recogida de aguas pluviales para la ejecución del sellado del vertedero objeto del presente Proyecto.

El caudal para el dimensionamiento hidráulico se realizará siguiendo el método racional, cuya expresión es la siguiente:

$$Q=\frac{I_t\times C\times A\times K_t}{3,6}$$

Donde:

Q: Caudal máximo, expresado en m³/s, correspondiente a un período de retorno T

I_t: Intensidad de precipitación, expresada en mm/h, correspondiente al período de retorno T, para una duración del aguacero igual al tiempo de concentración t_c específico de cada cuenca

C: Coeficiente de escorrentía de la cuenca o superficie considerada

A: Área de la cuenca o superficie considerada expresada en Km²

K_t: coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación, según la expresión siguiente:

$$K_t=1+\frac{t_c^{1,25}}{t_c^{1,25}+14}$$

Como ya se ha citado con anterioridad, el dimensionamiento de cunetas y bajantes, se realizará con un caudal correspondiente a un período de retorno de 50 años, mientras que el dimensionamiento las tuberías de desagüe transversal de los puntos bajos se realizará para un período de retorno de 100 años.

En las tablas siguiente se detalla el caudal de diseño de cada uno de los tramos de diseño en los que se ha discretizado la red de evacuación de escorrentías del sellado.

Tramo de cuneta	Superficie (Ha)	Intensidad (mm/h)	Coeficiente de escorrentía	Coefic de uniformidad (K)	Caudal (m³/s)
Cunetas de guarda en coronación					
CC1	1,2695	56,84	0,660	1,01	0,134
CC2	1,0815	57,11	0,660	1,01	0,115
CC3	0,4420	75,46	0,660	1,01	0,062
CC4	0,5490	74,18	0,660	1,01	0,075
CC5	0,9145	70,09	0,660	1,01	0,118
CC6	0,7235	64,10	0,660	1,01	0,086
CC7	0,4565	71,97	0,660	1,01	0,061
CC8	0,5940	70,09	0,660	1,01	0,077
CC9	0,7435	65,77	0,660	1,01	0,090
CC10	0,3520	68,47	0,660	1,01	0,045
CC11	0,4115	70,09	0,660	1,01	0,053
Cunetas en bermas					
CB1	1,8275	52,88	0,660	1,01	0,180
CB2	0,7540	48,83	0,660	1,02	0,069
CB3	0,5385	59,86	0,660	1,01	0,060
CB4	0,9190	49,09	0,660	1,02	0,084
CB5	0,2150	80,27	0,660	1,01	0,032

Tramo de cuneta	Superficie (Ha)	Intensidad (mm/h)	Coeficiente de escorrentía	Coefic de uniformidad (K)	Caudal (m^3/s)
CB6	2,4705	40,35	0,660	1,03	0,188
CB7	0,1700	61,36	0,660	1,01	0,019
CB8	2,1715	43,29	0,660	1,02	0,177
CB9	2,0875	40,81	0,660	1,03	0,160
CB10	2,0355	38,35	0,660	1,03	0,148
CB11	2,6230	35,32	0,660	1,04	0,176
CB12	2,6020	38,47	0,660	1,03	0,189
Cunetas en rampas					
RP1	1,4130	70,32	0,660	1,01	0,164
RP2	1,6520	62,47	0,660	1,01	0,187
RP3	0,2380	80,52	0,660	1,01	0,032
RP4	1,8755	74,17	0,660	1,01	0,215
RP5	4,9245	48,24	0,660	1,02	0,476
RP6	5,2465	46,61	0,660	1,02	0,482
Cunetas perimetrales					
CP1	1,1690	43,73	0,660	1,02	0,096
CP2	21,0690	34,12	0,660	1,04	1,372
Diseño de bajantes					
BJ1	0,5220	0,15 h	0,660	1,01	0,070
BJ2	2,2840	0,28 h	0,660	1,01	0,229
BJ3	2,6970	0,35 h	0,660	1,02	0,242
BJ4	2,6970	0,35 h	0,660	1,02	0,242
BJ5	2,7645	0,45 h	0,660	1,03	0,242
BJ6	1,6810	0,19 h	0,660	1,01	0,204
BJ7	1,6810	0,19 h	0,660	1,01	0,204
BJ8	2,5815	0,34 h	0,660	1,02	0,235
BJ9	2,5815	0,34 h	0,660	1,02	0,235
BJ10	3,5005	0,30 h	0,660	1,02	0,339
BJ11	5,9710	0,48 h	0,660	1,03	0,454
BJ12	11,5010	0,49 h	0,660	1,03	0,870

Tramo de cuneta	Superficie (Ha)	Intensidad (mm/h)	Coeficiente de escorrentía	Coefic de uniformidad (K)	Caudal (m³/s)
BJ13	13,5885	0,59 h	0,660	1,04	0,932
BJ14	15,6240	0,59 h	0,660	1,04	1,073
BJ15	18,2470	0,59 h	0,660	1,04	1,259
BJ16	20,8490	0,59 h	0,660	1,04	1,436
Diseño de bajantes					
PV 1	2,7645	31,79	0,660	1,05	0,169
PV 2	22,2380	34,12	0,660	1,04	1,448

Tabla 7: Cálculo de los caudales de avenida para el tiempo de concentración de cada cuenca para un período de concentración de 25 años

Tabla 8:

Partiendo de estos valores se comprobarán hidráulicamente todos los elementos de desagüe proyectados para la evacuación de las escorrentías.

4. DRENAJE LONGITUDINAL

El dimensionamiento de las cunetas, consideradas como elementos de desagüe lineales se realizará mediante la fórmula de Manning-Strickler

$$Q=v\times S=\frac{1}{n}\times J^{1/2}\times R_h^{2/3}\times S$$

Donde:
Q= caudal desaguado
v= velocidad de la corriente
A= área de la sección
R_h= radio hidráulico
P= perímetro mojado
J= pendiente de la cuneta
n= número de Manning

En el cuadro siguiente se realiza la comprobación hidráulica de cada uno de los tramos de cunetas consideradas, para conseguir evacuar el caudal calculado en los apartados anteriores recogido en la Tabla 9.

Se considerará un número de Manning de n=0,020 según la tabla 3.1 de la Norma 5.2-IC, correspondiente a cunetas sin vegetación con una superficie uniforme., y de n=0,015 para las cunetas revestidas de hormigón.

Se han considerado las siguientes secciones diferentes de cunetas:

- Cunetas del borde interior de las rampas de acceso a coronación: cunetas con sección triangular de taludes 3H/2V, proyectadas en tierras sin revestir
- Cunetas del borde interior de las bermas de sellado y cunetas de guarda en coronacion: cunetas con sección triangular de taludes 1H/1V, proyectadas en tierras sin revestir
- Cunetas del borde perimetral: cunetas con sección trapecial de base 50 cm, de taludes 1H/2V, revestidas de hormigón

4.1. CUNETAS EN CORONACION

Se procede a realizar la comprobación hidráulica de las cunetas dispuestas en los bordes de la coronación para encauzar las escorrentías hacia las cunetas de bermas, bajantes y cunetas de rampas, minimizando las escorrentías que se pudieran producir por los taludes del sellado.

La pendiente mínima de diseño de estas cunetas es del 1%, por lo que se realizará el cálculo de todas las cunetas con esta pendiente mínima del 1%, tal y como se detalla en la tabla siguiente:

Tramo de cuneta	**Superficie de escorrentias (Ha)**	**Sección tipo de cuneta**	**Pendiente (%)**	**Caudal de diseño (m^3/s)**	**Calado (cm)**	**Velocidad (m/s)**
CC1	1,2695	Triangular. Tierras Taludes 1H/1V.	1,00	0,134	33	1,20
CC2	1,0815	Triangular. Tierras Taludes 1H/1V	1,00	0,115	32	1,16
CC3	0,4420	Triangular. Tierras Taludes 1H/1V.	1,00	0,062	25	0,99
CC4	0,5490	Triangular. Tierras Taludes 1H/1V	1,00	0,075	27	1,04
CC5	0,9145	Triangular. Tierras Taludes 1H/1V	1,00	0,118	32	1,17
CC6	0,7235	Triangular. Tierras Taludes 1H/1V.	1,00	0,086	28	1,08
CC7	0,4565	Triangular. Tierras Taludes 1H/1V.	1,00	0,061	25	0,99
CC8	0,5940	Triangular. Tierras Taludes 1H/1V	1,00	0,077	27	1,05
CC9	0,7435	Triangular. Tierras Taludes 1H/1V.	1,00	0,090	29	1,09
CC10	0,3520	Triangular. Tierras Taludes 1H/1V	1,00	0,045	22	0,92
CC11	0,4115	Triangular. Tierras Taludes 1H/1V	1,00	0,053	24	0,95

Tabla 9: Comprobación hidráulica de las cunetas en los bordes de coronación

Como se comprueba en la tabla anterior, el calado máximo de la lámina que se produce alcanza un valor de 33 cm.

Por tanto, las cunetas diseñadas de sección triangular de 50 cm profundidad y taludes 1H/1V, hasta una anchura superior de 1,00 m, tienen una capacidad hidráulica suficiente para la evacuación de las aguas pluviales desde la coronación hacia las cunetas de las bermas y rampas.

4.2. CUNETAS EN BERMAS

Se procede a realizar la comprobación hidráulica de las cunetas dispuestas en los bordes interiores de las bermas.

La pendiente mínima de diseño de estas cunetas varía entre 0,50% y 2,00 %, según los tramos de cunetas:

Tramo de cuneta	Superficie de escorrentias (Ha)	Sección tipo de cuneta	Pendiente (%)	Caudal de diseño (m^3/s)	Calado (cm)	Velocidad (m/s)
CB1	1,8275	Triangular. Tierras Taludes 1H/1V.	1,80	0,180	33	1,61
CB2	0,7540	Triangular. Tierras Taludes 1H/1V	1,30	0,069	25	1,12
CB3	0,5385	Triangular. Tierras Taludes 1H/1V.	1,00	0,060	25	0,98
CB4	0,9190	Triangular. Tierras Taludes 1H/1V	1,00	0,084	28	1,07
CB5	0,2150	Triangular. Tierras Taludes 1H/1V	1,00	0,032	20	0,84
CB6	2,4705	Triangular. Tierras Taludes 1H/1V.	2,70	0,188	31	1,90
CB7	0,1700	Triangular. Tierras Taludes 1H/1V.	1,00	0,019	16	0,74
CB8	2,1715	Triangular. Tierras Taludes 1H/1V.	2,70	0,177	31	1,87
CB9	2,0875	Triangular. Tierras Taludes 1H/1V.	3,70	0,160	28	2,05
CB10	2,0355	Triangular. Tierras Taludes 1H/1V.	3,70	0,148	27	2,01
CB11	2,6230	Triangular. Tierras Taludes 1H/1V.	3,30	0,176	30	2,02
CB12	2,6020	Triangular. Tierras Taludes 1H/1V.	3,20	0,189	31	2,03

Tabla 10: Comprobación hidráulica de las cunetas en las bermas

Como se comprueba en la tabla anterior, el calado máximo de la lámina que se produce alcanza un valor de 33 cm.

Por tanto, las cunetas diseñadas de sección triangular de 50 cm profundidad y taludes 1H/1V, hasta una anchura superior de 1,00 m, tienen una capacidad hidráulica suficiente para la evacuación de las aguas pluviales desde la coronación hacia las cunetas de las bermas y rampas.

4.3. CUNETAS EN RAMPAS DE ACCESO A CORONACIÓN

Se procede a realizar la comprobación hidráulica de las cunetas de las rampas de acceso a coronación, con una pendiente del 7%, tal y como se detalla en la tabla siguiente:

Tramo de cuneta	Superficie de escorrentias (Ha)	Sección tipo de cuneta	Pendiente (%)	Caudal de diseño (m^3/s)	Calado (cm)	Velocidad (m/s)
RP1	1,4130	Triangular. Tierras Taludes 3H/2V.	7,00	0,164	21	2,57
RP2	1,6520	Triangular. Tierras Taludes 3H/2V.	7,00	0,187	22	2,66
RP3	0,2380	Triangular. Tierras Taludes 3H/2V.	7,00	0,032	11	1,71
RP4	1,8755	Triangular. Tierras Taludes 3H/2V.	7,00	0,215	23	2,75
RP5	4,9245	Triangular. Tierras Taludes 3H/2V.	7,00	0,476	31	3,36
RP6	5,2465	Triangular. Tierras Taludes 3H/2V.	7,00	0,482	31	3,37

Tabla 11: Comprobación hidráulica de las cunetas en las rampas consideradas

Como se comprueba en la tabla anterior, el calado máximo de la lámina se produce en la cuneta del tramo RP6 con un calado de 31 cm.

Por tanto, se diseñan las cunetas de guarda con una sección triangular, de 50 cm profundidad y taludes 3H/2V, hasta una anchura superior de 1,50 m, de modo que capacidad hidráulica sea suficiente para la evacuación de las aguas pluviales.

4.4. CUNETAS PERIMETRALES

Se procede a realizar la comprobación hidráulica de las cunetas dispuestas el perímetro inferior.

La pendiente mínima de diseño de estas cunetas varía entre 0,50% y 3,00 %, según los tramos de cunetas, tal y como se detalla en la tabla siguiente:

Tramo de cuneta	Superficie de escorrentias (Ha)	Sección tipo de cuneta	Pendiente (%)	Caudal de diseño (m^3/s)	Calado (cm)	Velocidad (m/s)
CP1	1,1690	Trapecial. Revestida hormigón Base 0,50 m. Taludes 1H/2V.	1,00	0,096	13	1,35
CP2	21,0690	Trapecial. Revestida hormigón Base 0,50 m. Taludes 1H/2V.	2,00	1,372	51	3,58

Tabla 12: Comprobación hidráulica de las cunetas en el borde perimetral

Como se comprueba en la tabla anterior, el calado máximo de la lámina que se produce en la alcanza un valor de 51 cm.

Por tanto, las cunetas diseñadas de sección trapecial de 70 cm profundidad y base 50 cm y taludes 1H/2V, hasta una anchura superior de 1,20 m, tienen una capacidad hidráulica suficiente para la evacuación de las aguas pluviales en el perímetro de actuación.

5. BAJANTES DE PLUVIALES

Para obtener las características de las bajantes de pluviales en los taludes y su dimensionamiento hidráulico se ha empleado, al igual que para el caso de las cunetas, la fórmula de Manning-Strickler:

$$Q=v\times S=K\times J^{1/2}\times R_h^{2/3}\times S$$

Donde:
Q= caudal desaguado
v= velocidad de la corriente
A= área de la sección

R_h= radio hidráulico

P= perímetro mojado

J= pendiente de la cuneta

K: Coeficiente de rugosidad, dado por la tabla 4.1. Instrucción 5.2-IC “Drenaje superficial”. Para una bajante recubierta de gravas K= 35

Se han dispuesto bajantes con sección triangular con unos taludes inclinados con pendiente 5H/1V. La bajante estará recubierta de grava, que provocará un amortiguamiento de la velocidad de bajada de las escorrentías.

Seguidamente se expone un cuadro resumen donde aparecen los caudales correspondientes a las escorrentías que deberá desaguar cada bajante, las características de la bajante proyectada y la capacidad hidráulica de la misma:

Tramo de cuneta	Superficie de escorrentias (Ha)	Sección tipo de cuneta	Pendiente (%)	Caudal de diseño (m^3/s)	Calado (cm)	Velocidad (m/s)
BJ1	0,5220	Triangular. Gravas Taludes 5H/1V.	40,00	0,070	8	2,37
BJ2	2,2840	Triangular. Gravas Taludes 5H/1V.	40,00	0,229	12	3,19
BJ3	2,6970	Triangular. Gravas Taludes 5H/1V.	40,00	0,242	12	3,23
BJ4	2,6970	Triangular. Gravas Taludes 5H/1V.	40,00	0,242	12	3,23
BJ5	2,7645	Triangular. Gravas Taludes 5H/1V.	40,00	0,242	12	3,23
BJ6	1,6810	Triangular. Gravas Taludes 5H/1V.	40,00	0,204	11	3,10
BJ7	1,6810	Triangular. Gravas Taludes 5H/1V.	40,00	0,204	11	3,10
BJ8	2,5815	Triangular. Gravas Taludes 5H/1V.	40,00	0,235	12	3,21
BJ9	2,5815	Triangular. Gravas Taludes 5H/1V.	40,00	0,235	12	3,21
BJ10	3,5005	Triangular. Gravas Taludes 5H/1V.	40,00	0,339	14	3,52
BJ11	5,9710	Triangular. Gravas Taludes 5H/1V.	40,00	0,454	15	3,78

Tramo de cuneta	Superficie de escorrentias (Ha)	Sección tipo de cuneta	Pendiente (%)	Caudal de diseño (m³/s)	Calado (cm)	Velocidad (m/s)
BJ12	11,5010	Triangular. Gravas Taludes 5H/1V.	40,00	0,870	20	4,45
BJ13	13,5885	Triangular. Gravas Taludes 5H/1V.	40,00	0,932	20	4,53
BJ14	15,6240	Triangular. Gravas Taludes 5H/1V.	40,00	1,073	21	4,69
BJ15	18,2470	Triangular. Gravas Taludes 5H/1V.	40,00	1,259	23	4,88
BJ16	20,8490	Triangular. Gravas Taludes 5H/1V.	40,00	1,436	24	5,04

En vista a la tabla anterior, se aprecia que la capacidad hidráulica de las bajantes, con una altura de taludes de 30 cm es suficiente para evacuar el caudal de escorrentías generadas en el vertedero, puesto que el mayor calado producido se registra en la Bajante 16 con un valor de 24 cm.

Se proyectan por tanto unas bajantes con sección triangular y recubierta de gravas con taludes 5H/1V y una profundidad libre sobre la capa de gravas de 30 cm, por lo que la anchura libre en la parte superior de las bajantes es de 3,00 m

6. DIMENSIONAMIENTO DE LOS COLECTORES PARA EL CRUCE BAJO VIARIO

Se han proyectado dos cruces bajo el viario perimetral mediante tubos de PVC.

El dimensionamiento de los colectores se realizará al igual que para las cunetas mediante la fórmula de Manning-Strickler

$$Q=v\times S=\frac{1}{n}\times J^{1/2}\times R_h^{2/3}\times S$$

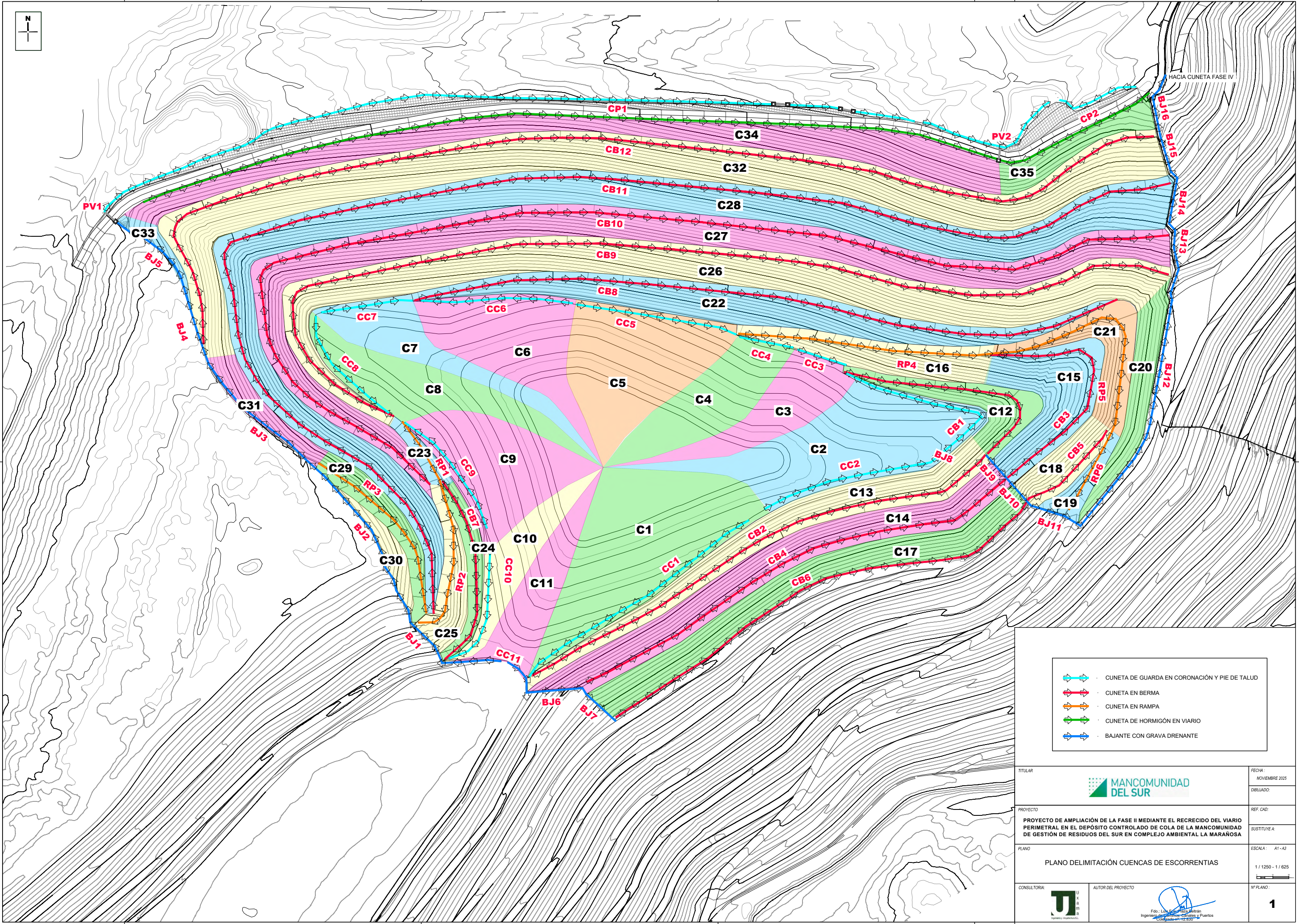
Donde:
Q= caudal desaguado
S= velocidad de la corriente
A= área de la sección
R_h= radio hidráulico
P= perímetro mojado
J= pendiente del colector
n= número de Manning, que para el caso de tuberías de PVC se adopta un valor de n= 0,010

Comprobando la capacidad hidráulica del colector proyectado para la pendiente de los colectores se obtienen los datos que detallan en la tabla siguiente.

Salvacunetas	**Superficie de escorrentias (Ha)**	**Sección**	**Pendiente (%)**	**Caudal de diseño (m³/s)**	**Diámetro interior (mm)**	**Caudal máximo admisible (m³/s)**
PV 1	2,7645	Tubería de PVC Ø800mm	2,00	0,169	775	2,234
PV 2	22,2380	Tubería de PVC Ø800mm	2,00	1,448	775	2,234

En vista a la tabla anterior, queda validado por tanto el dimensionamiento de un diámetro nominal de 800 mm para los cruces bajo el viario puesto que en todos los casos las conducciones proyectadas son capaces de evacuar un caudal de superior al caudal más desfavorable de diseño.

APÉNDICE Nº 1: PLANO DE DELIMITACIÓN DE CUENCAS DE ESCORRENTÍAS


N
HACIA CUNETA FASE IV
CP1
CP2
PV1
PV2
C34
C35
CB12
C32
CB11
C28
CB10
C27
CB9
C26
CB8
C22
C33
BJ5
BJ4
BJ16
BJ15
BJ14
BJ13
BJ12
CC6
CC7
CC5
CC4
CC3
C7
C6
C5
C21
RP4
C16
C20
C15
RP5
C8
CC8
C31
C4
C3
C12
CB1
CB3
C23
RP1
CC9
C9
BJ3
C2
BJ8
CB5
C29
RP3
CC2
BJ9
C18
RP6
BJ10
C13
C19
BJ11
CB7
C14
CB2
BJ2
C24
C10
C1
C17
C30
CC10
CB4
CC1
C11
RP2
CB6
BJ1
C25
CC11
BJ6
BJ7

- 🟦 · CUNETA DE GUARDA EN CORONACIÓN Y PIE DE TALUD
- 🟥 · CUNETA EN BERMA
- 🟧 · CUNETA EN RAMPA
- 🟩 · CUNETA DE HORMIGÓN EN VIARIO
- 🟦 · BAJANTE CON GRAVA DRENANTE

TITULAR

MANCOMUNIDAD DEL SUR

FECHA :
NOVIEMBRE 2025

DIBUJADO:

PROYECTO

PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA FASE II MEDIANTE EL RECRECIDO DEL VIARIO PERIMETRAL EN EL DEPÓSITO CONTROLADO DE COLA DE LA MANCOMUNIDAD DE GESTIÓN DE RESIDUOS DEL SUR EN COMPLEJO AMBIENTAL LA MARAÑOSA

REF. CAD:

SUSTITUYE A:

PLANO

PLANO DELIMITACIÓN CUENCAS DE ESCORRENTIAS

ESCALA : A1 - A3

1 / 1250 - 1 / 625

0 10 20 Metros

CONSULTORIA:

Uxama
Ingeniería y Arquitectura S.L.

AUTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Luis Fco. Plaza Beltrán
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado nº. 12.830

Nº PLANO :

1

FICHERO: 07UX0825 _APENDICE Nº1_DELIMITACIÓN DE SUPERFICIES DE ESSCORRENTÍA_V01.DWG

ANEJO Nº 8: CALCULOS ELÉCTRICOS DE ALUMBRADO

ANEJO Nº8: CÁLCULOS ELÉCTRICOS LÍNEA DE ALUMBRADO EXTERIOR

1. FÓRMULAS 2
  1.1. FÓRMULA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA 2
  1.2. FÓRMULAS SOBRECARGAS 3
  1.3. FÓRMULAS COMPENSACIÓN ENERGÍA REACTIVA 3
  1.4. FÓRMULAS RESISTENCIA TIERRA 3
2. DEMANDA DE POTENCIAS 4
  2.1. CÁLCULO DE LA ACOMETIDA 4
  2.2. CÁLCULO DE LA LINEA GENERAL DE ALIMENTACION 4
  2.3. CÁLCULO DE LA DERIVACION INDIVIDUAL 5
  2.4. CÁLCULO DE LA LÍNEA: AL 5
  2.5. CALCULO DE LA PUESTA A TIERRA 6

APÉNDICE Nº1: CÁLCULOS DE ALUMBRADO

ANEJO Nº8: CÁLCULOS ELÉCTRICOS LÍNEA DE ALUMBRADO EXTERIOR

1. FÓRMULAS

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$I = Pc / 1{,}732 \times U \times \cos\varphi \times R$ = amp (A)

$e = (L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (L \times Pc \times Xu \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times U \times n \times R \times \cos\varphi)$ = voltios (V)

Sistema Monofásico:

$I = Pc / U \times \cos\varphi \times R$ = amp (A)

$e = (2 \times L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (2 \times L \times Pc \times Xu \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times U \times n \times R \times \cos\varphi)$ = voltios (V)

En donde:

Pc = Potencia de Cálculo en Watios.
L = Longitud de Cálculo en metros.
e = Caída de tensión en Voltios.
K = Conductividad.
I = Intensidad en Amperios.
U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).
S = Sección del conductor en mm².
Cos φ = Coseno de fi. Factor de potencia.
R = Rendimiento. (Para líneas motor).
n = Nº de conductores por fase.
Xu = Reactancia por unidad de longitud en mΩ/m.

1.1. FÓRMULA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

$K = 1/\rho$

$\rho = \rho_{20}[1+\alpha\,(T-20)]$

$T = T_0 + [(T_{max}-T_0)\,(I/I_{max})^2]$

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T.
ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T.
ρ_{20} = Resistividad del conductor a 20ºC.
Cu = 0.017241 ohmiosxmm²/m
Al = 0.028264 ohmiosxmm²/m
α = Coeficiente de temperatura:
Cu = 0.003929
Al = 0.004032
T = Temperatura del conductor (ºC).
T_0 = Temperatura ambiente (ºC):
Cables enterrados = 25ºC
Cables al aire = 40ºC
T_{max} = Temperatura máxima admisible del conductor (ºC):
XLPE, EPR = 90ºC
PVC = 70ºC
Barras Blindadas = 85ºC
I = Intensidad prevista por el conductor (A).
I_{max} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

1.2. FÓRMULAS SOBRECARGAS

$Ib \leq In \leq Iz$
$I2 \leq 1,45\ Iz$

Donde:
Ib: intensidad utilizada en el circuito.
Iz: intensidad admisible de la canalización según la norma UNE-HD 60364-5-52.

In: intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, In es la intensidad de regulación escogida.

I2: intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I2 se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos (1,45 In como máximo).
- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles (1,6 In).

1.3. FÓRMULAS COMPENSACIÓN ENERGÍA REACTIVA

$\cos\varnothing = P/\sqrt{(P^2+ Q^2)}$.
$tg\varnothing = Q/P$.
$Qc = Px(tg\varnothing 1-tg\varnothing 2)$.
$C = Qcx1000/U^2x\omega$; (Monofásico - Trifásico conexión estrella).
$C = Qcx1000/3xU^2x\omega$; (Trifásico conexión triángulo).
Siendo:
P = Potencia activa instalación (kW).
Q = Potencia reactiva instalación (kVAr).
Qc = Potencia reactiva a compensar (kVAr).
Ø1 = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.
Ø2 = Angulo de desfase que se quiere conseguir.
U = Tensión compuesta (V).
ω = 2xPixf ; f = 50 Hz.
C = Capacidad condensadores (F); cx1000000(µF).

1.4. FÓRMULAS RESISTENCIA TIERRA

Placa enterrada

$$Rt = 0,8 \cdot \rho / P$$

Siendo,
Rt: Resistencia de tierra (Ohm)
ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)
P: Perímetro de la placa (m)

Pica vertical

$$Rt = \rho / L$$

Siendo,
Rt: Resistencia de tierra (Ohm)
ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)
L: Longitud de la pica (m)

Conductor enterrado horizontalmente

$$Rt = 2\cdot \rho / L$$

Siendo,
Rt: Resistencia de tierra (Ohm)
ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)
L: Longitud del conductor (m)

Asociación en paralelo de varios electrodos

$$Rt = 1 / (Lc/2\rho + Lp/\rho + P/0,8\rho)$$

Siendo,
Rt: Resistencia de tierra (Ohm)
ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)
Lc: Longitud total del conductor (m)
Lp: Longitud total de las picas (m)
P: Perímetro de las placas (m)

2. DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

AL	1254 W
TOTAL....	1254 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 1254
- Potencia Máxima Admisible (W)_Cosfi 0.8: 13856
- Potencia Máxima Admisible (W)_Cosfi 1: 17320

2.1. CÁLCULO DE LA ACOMETIDA

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 5 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 1254 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
  2257.2 W.(Coef. de Simult.: 1)

I=2257.2/1,732x400x0.8=4.07 A.
Se eligen conductores Unipolares 4x16mm^{2}Al
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-Al Eca
I.ad. a 25°C (Fc=1) 62 A. según ITC-BT-07
Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): 25.28
e(parcial)=5x2257.2/34.64x400x16=0.05 V.=0.01 %
e(total)=0.01% ADMIS (2% MAX.)

2.2. CÁLCULO DE LA LINEA GENERAL DE ALIMENTACION

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 5 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 1254 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
  2257.2 W.(Coef. de Simult.: 1)

I=2257.2/1,732x400x0.8=4.07 A.
Se eligen conductores Unipolares 4x10+TTx10mm^{2}Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1
I.ad. a 40°C (Fc=1) 57 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 75 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (ºC): 40.26
e(parcial)=5x2257.2/53.73x400x10=0.05 V.=0.01 %
e(total)=0.01% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:
Fusibles Int. 25 A.

2.3. CÁLCULO DE LA DERIVACION INDIVIDUAL

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 5 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 1254 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
  2257.2 W.(Coef. de Simult.: 1)

I=2257.2/1,732x400x0.8=4.07 A.
Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1
I.ad. a 40°C (Fc=1) 41 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): 40.49
e(parcial)=5x2257.2/53.68x400x6=0.09 V.=0.02 %
e(total)=0.04% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

2.4. CÁLCULO DE LA LÍNEA: AL

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 768 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 1254 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
  1254x1.8=2257.2 W.

I=2257.2/1,732x400x1=3.26 A.
Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K Eca
I.ad. a 40°C (Fc=1) 31 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): 40.33
e(parcial)=768x2257.2/53.71x400x6=13.45 V.=3.36 %
e(total)=3.4% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:

Cuadro General de Mando y Protección

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist. Cálc (m)	Sección (mm^2)	I.Cálculo (A)	I.Adm (A)	C.T.Parc (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo.Canal.Banda
ACOMETIDA	2257.2	5	4X16Al	4.07	62	0.01	0.01	63
LÍNEA GENERAL ALIMENTACIÓN	2257.2	5	4x10+ TTx10Cu	4.07	57	0.01	0.01	75
DERIVACIÓN. IND	2257.2	5	4x6+ TTx6Cu	4.07	41	0.02	0.04	50
AL	2257.2	768	4x6+ TTx6Cu	3.26	31	3.36	3.5	25

2.5. CALCULO DE LA PUESTA A TIERRA

- La resistividad del terreno es 300 ohmiosxm.
- El electrodo en la puesta a tierra del edificio, se constituye con los siguientes elementos:

M. conductor de Cu desnudo	35 mm²	30 m.
M. conductor de Acero galvanizado	95 mm²	
Picas verticales de Cobre	14 mm	
de Acero recubierto Cu	14 mm	1 picas de 2m.
de Acero galvanizado	25 mm	

Con lo que se obtendrá una Resistencia de tierra de 17.65 ohmios.

Los conductores de protección, se calcularon adecuadamente y según la ITC-BT-18, en el apartado del cálculo de circuitos.

Así mismo cabe señalar que la linea principal de tierra no será inferior a 16 mm² en Cu, y la línea de enlace con tierra, no será inferior a 25 mm² en Cu.

APÉNDICE Nº1: CÁLCULOS DE ALUMBRADO

Fecha 09/09/2025

Alumbrado Vertedero fase 2

Created with DIALux

Observaciones preliminares

Contenido

Portada 1
Observaciones preliminares 2
Contenido 3
Descripción 4
Imágenes 5
Lista de luminarias 6

Fichas de producto

LEIPZIGER LEUCHTEN GMBH - ALFONS II DA LED (Optik 268) (1x DA+ LED 52W/9.000lm/4.000K) 7

Calle 1 · Alternativa 1

Descripción 9
Imágenes 10
Resumen (hacia EN 13201:2015) 11
Calzada 1 (M4) 14

Glosario 27

Descripción

Imágenes

Lista de luminarias

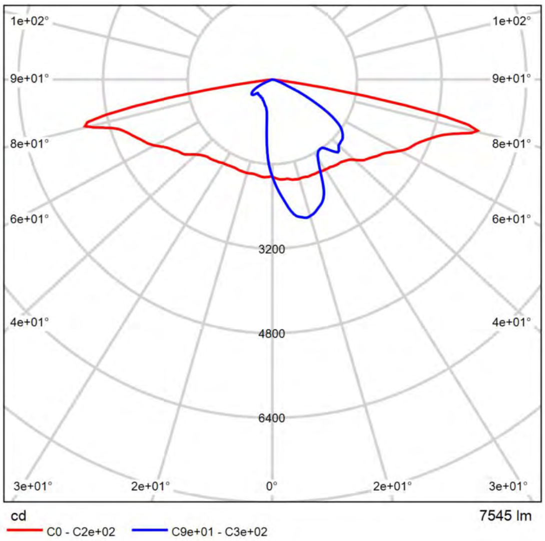
Φ_{total}	P_{total}	Rendimiento lumínico
30180 lm	228.0 W	132.4 lm/W

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
4	LEIPZIGER LEUCHTEN	9.140.9230.268	ALFONS II DA LED (Optik 268)	57.0 W	7545 lm	132.4 lm/W

Ficha de producto

LEIPZIGERLEUCHTEN ALFONS II DA LED (Optik 268)

N° de artículo	9.140.9230.268
P	57.0 W
$\Phi_{Luminaria}$	7545 lm
Rendimiento lumínico	132.4 lm/W
CCT	4000 K
CRI	70



CDL polar

empf. Masthöhe: 6,00m – 12,00m
Beleuchtungsaufgabe: niedriger, mittlerer und hoher Lichtbedarf
Leuchtmittel: inkl. 2 bis 5 leicht auswechselbare DA+ (2x8) LED Module
Farbtemperatur: 4.000K neutralweiß oder 3.000K warmweiß
Überspannungsschutz: 10kV
LED Betriebsgerät: inkl. Treiber bis 100.000 Stunden; mit Konstantlichtstromfunktion (CLO) über die gesamte Nutzlebensdauer; AC/DC-fähig für den Notbetrieb
Lebensdauer der LED: 65.000 Stunden/ L100/ B10; 100.000 Stunden/ L90/B10 für minimale Wartungskosten aufgrund exzellentem Wärmemanagements
Lichtsteuerung: gegen Mehrpreis: Leistungsreduzierung, Dimmung, DALI bzw. CLEVER LIGHT
optisches System: gerichtetes Licht (multi layer) durch auswechselbare, alterungsbeständige Linsenoptik
Lichtverteilung: Straßenoptik, Platzoptik, Flächenoptik, Fußgängerüberwegsoptik
Leuchtenkopf: Aluminiumdruckguss, pulverbeschichtet
Farbe: DB 703; andere Farben auf Anfrage
Abdeckung: flaches, klares Einscheiben-Sicherheitsglas
Anschluss: komplett verdrahtet; mit Hilfe einer Steckkupplung im Inneren des Leuchtenkopfes; Leuchtenkopf zum Aufklappen
Montage: Auf- bzw. Ansatzmontage; ASA 60 oder ASA 76 separat zu bestellen:

Ficha de producto

LEIPZIGERLEUCHTEN ALFONS II DA LED (Optik 268)

• ASA 60 für Ansatz ø 48mm bis 60mm (0°, -5°, -10°,
-15°) bzw. für Aufsatz ø 60mm (0°, 5°, 10°, 15°)
• ASA 76 für Aufsatz ø 76mm (0°, 5°, 10°)
Zubehör: Auf- bzw. Ansatzstück ASA, Mast, Mastzubehör,
Wandausleger, Kabel – separat zu bestellen
Anwendungsbereiche: Parkanlagen, Boulevards, Schulen,
Altenheime, Hotels, Firmengelände, Anlieger- und Sammelstraßen,
Hauptstraßen, Plätze, Parkplätze, Ferienparks

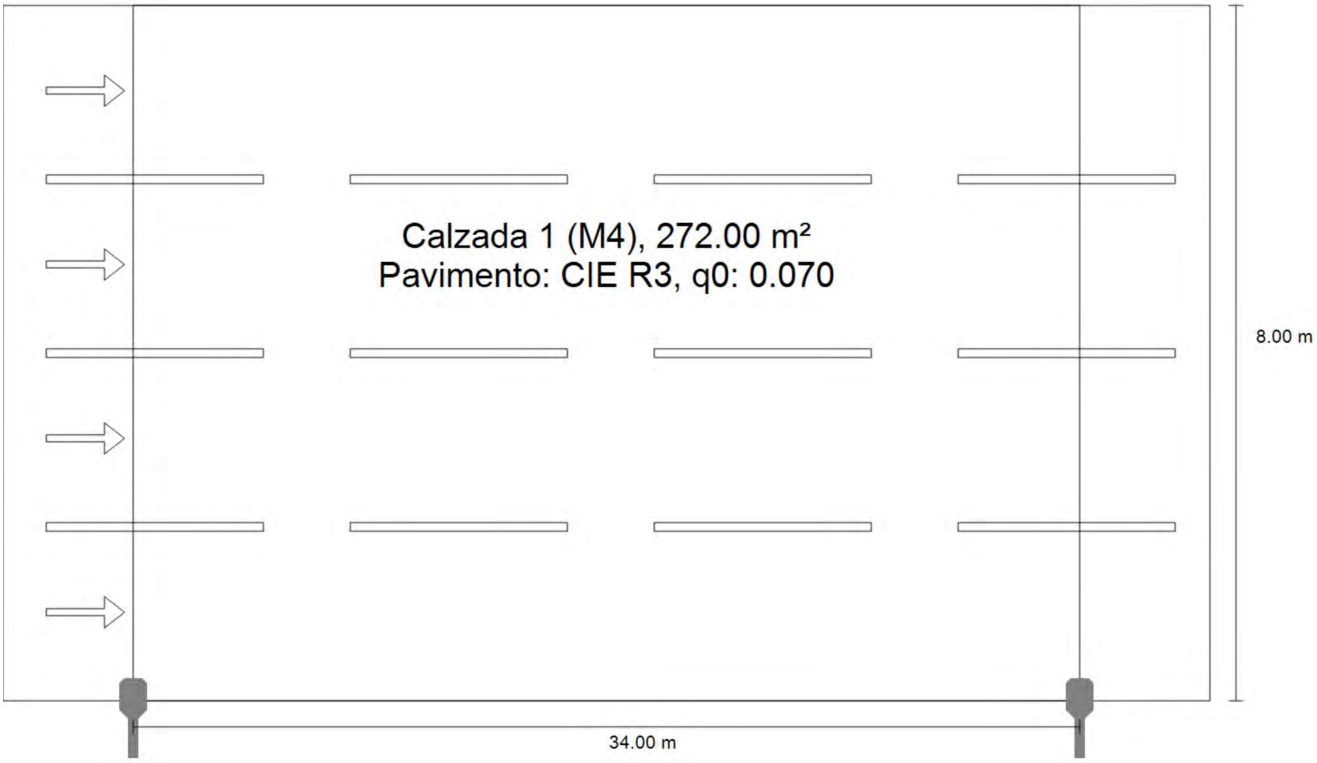
Calle 1 · Alternativa 1

Descripción

Imágenes

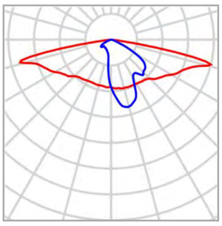
Calle 1 · Alternativa 1

Resumen (hacia EN 13201:2015)


Calzada 1 (M4), 272.00 m²
Pavimento: CIE R3, q0: 0.070
8.00 m
34.00 m

Calle 1 · Alternativa 1

Resumen (hacia EN 13201:2015)

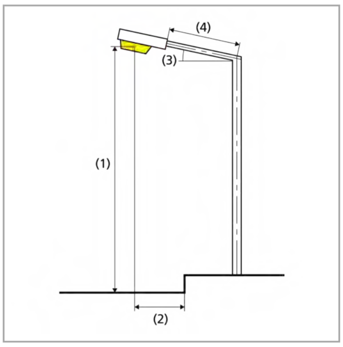


Fabricante	LEIPZIGERLEUCHTEN
N° de artículo	9.140.9230.268
Nombre del artículo	ALFONS II DA LED (Optik 268)
Lámpara	1x DA+ LED 52W/9.000lm/4.000K

P	57.0 W
$\Phi_{Lámpara}$	
$\Phi_{Luminaria}$	7545 lm
η	

ALFONS II DA LED (Optik 268) (unilateral abajo)

Distancia entre mástiles	34.000 m
(1) Altura de punto de luz	8.000 m
(2) Saliente del punto de luz	0.000 m
(3) Inclinación del brazo	0.0°
(4) Longitud del brazo	0.280 m
Horas de trabajo anuales	4000 h: 100.0 %, 57.0 W
Consumo	1653.0 W/km
ULR / ULOR	0.00 / 0.00
Intensidad lumínica máx Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).	≥ 70°: 835 cd/klm ≥ 80°: 438 cd/klm ≥ 90°: 0.00 cd/klm
Clase de potencia lumínica Los valores de intensidad lumínica en [cd/klm] para el cálculo de la clase de potencia lumínica se refieren al flujo luminoso de luminaria conforme a EN 13201:2015.	-
Clase de índice de deslumbramiento	D.4



Calle 1 · Alternativa 1

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Calzada 1 (M4)	L_m	0.75 cd/m²	≥ 0.75 cd/m²	✓
	U_o	0.42	≥ 0.40	✓
	U_l	0.71	≥ 0.60	✓
	TI	15 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}	0.57	≥ 0.30	✓

Para la instalación se ha calculado con un factor de mantenimiento de 0.67.

Resultados para indicadores de eficiencia energética

	Tamaño	Calculado	Consumo
Calle 1	D_p	0.020 W/lx*m²	-
ALFONS II DA LED (Optik 268) (unilateral abajo)	D_e	0.8 kWh/m² año	228.0 kWh/año

Calle 1 · Alternativa 1

Calzada 1 (M4)

Resultados para campo de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Calzada 1 (M4)	L_m	0.75 cd/m²	≥ 0.75 cd/m²	✓
	U_o	0.42	≥ 0.40	✓
	U_l	0.71	≥ 0.60	✓
	TI	15 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}	0.57	≥ 0.30	✓

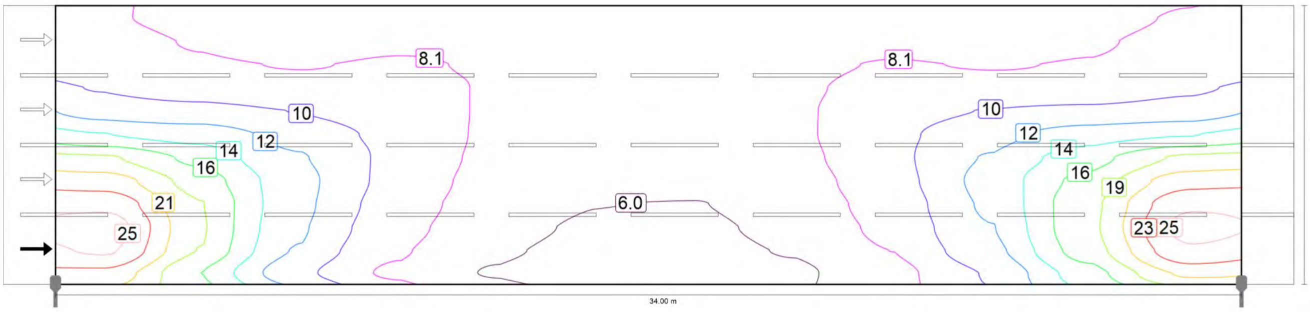
Resultados para observador

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Observador 1 Posición: -60.000 m, 1.000 m, 1.500 m	L_m	0.75 cd/m²	≥ 0.75 cd/m²	✓
	U_o	0.44	≥ 0.40	✓
	U_l	0.76	≥ 0.60	✓
	TI	15 %	≤ 15 %	✓
Observador 2 Posición: -60.000 m, 3.000 m, 1.500 m	L_m	0.80 cd/m²	≥ 0.75 cd/m²	✓
	U_o	0.42	≥ 0.40	✓
	U_l	0.79	≥ 0.60	✓
	TI	14 %	≤ 15 %	✓
Observador 3 Posición: -60.000 m, 5.000 m, 1.500 m	L_m	0.85 cd/m²	≥ 0.75 cd/m²	✓
	U_o	0.42	≥ 0.40	✓
	U_l	0.79	≥ 0.60	✓
	TI	11 %	≤ 15 %	✓

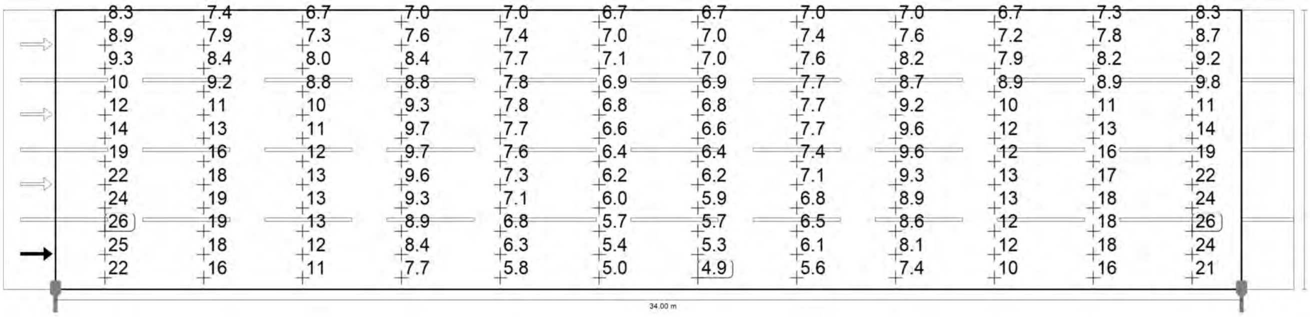
Calle 1 · Alternativa 1

Calzada 1 (M4)

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Observador 4 Posición: -60.000 m, 7.000 m, 1.500 m	L_m	0.89 cd/m²	≥ 0.75 cd/m²	✓
	U_o	0.42	≥ 0.40	✓
	U_l	0.71	≥ 0.60	✓
	TI	9 %	≤ 15 %	✓



Valor de mantenimiento iluminancia horizontal [lx] (Líneas Isolux)



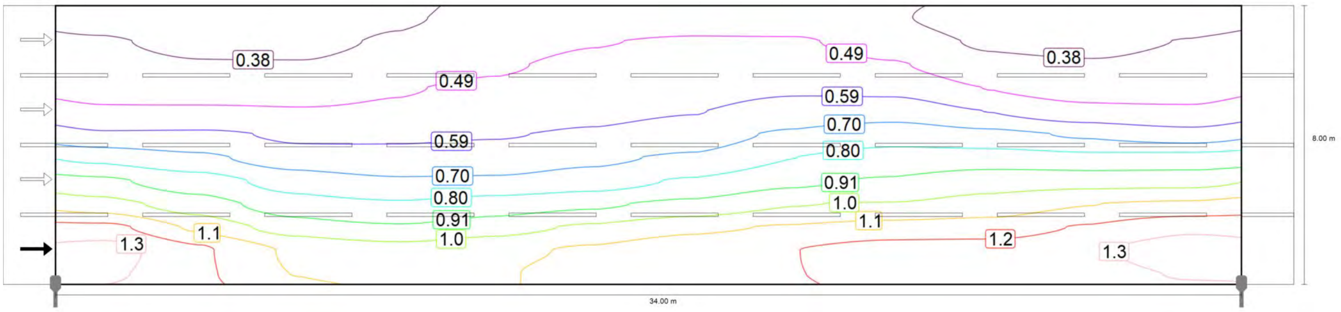
8.3	7.4	6.7	7.0	7.0	6.7	6.7	7.0	7.0	6.7	7.3	8.3
8.9	7.9	7.3	7.6	7.4	7.0	7.0	7.4	7.6	7.2	7.8	8.7
9.3	8.4	8.0	8.4	7.7	7.1	7.0	7.6	8.2	7.9	8.2	9.2
10	9.2	8.8	8.8	7.8	6.9	6.9	7.7	8.7	8.9	8.9	9.8
12	11	10	9.3	7.8	6.8	6.8	7.7	9.2	10	11	11
14	13	11	9.7	7.7	6.6	6.6	7.7	9.6	12	13	14
19	16	12	9.7	7.6	6.4	6.4	7.4	9.6	12	16	19
22	18	13	9.6	7.3	6.2	6.2	7.1	9.3	13	17	22
24	19	13	9.3	7.1	6.0	5.9	6.8	8.9	13	18	24
26	19	13	8.9	6.8	5.7	5.7	6.5	8.6	12	18	26
25	18	12	8.4	6.3	5.4	5.3	6.1	8.1	12	18	24
22	16	11	7.7	5.8	5.0	4.9	5.6	7.4	10	16	21

Valor de mantenimiento iluminancia horizontal [lx] (Sistema de valores)

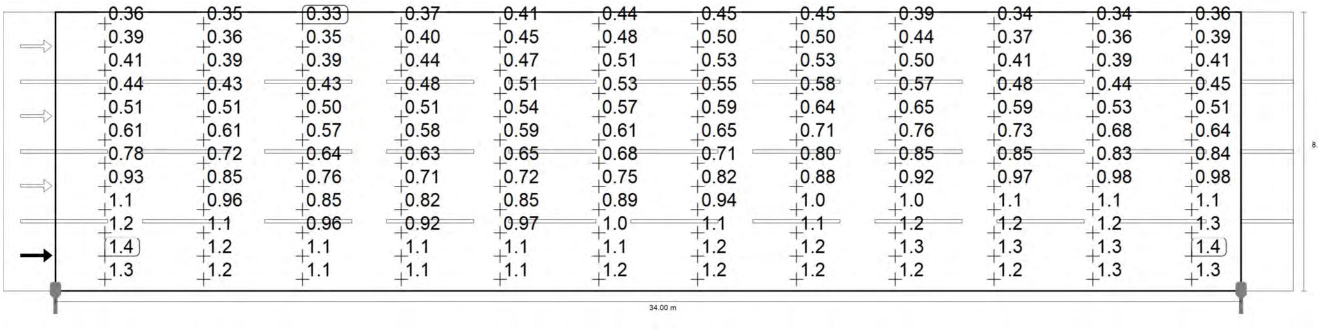
m	1.417	4.250	7.083	9.917	12.750	15.583	18.417	21.250	24.083	26.917	29.750	32.583
7.667	8.33	7.42	6.69	7.03	6.97	6.68	6.69	6.99	7.01	6.65	7.33	8.27
7.000	8.87	7.89	7.27	7.61	7.42	6.97	6.95	7.37	7.65	7.21	7.80	8.73
6.333	9.33	8.39	7.97	8.35	7.73	7.07	7.02	7.60	8.19	7.94	8.22	9.18
5.667	10.04	9.22	8.84	8.82	7.85	6.94	6.92	7.70	8.71	8.94	8.91	9.85
5.000	11.52	10.97	10.11	9.28	7.80	6.75	6.76	7.73	9.20	10.23	10.73	11.32
4.333	14.41	13.50	11.42	9.67	7.71	6.60	6.59	7.66	9.57	11.51	13.39	14.21
3.667	18.81	15.87	12.46	9.73	7.57	6.43	6.39	7.44	9.58	12.41	15.60	18.95
3.000	21.78	17.61	12.99	9.60	7.33	6.24	6.19	7.11	9.27	12.89	17.14	21.97
2.333	24.27	18.58	12.88	9.26	7.09	6.00	5.94	6.84	8.86	12.59	17.95	24.50
1.667	25.88	18.75	12.56	8.90	6.75	5.71	5.65	6.52	8.55	12.20	18.06	25.59
1.000	25.14	18.42	12.04	8.37	6.33	5.37	5.32	6.13	8.09	11.61	17.53	24.42
0.333	22.09	16.42	10.79	7.68	5.81	4.99	4.92	5.61	7.35	10.32	15.52	21.09

Valor de mantenimiento iluminancia horizontal [lx] (Tabla de valores)

	E_m	E_{min}	E_{max}	g_1	g_2
Valor de mantenimiento iluminancia horizontal	10.4 lx	4.92 lx	25.9 lx	0.473	0.190



Observador 1: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Líneas Isolux)



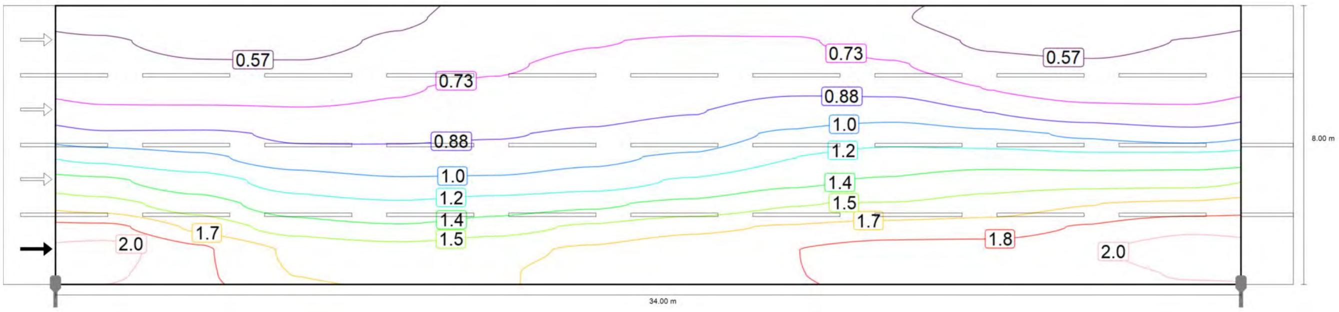
0.36	0.35	0.33	0.37	0.41	0.44	0.45	0.45	0.39	0.34	0.34	0.36
0.39	0.36	0.35	0.40	0.45	0.48	0.50	0.50	0.44	0.37	0.36	0.39
0.41	0.39	0.39	0.44	0.47	0.51	0.53	0.53	0.50	0.41	0.39	0.41
0.44	0.43	0.43	0.48	0.51	0.53	0.55	0.58	0.57	0.48	0.44	0.45
0.51	0.51	0.50	0.51	0.54	0.57	0.59	0.64	0.65	0.59	0.53	0.51
0.61	0.61	0.57	0.58	0.59	0.61	0.65	0.71	0.76	0.73	0.68	0.64
0.78	0.72	0.64	0.63	0.65	0.68	0.71	0.80	0.85	0.85	0.83	0.84
0.93	0.85	0.76	0.71	0.72	0.75	0.82	0.88	0.92	0.97	0.98	0.98
1.1	0.96	0.85	0.82	0.85	0.89	0.94	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1
1.2	1.1	0.96	0.92	0.97	1.0	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.3
1.4	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.4
1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3

Observador 1: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Sistema de valores)

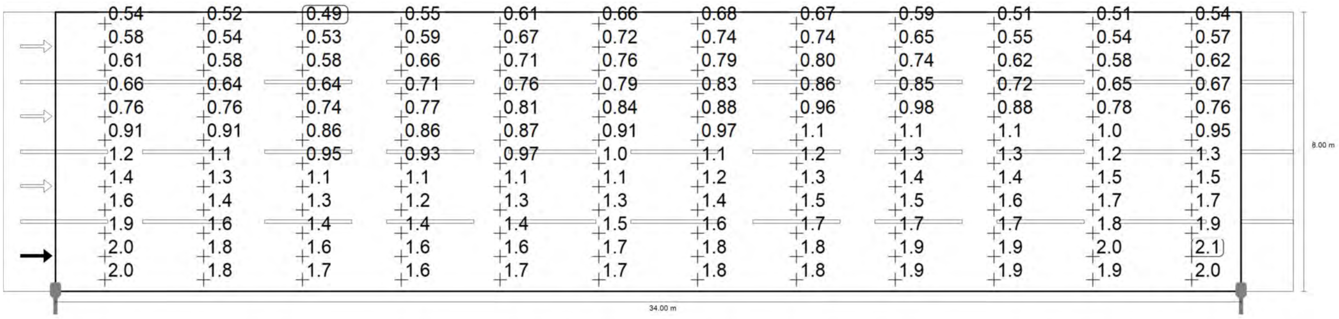
m	1.417	4.250	7.083	9.917	12.750	15.583	18.417	21.250	24.083	26.917	29.750	32.583
7.667	0.36	0.35	0.33	0.37	0.41	0.44	0.45	0.45	0.39	0.34	0.34	0.36
7.000	0.39	0.36	0.35	0.40	0.45	0.48	0.50	0.50	0.44	0.37	0.36	0.39
6.333	0.41	0.39	0.39	0.44	0.47	0.51	0.53	0.53	0.50	0.41	0.39	0.41
5.667	0.44	0.43	0.43	0.48	0.51	0.53	0.55	0.58	0.57	0.48	0.44	0.45
5.000	0.51	0.51	0.50	0.51	0.54	0.57	0.59	0.64	0.65	0.59	0.53	0.51
4.333	0.61	0.61	0.57	0.58	0.59	0.61	0.65	0.71	0.76	0.73	0.68	0.64
3.667	0.78	0.72	0.64	0.63	0.65	0.68	0.71	0.80	0.85	0.85	0.83	0.84
3.000	0.93	0.85	0.76	0.71	0.72	0.75	0.82	0.88	0.92	0.97	0.98	0.98
2.333	1.06	0.96	0.85	0.82	0.85	0.89	0.94	1.01	1.02	1.06	1.11	1.13
1.667	1.25	1.09	0.96	0.92	0.97	1.03	1.09	1.13	1.16	1.17	1.23	1.30
1.000	1.37	1.24	1.10	1.05	1.09	1.13	1.19	1.22	1.26	1.26	1.31	1.38
0.333	1.34	1.24	1.11	1.08	1.11	1.15	1.21	1.22	1.24	1.25	1.29	1.33

Observador 1: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Tabla de valores)

	L_m	L_{min}	L_{max}	g_1	g_2
Observador 1: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca	0.75 cd/m²	0.33 cd/m²	1.38 cd/m²	0.438	0.240



Observador 1: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Líneas Isolux)

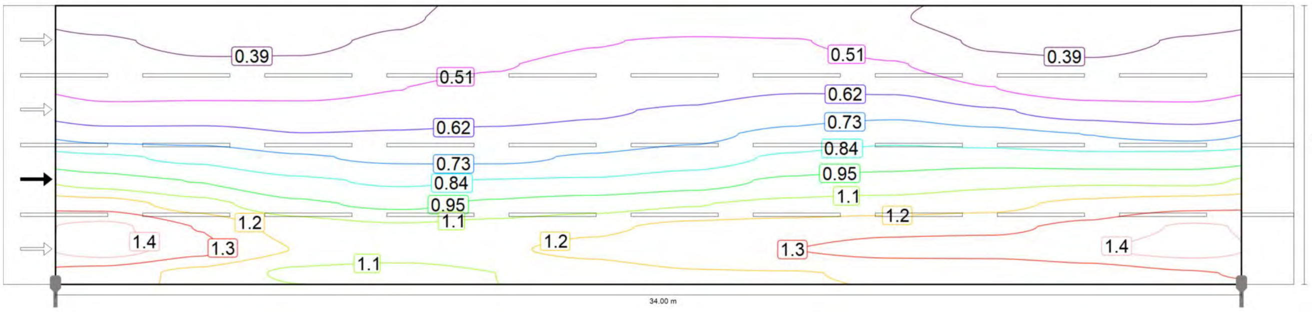


Observador 1: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Sistema de valores)

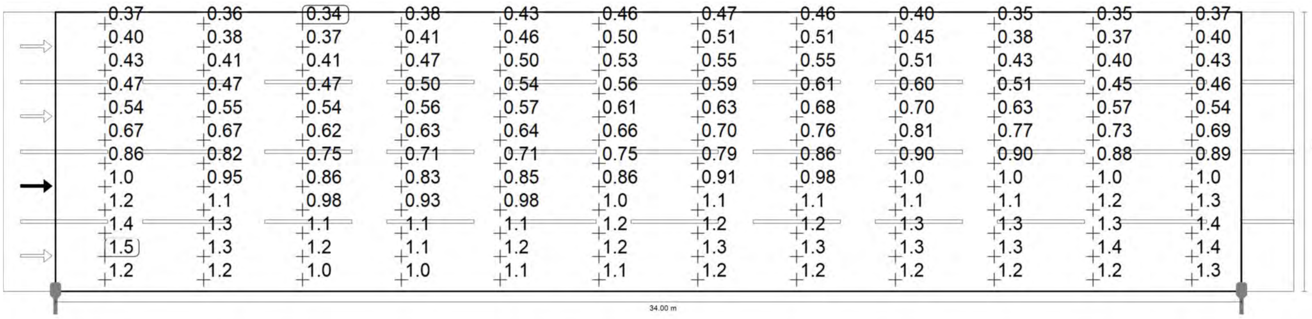
m	1.417	4.250	7.083	9.917	12.750	15.583	18.417	21.250	24.083	26.917	29.750	32.583
7.667	0.54	0.52	0.49	0.55	0.61	0.66	0.68	0.67	0.59	0.51	0.51	0.54
7.000	0.58	0.54	0.53	0.59	0.67	0.72	0.74	0.74	0.65	0.55	0.54	0.57
6.333	0.61	0.58	0.58	0.66	0.71	0.76	0.79	0.80	0.74	0.62	0.58	0.62
5.667	0.66	0.64	0.64	0.71	0.76	0.79	0.83	0.86	0.85	0.72	0.65	0.67
5.000	0.76	0.76	0.74	0.77	0.81	0.84	0.88	0.96	0.98	0.88	0.78	0.76
4.333	0.91	0.91	0.86	0.86	0.87	0.91	0.97	1.07	1.13	1.08	1.02	0.95
3.667	1.16	1.07	0.95	0.93	0.97	1.01	1.06	1.20	1.26	1.28	1.24	1.25
3.000	1.38	1.27	1.13	1.06	1.07	1.12	1.22	1.32	1.37	1.45	1.46	1.47
2.333	1.58	1.43	1.27	1.22	1.28	1.33	1.40	1.50	1.52	1.58	1.66	1.69
1.667	1.86	1.63	1.43	1.37	1.45	1.53	1.63	1.68	1.73	1.74	1.84	1.95
1.000	2.04	1.84	1.64	1.57	1.62	1.69	1.78	1.82	1.88	1.88	1.96	2.06
0.333	2.00	1.85	1.66	1.61	1.65	1.72	1.80	1.82	1.85	1.86	1.92	1.99

Observador 1: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Tabla de valores)

	L_m	L_{min}	L_{max}	g_1	g_2
Observador 1: Luminancia para una instalación nueva	1.13 cd/m²	0.49 cd/m²	2.06 cd/m²	0.438	0.240



Observador 2: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Líneas Isolux)

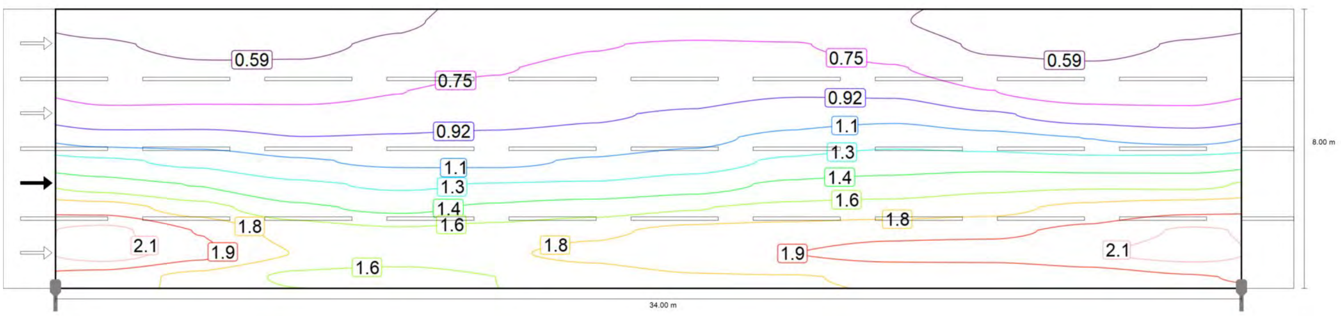


Observador 2: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Sistema de valores)

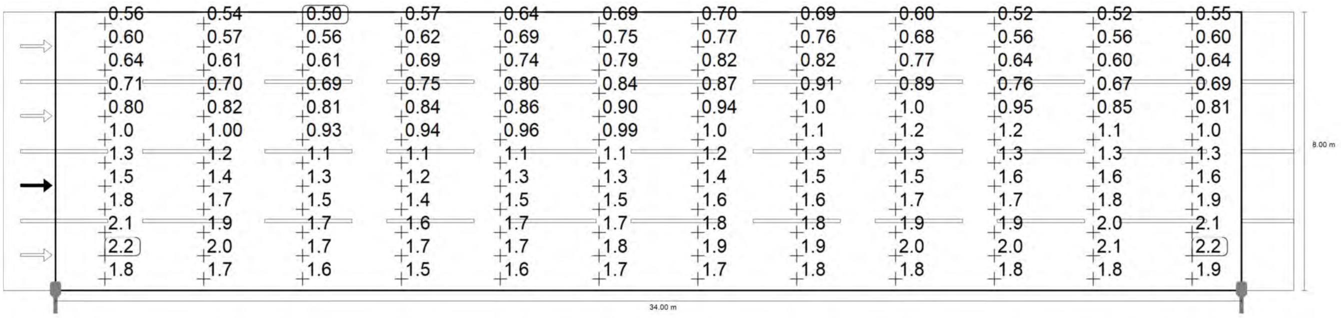
m	1.417	4.250	7.083	9.917	12.750	15.583	18.417	21.250	24.083	26.917	29.750	32.583
7.667	0.37	0.36	0.34	0.38	0.43	0.46	0.47	0.46	0.40	0.35	0.35	0.37
7.000	0.40	0.38	0.37	0.41	0.46	0.50	0.51	0.51	0.45	0.38	0.37	0.40
6.333	0.43	0.41	0.41	0.47	0.50	0.53	0.55	0.55	0.51	0.43	0.40	0.43
5.667	0.47	0.47	0.47	0.50	0.54	0.56	0.59	0.61	0.60	0.51	0.45	0.46
5.000	0.54	0.55	0.54	0.56	0.57	0.61	0.63	0.68	0.70	0.63	0.57	0.54
4.333	0.67	0.67	0.62	0.63	0.64	0.66	0.70	0.76	0.81	0.77	0.73	0.69
3.667	0.86	0.82	0.75	0.71	0.71	0.75	0.79	0.86	0.90	0.90	0.88	0.89
3.000	1.01	0.95	0.86	0.83	0.85	0.86	0.91	0.98	1.00	1.04	1.05	1.04
2.333	1.24	1.11	0.98	0.93	0.98	1.02	1.06	1.10	1.12	1.14	1.21	1.25
1.667	1.43	1.28	1.13	1.08	1.11	1.15	1.21	1.23	1.25	1.26	1.32	1.42
1.000	1.46	1.32	1.17	1.13	1.16	1.21	1.28	1.29	1.33	1.34	1.39	1.45
0.333	1.24	1.15	1.04	1.03	1.07	1.11	1.17	1.17	1.19	1.18	1.23	1.28

Observador 2: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Tabla de valores)

	L_m	L_{min}	L_{max}	g_1	g_2
Observador 2: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca	0.80 cd/m²	0.34 cd/m²	1.46 cd/m²	0.420	0.232



Observador 2: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Líneas Isolux)



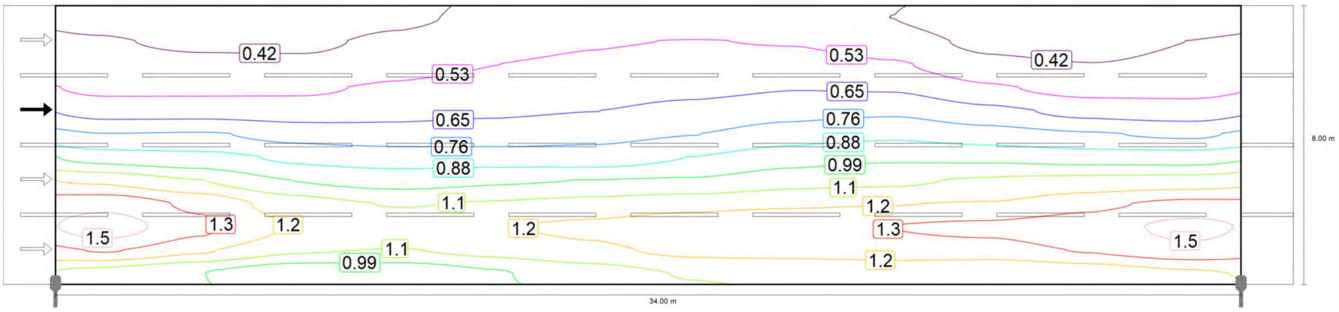
0.56	0.54	0.50	0.57	0.64	0.69	0.70	0.69	0.60	0.52	0.52	0.55
0.60	0.57	0.56	0.62	0.69	0.75	0.77	0.76	0.68	0.56	0.56	0.60
0.64	0.61	0.61	0.69	0.74	0.79	0.82	0.82	0.77	0.64	0.60	0.64
0.71	0.70	0.69	0.75	0.80	0.84	0.87	0.91	0.89	0.76	0.67	0.69
0.80	0.82	0.81	0.84	0.86	0.90	0.94	1.0	1.0	0.95	0.85	0.81
1.0	1.00	0.93	0.94	0.96	0.99	1.0	1.1	1.2	1.2	1.1	1.0
1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
1.5	1.4	1.3	1.2	1.3	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6
1.8	1.7	1.5	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	1.7	1.7	1.8	1.9
2.1	1.9	1.7	1.6	1.7	1.7	1.8	1.8	1.9	1.9	2.0	2.1
2.2	2.0	1.7	1.7	1.7	1.8	1.9	1.9	2.0	2.0	2.1	2.2
1.8	1.7	1.6	1.5	1.6	1.7	1.7	1.8	1.8	1.8	1.8	1.9

Observador 2: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Sistema de valores)

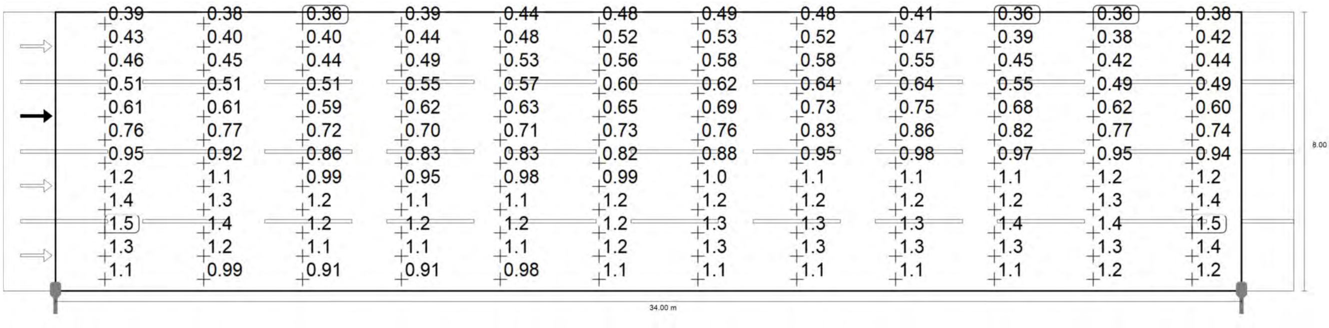
m	1.417	4.250	7.083	9.917	12.750	15.583	18.417	21.250	24.083	26.917	29.750	32.583
7.667	0.56	0.54	0.50	0.57	0.64	0.69	0.70	0.69	0.60	0.52	0.52	0.55
7.000	0.60	0.57	0.56	0.62	0.69	0.75	0.77	0.76	0.68	0.56	0.56	0.60
6.333	0.64	0.61	0.61	0.69	0.74	0.79	0.82	0.82	0.77	0.64	0.60	0.64
5.667	0.71	0.70	0.69	0.75	0.80	0.84	0.87	0.91	0.89	0.76	0.67	0.69
5.000	0.80	0.82	0.81	0.84	0.86	0.90	0.94	1.02	1.05	0.95	0.85	0.81
4.333	1.00	1.00	0.93	0.94	0.96	0.99	1.05	1.14	1.20	1.15	1.09	1.03
3.667	1.29	1.22	1.11	1.06	1.06	1.11	1.17	1.29	1.34	1.35	1.32	1.33
3.000	1.51	1.42	1.29	1.24	1.26	1.28	1.35	1.46	1.49	1.55	1.57	1.55
2.333	1.85	1.66	1.46	1.39	1.46	1.52	1.58	1.64	1.67	1.71	1.81	1.87
1.667	2.14	1.92	1.69	1.62	1.66	1.72	1.81	1.84	1.87	1.89	1.97	2.11
1.000	2.18	1.97	1.75	1.68	1.73	1.81	1.91	1.93	1.99	2.01	2.08	2.16
0.333	1.84	1.72	1.56	1.53	1.59	1.66	1.74	1.75	1.77	1.77	1.83	1.91

Observador 2: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Tabla de valores)

	L_m	L_{min}	L_{max}	g_1	g_2
Observador 2: Luminancia para una instalación nueva	1.20 cd/m²	0.50 cd/m²	2.18 cd/m²	0.420	0.232



Observador 3: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Líneas Isolux)



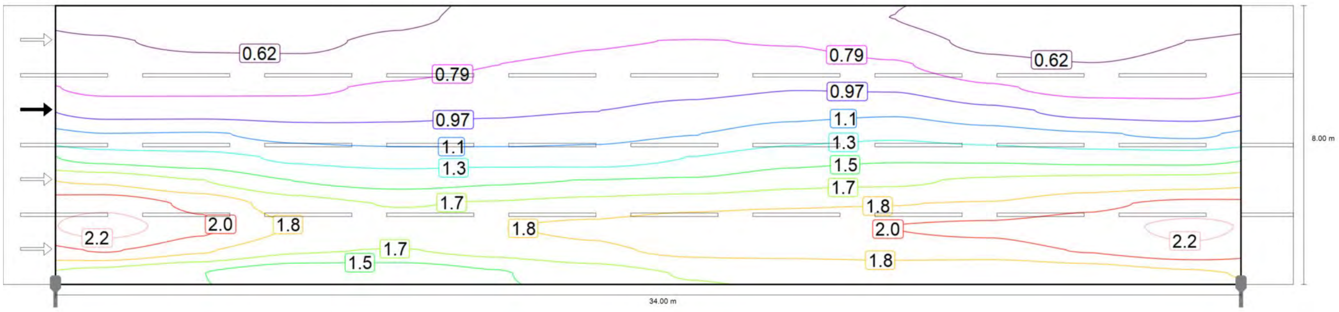
0.39	0.38	0.36	0.39	0.44	0.48	0.49	0.48	0.41	0.36	0.36	0.38
0.43	0.40	0.40	0.44	0.48	0.52	0.53	0.52	0.47	0.39	0.38	0.42
0.46	0.45	0.44	0.49	0.53	0.56	0.58	0.58	0.55	0.45	0.42	0.44
0.51	0.51	0.51	0.55	0.57	0.60	0.62	0.64	0.64	0.55	0.49	0.49
0.61	0.61	0.59	0.62	0.63	0.65	0.69	0.73	0.75	0.68	0.62	0.60
0.76	0.77	0.72	0.70	0.71	0.73	0.76	0.83	0.86	0.82	0.77	0.74
0.95	0.92	0.86	0.83	0.83	0.82	0.88	0.95	0.98	0.97	0.95	0.94
1.2	1.1	0.99	0.95	0.98	0.99	1.0	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2
1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.4
1.5	1.4	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4	1.5
1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.4
1.1	0.99	0.91	0.91	0.98	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2

Observador 3: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Sistema de valores)

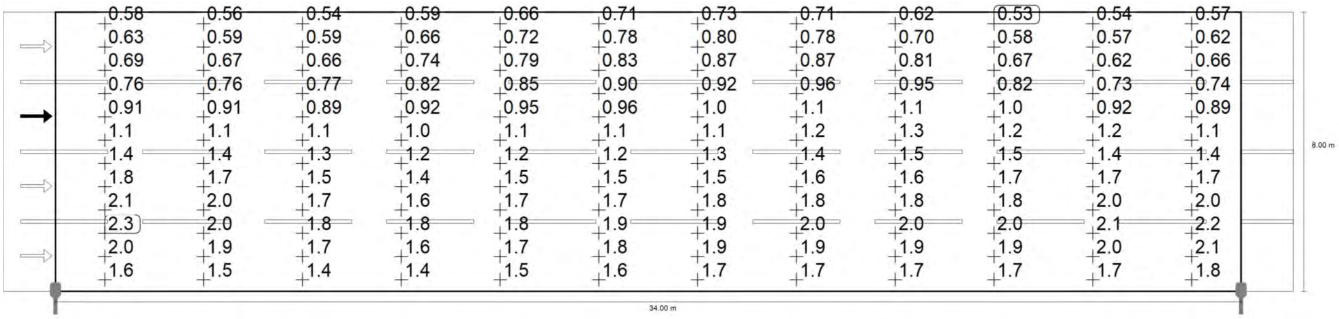
m	1.417	4.250	7.083	9.917	12.750	15.583	18.417	21.250	24.083	26.917	29.750	32.583
7.667	0.39	0.38	0.36	0.39	0.44	0.48	0.49	0.48	0.41	0.36	0.36	0.38
7.000	0.43	0.40	0.40	0.44	0.48	0.52	0.53	0.52	0.47	0.39	0.38	0.42
6.333	0.46	0.45	0.44	0.49	0.53	0.56	0.58	0.58	0.55	0.45	0.42	0.44
5.667	0.51	0.51	0.51	0.55	0.57	0.60	0.62	0.64	0.64	0.55	0.49	0.49
5.000	0.61	0.61	0.59	0.62	0.63	0.65	0.69	0.73	0.75	0.68	0.62	0.60
4.333	0.76	0.77	0.72	0.70	0.71	0.73	0.76	0.83	0.86	0.82	0.77	0.74
3.667	0.95	0.92	0.86	0.83	0.83	0.82	0.88	0.95	0.98	0.97	0.95	0.94
3.000	1.21	1.11	0.99	0.95	0.98	0.99	1.01	1.07	1.09	1.13	1.15	1.16
2.333	1.42	1.31	1.16	1.10	1.12	1.16	1.19	1.21	1.22	1.23	1.31	1.37
1.667	1.51	1.37	1.22	1.18	1.22	1.24	1.29	1.31	1.34	1.36	1.40	1.49
1.000	1.35	1.24	1.12	1.10	1.15	1.20	1.25	1.27	1.29	1.29	1.35	1.42
0.333	1.06	0.99	0.91	0.91	0.98	1.05	1.12	1.12	1.13	1.12	1.16	1.20

Observador 3: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Tabla de valores)

	L_m	L_{min}	L_{max}	g_1	g_2
Observador 3: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca	0.85 cd/m²	0.36 cd/m²	1.51 cd/m²	0.422	0.237



Observador 3: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Líneas Isolux)

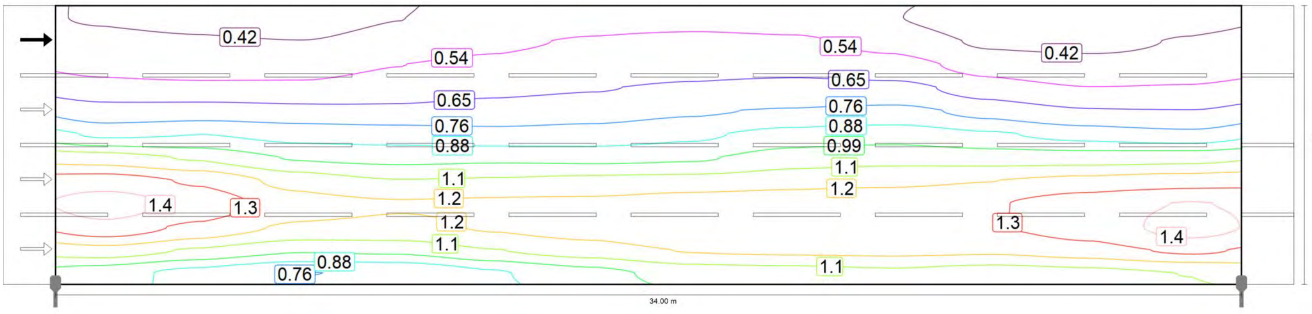


Observador 3: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Sistema de valores)

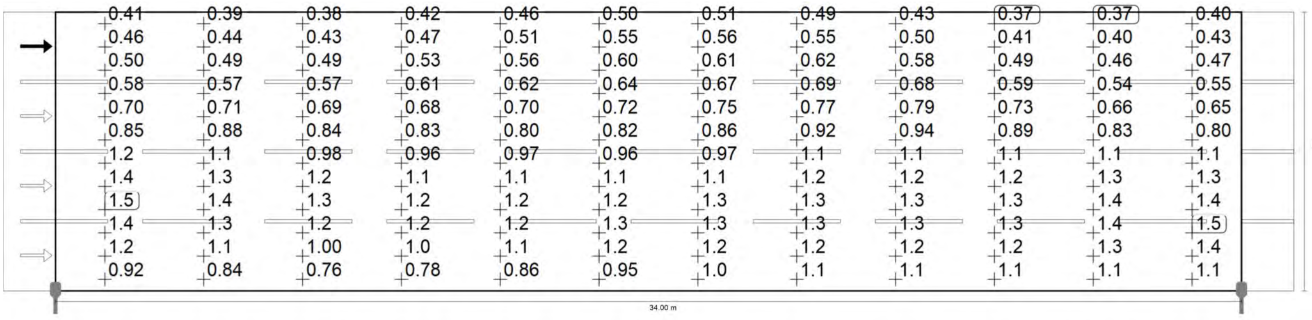
m	1.417	4.250	7.083	9.917	12.750	15.583	18.417	21.250	24.083	26.917	29.750	32.583
7.667	0.58	0.56	0.54	0.59	0.66	0.71	0.73	0.71	0.62	0.53	0.54	0.57
7.000	0.63	0.59	0.59	0.66	0.72	0.78	0.80	0.78	0.70	0.58	0.57	0.62
6.333	0.69	0.67	0.66	0.74	0.79	0.83	0.87	0.87	0.81	0.67	0.62	0.66
5.667	0.76	0.76	0.77	0.82	0.85	0.90	0.92	0.96	0.95	0.82	0.73	0.74
5.000	0.91	0.91	0.89	0.92	0.95	0.96	1.02	1.08	1.12	1.01	0.92	0.89
4.333	1.14	1.15	1.08	1.05	1.06	1.10	1.13	1.24	1.28	1.23	1.15	1.11
3.667	1.42	1.37	1.28	1.24	1.24	1.23	1.31	1.42	1.46	1.45	1.42	1.41
3.000	1.80	1.66	1.48	1.42	1.46	1.48	1.51	1.60	1.63	1.68	1.72	1.73
2.333	2.12	1.96	1.74	1.64	1.67	1.72	1.78	1.81	1.82	1.84	1.95	2.05
1.667	2.26	2.04	1.82	1.76	1.82	1.86	1.93	1.96	2.00	2.03	2.09	2.22
1.000	2.01	1.85	1.68	1.65	1.71	1.79	1.87	1.90	1.92	1.93	2.01	2.12
0.333	1.59	1.48	1.36	1.37	1.47	1.57	1.67	1.68	1.69	1.67	1.72	1.80

Observador 3: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Tabla de valores)

	L_m	L_{min}	L_{max}	g_1	g_2
Observador 3: Luminancia para una instalación nueva	1.27 cd/m²	0.53 cd/m²	2.26 cd/m²	0.422	0.237



Observador 4: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Líneas Isolux)

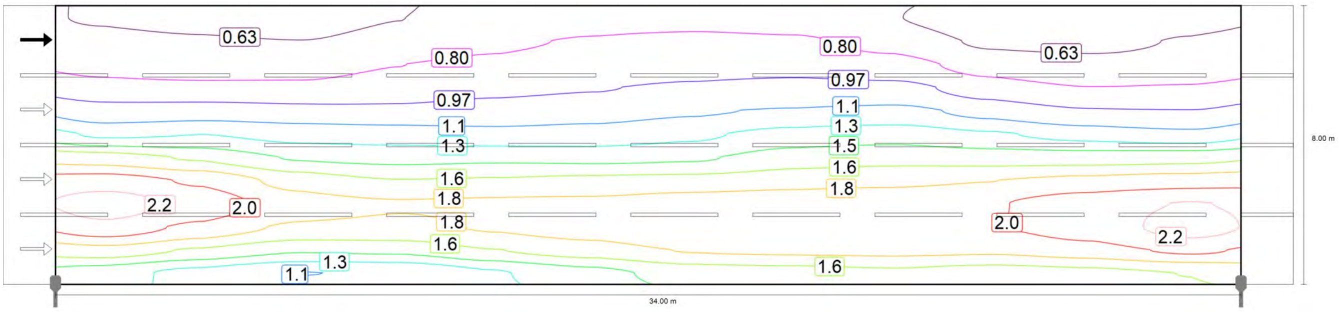


Observador 4: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Sistema de valores)

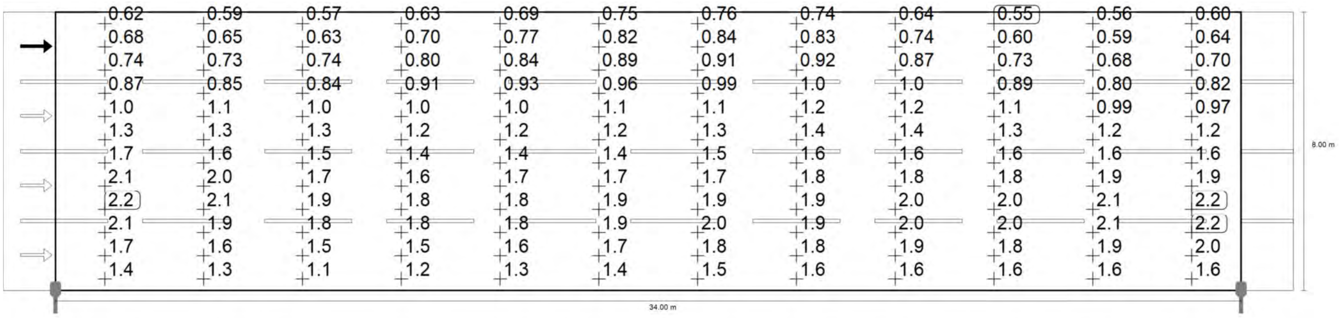
m	1.417	4.250	7.083	9.917	12.750	15.583	18.417	21.250	24.083	26.917	29.750	32.583
7.667	0.41	0.39	0.38	0.42	0.46	0.50	0.51	0.49	0.43	0.37	0.37	0.40
7.000	0.46	0.44	0.43	0.47	0.51	0.55	0.56	0.55	0.50	0.41	0.40	0.43
6.333	0.50	0.49	0.49	0.53	0.56	0.60	0.61	0.62	0.58	0.49	0.46	0.47
5.667	0.58	0.57	0.57	0.61	0.62	0.64	0.67	0.69	0.68	0.59	0.54	0.55
5.000	0.70	0.71	0.69	0.68	0.70	0.72	0.75	0.77	0.79	0.73	0.66	0.65
4.333	0.85	0.88	0.84	0.83	0.80	0.82	0.86	0.92	0.94	0.89	0.83	0.80
3.667	1.16	1.09	0.98	0.96	0.97	0.96	0.97	1.05	1.07	1.06	1.06	1.07
3.000	1.39	1.31	1.17	1.11	1.12	1.14	1.15	1.18	1.19	1.21	1.25	1.28
2.333	1.50	1.40	1.26	1.22	1.23	1.24	1.28	1.29	1.31	1.32	1.39	1.45
1.667	1.40	1.30	1.19	1.19	1.23	1.26	1.32	1.30	1.32	1.33	1.38	1.49
1.000	1.17	1.09	1.00	1.01	1.10	1.16	1.22	1.24	1.24	1.24	1.28	1.35
0.333	0.92	0.84	0.76	0.78	0.86	0.95	1.03	1.06	1.08	1.05	1.08	1.10

Observador 4: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Tabla de valores)

	L_m	L_{min}	L_{max}	g_1	g_2
Observador 4: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca	0.89 cd/m²	0.37 cd/m²	1.50 cd/m²	0.415	0.245



Observador 4: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Líneas Isolux)



0.62	0.59	0.57	0.63	0.69	0.75	0.76	0.74	0.64	0.55	0.56	0.60
0.68	0.65	0.63	0.70	0.77	0.82	0.84	0.83	0.74	0.60	0.59	0.64
0.74	0.73	0.74	0.80	0.84	0.89	0.91	0.92	0.87	0.73	0.68	0.70
0.87	0.85	0.84	0.91	0.93	0.96	0.99	1.0	1.0	0.89	0.80	0.82
1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.2	1.2	1.1	0.99	0.97
1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.3	1.4	1.4	1.3	1.2	1.2
1.7	1.6	1.5	1.4	1.4	1.4	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
2.1	2.0	1.7	1.6	1.7	1.7	1.7	1.8	1.8	1.8	1.9	1.9
2.2	2.1	1.9	1.8	1.8	1.9	1.9	1.9	2.0	2.0	2.1	2.2
2.1	1.9	1.8	1.8	1.8	1.9	2.0	1.9	2.0	2.0	2.1	2.2
1.7	1.6	1.5	1.5	1.6	1.7	1.8	1.8	1.9	1.8	1.9	2.0
1.4	1.3	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6

Observador 4: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Sistema de valores)

m	1.417	4.250	7.083	9.917	12.750	15.583	18.417	21.250	24.083	26.917	29.750	32.583
7.667	0.62	0.59	0.57	0.63	0.69	0.75	0.76	0.74	0.64	0.55	0.56	0.60
7.000	0.68	0.65	0.63	0.70	0.77	0.82	0.84	0.83	0.74	0.60	0.59	0.64
6.333	0.74	0.73	0.74	0.80	0.84	0.89	0.91	0.92	0.87	0.73	0.68	0.70
5.667	0.87	0.85	0.84	0.91	0.93	0.96	0.99	1.02	1.02	0.89	0.80	0.82
5.000	1.05	1.07	1.03	1.01	1.05	1.08	1.12	1.15	1.19	1.08	0.99	0.97
4.333	1.27	1.31	1.26	1.24	1.20	1.22	1.28	1.37	1.40	1.33	1.25	1.19
3.667	1.73	1.62	1.46	1.43	1.45	1.43	1.45	1.57	1.60	1.58	1.58	1.59
3.000	2.07	1.95	1.75	1.65	1.67	1.70	1.71	1.75	1.77	1.81	1.87	1.92
2.333	2.24	2.09	1.88	1.83	1.84	1.86	1.91	1.92	1.95	1.97	2.07	2.16
1.667	2.09	1.93	1.78	1.78	1.83	1.89	1.96	1.95	1.98	1.98	2.05	2.22
1.000	1.74	1.62	1.49	1.51	1.64	1.73	1.83	1.85	1.86	1.84	1.91	2.02
0.333	1.38	1.26	1.14	1.16	1.29	1.42	1.54	1.58	1.61	1.57	1.61	1.65

Observador 4: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Tabla de valores)

	L_m	L_{min}	L_{max}	g_1	g_2
Observador 4: Luminancia para una instalación nueva	1.32 cd/m²	0.55 cd/m²	2.24 cd/m²	0.415	0.245

Glosario

A

A	Símbolo para una superficie en la geometría
Altura interior del local	Designación para la distancia entre el borde superior del suelo y el borde inferior del techo (para un local en su estado terminado).

Á

Área circundante	El área circundante limita directamente con el área de la tarea visual y debe contar con una anchura de al menos 0,5 m, según DIN EN 12464-1. Se encuentra a la misma altura que el área de la tarea visual.
Área de fondo	El área de fondo limita, según DIN EN 12464-1, con el área inmediatamente circundante y alcanza los límites del local. En el caso de locales grandes, el área de fondo tiene al menos 3 m de anchura. Es horizontal y se encuentra a la altura del suelo.
Área de la tarea visual	El área requerida para llevar a cabo una tarea visual según DIN EN 12464-1. La altura corresponde a la altura a la que se lleva a cabo la tarea visual.

C

CCT	(ingl. correlated colour temperature) Temperatura del cuerpo de un proyector térmico, que se utiliza para la descripción de su color de luz. Unidad: Kelvin [K]. Entre menor sea el valor numérico, más rojo, a mayor valor numérico, más azul será el color de luz. La temperatura de color de lámparas de descarga gaseosa y semiconductores se denomina, al contrario de la temperatura de color de los proyectores térmicos, como "temperatura de color correlacionada". Correspondencia entre colores de luz y rangos de temperatura de color según EN 12464-1: Color de luz - temperatura de color [K] blanco cálido (ww) < 3.300 K blanco neutro (nw) ≥ 3.300 – 5.300 K blanco luz diurna (tw) > 5.300 K
Cociente de luz diurna	Relación entre la iluminacia que se alcanza en un punto en el espacio interior, debida únicamente a la incidencia de luz diurna, y la iluminancia horizontal en el espacio exterior bajo cielo abierto. Símbolo: D (ingl. daylight factor) Unidad: %

Glosario

CRI	(ingl. colour rendering index) Denominación para el índice de reproducción cromática de una luminaria o de una fuente de luz según DIN 6169: 1976 o. CIE 13.3: 1995. El índice general de reproducción cromática Ra (o CRI) es un coeficiente adimensional que describe la calidad de una fuente de luz blanca en lo que respecta a su semejanza a una fuente de luz de referencia, en los espectros de remisión de 8 colores de prueba definidos (ver DIN 6169 o CIE 1974).

D

Densidad lumínica	Medida de la "impresión de claridad" que el ojo humano percibe de una superficie. Es posible que la superficie misma ilumine o que refleje la luz que incide sobre ella (valor de emisor). Es la única dimensión fotométrica que el ojo humano puede percibir. Unidad: Candela por metro cuadrado Abreviatura: cd/m² Símbolo: L

E

Eta (η)	(ingl. light output ratio) El grado de eficacia de funcionamiento de luminaria describe qué porcentaje del flujo luminoso de una fuente de luz de radiación libre (o módulo LED) abandona la luminaria instalada. Unidad: %

F

Factor de degradación	Véase MF
Flujo luminoso	Medida para la potencia luminosa total emitida por una fuente de luz en todas direcciones. Es con ello un "valor de emisor" que especifica la potencia de emisión total. El flujo luminoso de una fuente de luz solo puede determinarse en el laboratorio. Se diferencia entre el flujo luminoso de lámpara o de módulo LED y el flujo luminoso de luminaria. Unidad: Lumen Abreviatura: lm Símbolo: Φ

Glosario

G

g1	Con frecuencia también Uo (ingl. overall uniformity) Denomina la uniformidad total de la iluminancia sobre una superficie. Es el cociente de Emin y Ē y se utiliza, entre otras, en normas para la especificación de iluminación en lugares de trabajo.
g2	Denomina en realidad la "desigualdad" de la iluminancia sobre una superficie. Es el cociente entre Emin y Emax y por lo general es relevante solo como evidencia de iluminación de emergencia según EN 1838.
Grado de reflexión	El grado de reflexión de una superficie describe qué cantidad de la luz incidente es reflejada. El grado de reflexión se define mediante la coloración de la superficie.

I

Iluminancia, adaptativa	Para la determinación de la iluminancia media adaptativa sobre una superficie, ésta se rasteriza en forma "adaptativa". En el área en que hay las mayores diferencias en iluminancia dentro de la superficie, la rasterización se hace más fina, en el área de menores diferencias, se realiza una rasterización más gruesa.
Iluminancia, horizontal	Iluminancia, calculada o medida sobre un plano horizontal (éste puede ser p.ej. una superficie de una mesa o el suelo). La iluminancia horizontal se identifica por lo general con las letras Eh.
Iluminancia, perpendicular	Iluminancia perpendicular a una superficie, medida o calculada. Este se debe considerar en superficies inclinadas. Si la superficie es horizontal o vertical, no existe diferencia entre la iluminancia perpendicular y la vertical u horizontal.
Iluminancia, vertical	Iluminancia, calculada o medida sobre un plano vertical (este puede ser p.ej. la parte frontal de una estantería). La iluminancia vertical se identifica por lo general con las letras Ev.
Intensidad lumínica	Describe la intensidad de luz en una dirección determinada (valor de emisor). La intensidad lumínica es el flujo luminoso Φ, entregado en un ángulo determinado Ω del espacio. La característica de emisión de una fuente de luz se representa gráficamente en una curva de distribución de intensidad luminosa (CDL). La intensidad lumínica es una unidad básica SI. Unidad: Candela Abreviatura: cd Símbolo: I

Glosario

Intensidad lumínica	Describe la relación del flujo luminoso que cae sobre una superficie determinada y el tamaño de esta superficie (lm/m² = lx). La iluminancia no está vinculada a una superficie de un objeto. Puede determinarse en cualquier punto del espacio (interior o exterior). La iluminancia no es una propiedad de un producto, ya que se trata de un valor del receptor. Para su medición se utilizan aparatos de medición de iluminancia. Unidad: Lux Abreviatura: lx Símbolo: E

L

LENI	(ingl. lighting energy numeric indicator) Indicador numérico de energía de iluminación según EN 15193 Unidad: kWh/m² año
LLMF	(ingl. lamp lumen maintenance factor)/según CIE 97: 2005 Factor de mantenimiento de flujo luminoso de lámparas, tiene en cuenta la disminución del flujo luminoso de una lámpara o de un módulo LED en el curso de su tiempo de funcionamiento. El factor de mantenimiento de flujo luminoso de lámparas se especifica como número decimal y puede tomar un valor máximo de 1 (sin disminución de flujo luminoso).
LMF	(ingl. luminaire maintenance factor)/según CIE 97: 2005 Factor de mantenimiento de luminaria, tiene en cuenta el ensuciamiento de la luminaria en el curso de su tiempo de funcionamiento. El factor de mantenimiento de luminaria se especifica como número decimal y puede tomar un valor máximo de 1 (sin suciedad).
LSF	(ingl. lamp survival factor)/según CIE 97: 2005 Factor de supervivencia de la lámpara, tiene en cuenta el fallo total de una luminaria en el curso de su tiempo de funcionamiento. El factor de supervivencia de la lámpara se expresa como número decimal y puede tomar un valor máximo de 1 (dentro del tiempo considerado, no hay fallo, o sustitución inmediata tras un fallo).

Glosario

M

MF	(ingl. maintenance factor)/según CIE 97: 2005 Factor de mantenimiento, número decimal entre 0 y 1, describe la relación entre el valor nuevo de una dimensión de planificación fotométrica (p.ej. iluminancia) y el valor de mantenimiento tras un tiempo determinado. El factor de mantenimiento tiene en cuenta el ensuciamiento de lámparas y locales, así como la disminución de flujo luminoso y el fallo de fuentes de luz. El factor de mantenimiento se considera en forma general aproximada o se calcula en forma detallada según CIE 97: 2005, por medio de la fórmula RMF x LMF x LLMF x LSF.

O

Observador UGR	Punto de cálculo en el espacio, para el cual el DIALux determina el valor UGR. La posición y altura del punto de cálculo deben corresponder a la posición del observador típico (posición y altura de los ojos del usuario).

P

P	(ingl. power) Consumo de potencia eléctrica Unidad: Vatio Abreviatura: W
Plano útil	Superficie virtual de medición o de cálculo a la altura de la tarea visual, por lo general sigue la geometría del local. El plano útil puede también dotarse de una zona marginal.

R

Rendimiento lumínico	Relación entre la potencia luminosa emitida Φ [lm] y la potencia eléctrica consumida P [W] Unidad: lm/W. Esta relación puede formarse para la lámpara o el módulo LED (rendimiento lumínico de lámpara o del módulo), para la lámpara o módulo junto con su dispositivo de control (rendimiento lumínico del sistema) y para la iluminaria completa (rendimiento lumínico de luminaria).

Glosario

RMF	(ingl. room surface maintenance factor)/según CIE 97: 2005 Factor de mantenimiento del local, tiene en cuenta el ensuciamiento de las superficies que rodean el local en el curso de su tiempo de funcionamiento. El factor de mantenimiento del local se especifica como número decimal y puede tomar un valor máximo de 1 (sin suciedad).

S

Superficie útil - Cociente de luz diurna	Una superficie de cálculo, dentro de la cual se calcula el cociente de luz diurna.

U

UGR (max)	(ingl. unified glare rating) Medida para el efecto psicológico de deslumbramiento de un espacio interior. Además de la luminancia de la luminaria, el valor UGR depende también de la posición del observador, la dirección de observación y la luminancia del entorno. Entre otras, en la norma EN 12464-1 se especifican valores UGR máximos permitidos para diversos lugares de trabajo en espacios interiores.

Z

Zona marginal	Zona circundante entre el plano útil y las paredes, que no se considera en el cálculo.

ANEJO Nº 9: VIDA ÚTIL

ANEJO Nº9: CAPACIDAD Y VIDA ÚTIL

1. INTRODUCCIÓN 2
2. VOLUMEN ÚTIL DE RECRECIDO 2
3. VIDA ÚTIL 3
    3.1. ESTIMACIÓN DE ENTRADA DE RESIDUOS Y TIERRA DE CUBRICIÓN 3
    3.2. VIDA ÚTIL DEL VASO POR FASES 5

ANEJO Nº9: CAPACIDAD Y VIDA ÚTIL

1. INTRODUCCIÓN

Para poder estimar la vida útil es necesario en primer lugar contar con el volumen bruto estimado de la ampliación de la Fase II, mediante el recrecido del viario perimetral y la elevación de la cota de coronación de residuos sobre las Fases II y III.

A continuación, se realizará la estimación de la entrada esperable de residuos y de tierras de cubrición a partir de los datos registrados en los últimos años.

A partir de estos datos, es posible valorar la vida útil del nuevo vaso, entendida como el plazo de tiempo que transcurrirá hasta su colmatación.

2. VOLUMEN ÚTIL DE RECRECIDO

Dentro de los Planos incluidos el Documento nº2 del Proyecto se ha incluido un modelo digital del relleno de residuos propuesto.

Los taludes de explotación tendrán una pendiente de 2,5H/1V, con bermas de 6 m de anchura cada 8 m, propiciando un talud envolvente de 3H/1V, garantizando un sellado duradero y eficaz en el transcurso de los años, ya que dicho sellado no se verá afectado por las escorrentías superficiales.

Las bermas tendrán una pendiente longitudinal descendientes hacia las rampas de acceso de modo que se puedan evacuar las escorrentías hacia las cunetas de las rampas de acceso y desde ahí hacia el camino perimetral y a su red de evacuación de escorrentías.

Para acceder hacia la coronación se ejecutarán rampas para el acceso de los vehículos con una anchura de 8 m y una pendiente máxima del 7%.

La cota final de coronación de los residuos se establecerá en la cota 657 m.

De esta manera se obtiene un volumen total bruto de residuos y tierras de cubrición de 3.032.827 m^3, sobre el talud norte de la Fase II y la coronación actual de las Fases II y III.

El depósito de residuos de la ampliación de la Fase II según el modelo de recrecido planteado en el presente Proyecto, comenzará una vez se haya finalizado la explotación de la Fase IV, actualmente en explotación. El volumen bruto de la Fase IV es de 3.750.420 m³, comenzado su explotación en febrero de 2024.

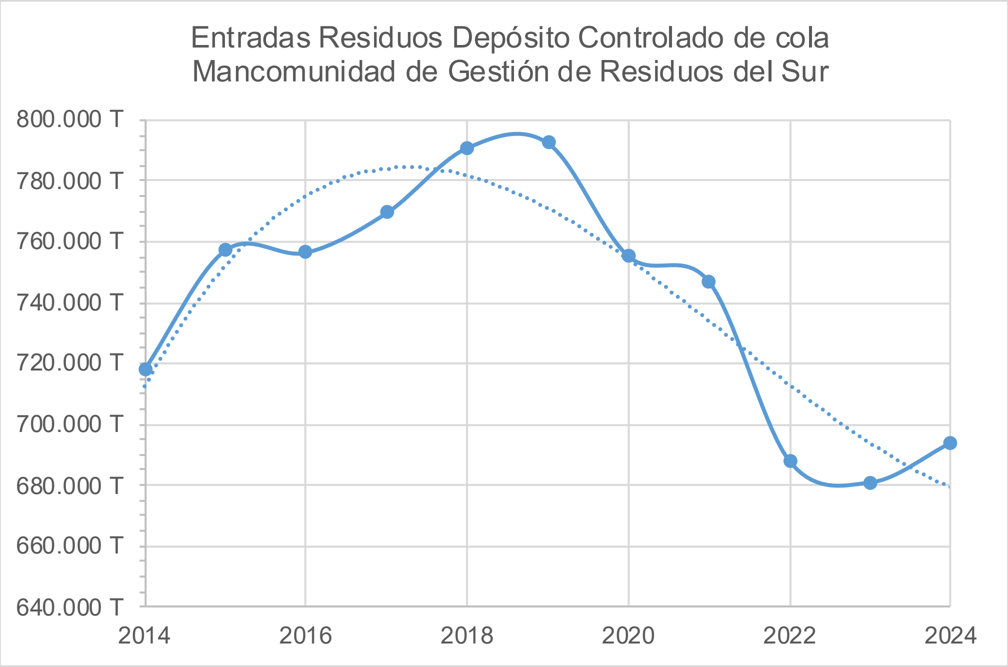
En los apartados siguientes se determina la vida útil estimada para la Fase IV, la fecha de comienzo de explotación de la ampliación de la Fase II y la fecha de colmatación de la ampliación de la Fase II contemplada en el presente Proyecto según la evolución de entrada de residuos en el Depósito Controlado de Cola en el Complejo Ambiental La Marañosa estimada para los siguientes años.

3. VIDA ÚTIL

3.1. ESTIMACIÓN DE ENTRADA DE RESIDUOS Y TIERRA DE CUBRICIÓN

Para la estimación de los residuos que llegarán al Depósito Controlado de Cola en el Complejo Ambiental La Marañosa se han tomado las cantidades registradas en los últimos años, siendo las siguientes:

Entradas anuales registradas de residuos en Depósito Controlado de Cola en el Complejo Ambiental La Marañosa	
Año	T/año
2014	718.004,72
2015	757.247,76
2016	756.529,79
2017	769.578,83
2018	791.018,27
2019	762.622,42
2020	755.323,55
2021	746.849,78
2022	687.720,07
2023	680.825,00
2024	693.947,76
PROMEDIO	740.878,90



En el gráfico anterior, en el que se refleja la entrada de residuos en el Depósito Controlado de Cola en el Complejo Ambiental La Marañosa, se aprecia una tendencia ascendente en los valores de entrada de residuos entre los años 2014 y 2018, año a partir del cual comienza a apreciarse una tendencia descendente.

Para poder realizar una evolución en los datos de entrada de residuos en el Depósito Controlado de Cola en el Complejo Ambiental La Marañosa, se ha estimado que la entrada de los residuos seguirá con una tendencia descendente que será de aproximadamente el 4% anual, que se viene registrando desde el año 2018.

	Año	T/año
DATOS REGISTRADOS	2014	718.004,72 T
	2015	757.247,76 T
	2016	756.529,79 T
	2017	769.578,83 T
	2018	791.018,27 T
	2019	792.622,42 T
	2020	755.323,55 T
	2021	746.849,78 T
	2022	687.720,07 T
	2023	680.825,00 T
	2024	693.947,76 T
DATOS ESTIMADOS	2025	666.189,85 T
	2026	639.542,26 T
	2027	613.960,57 T
	2028	589.402,14 T
	2029	565.826,06 T
	2030	543.193,01 T
	2031	521.465,29 T
	2032	500.606,68 T

3.2. VIDA ÚTIL DEL VASO POR FASES

Partiendo del volumen disponible en la Fase IV (3.750.420 m³, comenzando en febrero de 2024) y en la ampliación de la Fase II (3.032.827 m³), con las entradas de residuos calculadas anteriormente, teniendo en cuenta una densidad del residuo de 0,85 T/m^3 y un aporte de tierras del 20%, se estima una vida útil para ambas fases, de casi 8 años.

Las tierras extraídas en la retirada de la cobertura de sellado de la Fase II y de parte de la Fase III, contempladas en el presente Proyecto, se acopiarán temporalmente en la parcela adyacente situada al sureste de la Fase 3 del Depósito Controlado.

Las tierras acopiadas serán empleadas en la cubrición diaria de residuos de la Ampliación de la Fase II.

En las tablas siguientes se detalla la secuencia de explotación de la Fase IV y de la Ampliación de la Fase II objeto del presente Proyecto.

Año	T/año	Volumen neto (m³/año)	Volumen tierras (m³/año)	Volumen bruto (m³/año)
2024	693.947,76 T	816.409,13 m³	163.281,83 m³	979.690,96 m³
2025	666.189,85 T	783.752,76 m³	156.750,55 m³	940.503,31 m³
2026	639.542,26 T	752.402,65 m³	150.480,53 m³	902.883,18 m³
2027	613.960,57 T	722.306,55 m³	144.461,31 m³	866.767,86 m³
2028	589.402,14 T	693.414,29 m³	138.682,86 m³	832.097,15 m³
2029	565.826,06 T	665.677,71 m³	133.135,54 m³	798.813,25 m³
2030	543.193,01 T	639.050,61 m³	127.810,12 m³	766.860,73 m³
2031	521.465,29 T	613.488,58 m³	122.697,72 m³	736.186,30 m³
2032	500.606,68 T	588.949,04 m³	117.789,81 m³	706.738,85 m³

		FASE IV			AMPLIACIÓN FASE II		
Año	**Volumen bruto (m³/año)**	**Volumen bruto (m³/año)**	**Volumen acumulado (m³)**	**Volumen restante (m³)**	**Volumen bruto (m³/año)**	**Volumen acumulado (m³)**	**Volumen restante (m³)**
2024	979.690,96 m³	898.050,05 m³ (*)	898.050,05 m³	2.852.369,95 m³			
2025	940.503,31 m³	940.503,31 m³	1.838.553,36 m³	1.911.866,64 m³			
2026	902.883,18 m³	902.883,18 m³	2.741.436,54 m³	1.008.983,46 m³			
2027	866.767,86 m³	866.767,86 m³	3.608.204,40 m³	142.215,60 m³			3.032.827,00 m³
2028	832.097,15 m³	142.215,60 m³	3.750.420,00 m³	0,00 m³	689.881,55 m³	689.881,55 m³	2.342.945,45 m³
2029	798.813,25 m³				798.813,25 m³	1.488.694,80 m³	1.544.132,20 m³
2030	766.860,73 m³				766.860,73 m³	2.255.555,53 m³	777.271,47 m³
2031	736.186,30 m³				736.186,30 m³	2.991.741,83 m³	41.085,17 m³
2032	706.738,85 m³				41.085,17 m³ (*)	3.032.827,00 m³	0,00 m³

(*) En el año 2024, el valor de entrada de residuos en la Fase IV se contabiliza únicamente desde el mes de febrero que es el mes que marca el inicio de explotación. En el año 2032, el valor de entrada de residuos en la ampliación de la Fase II se contabiliza únicamente hasta colmatar la ampliación propuesta.

En vista a las tablas anteriores se establecen los períodos de explotación de cada una de las Fases de explotación del Depósito Controlado de Cola en el Complejo Ambiental La Marañosa:

- Puesto que el plazo previsto para la ejecución de las obras de ampliación de la Fase II contempladas en el presente Proyecto es de 8 meses, el inicio de las obras se planificará para que comience al menos 8 meses antes de la fecha prevista de la colmatación de la Fase IV, de modo que las obras hayan finalizado antes del llenado de la Fase IV y no se vea interrumpido el depósito de residuos.

- Explotación de la Ampliación de la Fase II: una vez que se ha colmatado la Fase IV, comenzará la explotación de la Fase IV. La vida útil de la Ampliación de la Fase II es de casi 4 años.

- Con el objeto de minimizar las emisiones difusas, se ha propuesto ejecutar la explotación de la ampliación de la Fase II en tres etapas diferentes, minimizando la superficie de explotación. Estas 3 etapas, que se detallan en los planos, tienen las características siguientes:
  - Etapa 1: Con una superficie de explotación de 104.290 m³, y una cubicación de 604.181 m³. La duración de esta etapa es de casi 9 meses.
  - Etapa 2: Con una superficie de explotación de 115.313 m³, y una cubicación de 1.039.463 m³. La duración de esta etapa es de casi 17 meses.
  - Etapa 3: Con una superficie de explotación de 116.375 m³, y una cubicación de 1.384.642 m³. La duración de esta etapa es de casi 23 meses.

ANEJO Nº 10: CÁLCULO DE EMISIONES DIFUSAS

ANEJO Nº10: CÁLCULOS DE EMISIONES DIFUSAS

1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN 2
2. DATOS DE ENTRADA PARA LA ESTIMACIÓN DE EMISIONES 2
  2.1. CANTIDADES DE RESIDUOS DEPOSITADOS 2
  2.2. COMPOSICIÓN MEDIA DE LOS RESIDUOS 3
  2.3. SUPERFICIE EXPUESTA Y SUPERFICIE SELLADA 4
3. RESULTADOS DE EMISIONES DIFUSAS DE METANO 4

APÉNDICE Nº1: CÁLCULO JUSTIFICATIVO DE EMISIONES DIFUSAS

ANEJO Nº10: CÁLCULOS DE EMISIONES DIFUSAS

1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

La Ampliación de la Fase II del Depósito Controlado del Complejo Ambiental La Marañosa supone la generación potencial de emisiones atmosféricas derivadas de la degradación anaerobia de la fracción biodegradable de los residuos depositados, siendo el metano (CH_4) el principal gas de interés desde el punto de vista ambiental.

De conformidad con lo establecido en la normativa vigente en materia de evaluación ambiental, resulta necesario identificar, cuantificar y valorar las emisiones difusas asociadas a la ampliación proyectada, así como analizar la eficacia de las medidas de diseño y explotación previstas para su minimización.

A tal efecto, se ha aplicado la metodología recogida en el documento AP-42 de la U.S. Environmental Protection Agency (EPA), utilizada de forma habitual como referencia técnica para la estimación de emisiones difusas en depósitos controlados.

El presente Anejo tiene por objeto estimar las **emisiones difusas de metano** asociadas a la Ampliación de la Fase II del Depósito Controlado del Complejo Ambiental La Marañosa.

Para ello, y a partir de los datos de entrada utilizados en el cálculo, como son la cantidad de residuos depositados (t/año), la composición media de los residuos y la superficie expuesta y superficie sellada en cada etapa de explotación, se determinarán las emisiones obtenidas en función del grado de superficie expuesta.

Se justificará la reducción de emisiones difusas derivada de la explotación por etapas y del sellado progresivo, conforme a criterios de prevención y minimización de impactos.

2. DATOS DE ENTRADA PARA LA ESTIMACIÓN DE EMISIONES

2.1. CANTIDADES DE RESIDUOS DEPOSITADOS

La estimación de emisiones se ha realizado a partir de las **cantidades anuales de residuos previstas para la Ampliación de la Fase II**, diferenciando las distintas **etapas de explotación**.

Las cantidades de residuos consideradas en cada una de las etapas de explotación se resumen en la siguiente tabla:

Residuos de entrada (t/año)				
Año	**Etapa 1**	**Etapa 2**	**Etapa 3**	**TOTAL**
2028	427.962	60.704	0	488.666
2029	0	589.402	0	589.402
2030	0	109.756	433.437	543.193
2031	0	0	521.465	521.465
2032	0	0	29.102	29.102

Estos valores se corresponden con la planificación de explotación del depósito controlado incluida en el Anejo de vida útil.

2.2. COMPOSICIÓN MEDIA DE LOS RESIDUOS

Los residuos admitidos en el depósito controlado corresponden a **residuos no peligrosos**, asimilables a residuos municipales, con presencia de fracción biodegradable susceptible de degradación anaerobia.

A efectos del cálculo de emisiones difusas, se ha considerado una **composición media representativa**, de carácter conservador, acorde con los valores de referencia habitualmente empleados en este tipo de instalaciones.

Composición media de residuos			
	Porcentaje	**DOC**	**K**
Papel y cartón	21,98%	0,40	0,050
Textil	14,35%	0,24	0,075
Alimentos	21,22%	0,15	0,123
Madera	4,05%	0,43	0,025
Parques y jardines	7,02%	0,20	0,075
Resto	31,38%	0,00	0,000
TOTAL	100,00%		

Los coeficientes DOC se refieren al coeficiente de carbono orgánico degradable y el coeficiente k es un coeficiente dependiente de la pluviometría, detallados en la metodología EPA AP-42.

2.3. SUPERFICIE EXPUESTA Y SUPERFICIE SELLADA

La superficie del depósito controlado constituye un **factor determinante** en la magnitud de las emisiones difusas de metano. Por este motivo, se han definido de forma explícita las superficies expuestas y selladas en cada una de las etapas de explotación.

Año	Etapa 1			Etapa 2			Etapa 3		
	Superficie total	Superficie sellada	Superficie expuesta	Superficie total	Superficie sellada	Superficie expuesta	Superficie total	Superficie sellada	Superficie expuesta
2028	104.290 m²	0 m²	104.290 m²	115.313 m²	0 m²	115.313 m²	0 m²	0 m²	0 m²
2029	104.290 m²	0 m²	104.290 m²	115.313 m²	0 m²	115.313 m²	0 m²	0 m²	0 m²
2030	104.290 m²	59.542 m²	44.748 m²	115.313 m²	0 m²	115.313 m²	116.375 m²	0 m²	116.375 m²
2031	104.290 m²	59.542 m²	44.748 m²	115.313 m²	73.278 m²	42.035 m²	116.375 m²	0 m²	116.375 m²
2032	104.290 m²	59.542 m²	44.748 m²	115.313 m²	73.278 m²	42.035 m²	116.375 m²	0 m²	116.375 m²

La superficie sellada parcial corresponde a las zonas ya colmatadas que disponen de cobertura intermedia o sellado temporal, reduciendo la emisión difusa de biogás.

A partir del año 2033 se realizará el sellado total de toda la superficie de actuación y por tanto ya no se producirán emisiones difusas.

3. RESULTADOS DE EMISIONES DIFUSAS DE METANO

La aplicación de la metodología descrita permite obtener una estimación de las **emisiones anuales de metano** asociadas a la Ampliación de la Fase II.

Los resultados se presentan diferenciando las emisiones en cada una de las etapas consideradas, y sumando el acumulado de las 3 etapas para considerar las emisiones totales, y por otro lado se han calculado las emisiones difusas en un escenario en el cual no se ejecutasen sellados parciales ni la explotación por etapas, y se considerasen las emisiones difusas con la totalidad de la superficie expuesta (250.025 m²) entre los años 2028 y 2032.

Los resultados se detallan en el Apéndice nº1 del presente Anejo, resumiéndose en las tablas siguientes.

Emisiones totales de metano (kg/año)						
Año	**Explotación por etapas con sellados parciales**				**Explotación sin sellados parciales**	
	Etapa 1	**Etapa 2**	**Etapa 3**	**TOTAL**		
2028	1.013.208	143.718	0	**1.156.926**	**1.156.926**	*0,00%*
2029	935.729	1.528.149	0	**2.463.878**	**2.463.878**	*0,00%*
2030	603.714	1.671.266	1.026.170	**3.301.150**	**3.562.486**	*7,34%*
2031	558.671	1.025.414	2.182.279	**3.766.365**	**4.527.688**	*16,81%*
2032	517.499	948.830	2.085.188	**3.551.517**	**4.256.220**	*16,56%*

El análisis comparativo pone de manifiesto que la ejecución del depósito controlado por etapas, con sellado parcial de las superficies colmatadas, permite una reducción significativa de las emisiones difusas de metano.

De acuerdo con los resultados obtenidos el sellado progresivo y la explotación por etapas reduce la superficie emisora y conlleva una disminución gradual conforme avanza la explotación y aumenta la superficie sellada, reduciendo las emisiones a algo más del 16,50 % en los años 2031 y 2032.

Este comportamiento resulta coherente con los principios de prevención y minimización de impactos ambientales.

Por ello, y desde el punto de vista ambiental, la explotación por etapas y el sellado parcial progresivo, supone una serie de ventajas puesto que reducen de forma efectiva las emisiones difusas de metano, y constituyen una medida preventiva integrada en el diseño y la explotación, sin necesidad de actuaciones correctoras adicionales.

En consecuencia, se considera que las emisiones difusas de metano asociadas a la Ampliación de la Fase II del Depósito Controlado del Complejo Ambiental La Marañosa resultan ambientalmente compatibles, siempre que se mantenga el modelo de explotación y sellado previsto.

APÉNDICE Nº 1: CÁLCULO JUSTIFICATIVO DE EMISIONES DIFUSAS

CALCULO DE EMISIONES DIFUSAS EN LA FASE 2. ETAPA 1

$$Q_{CH4}=G_{CH4}\frac{1.000}{(0{,}0192)(35{,}3147)}=G_{CH4}\,x\,1.474{,}83$$

$$G_{CH4}=\sum_{x=S}^{T-1}\left\{W_x * MCF * DOC * DOC_F * F * \left(\frac{16}{12}\right) * \left(e^{-k(T-x-1)}-e^{-k(T-x)}\right)\right\}$$

Q_{CH4}	Metano generado en el año de notificación	-
G_{CH4}	Metano generado en el año de notificación	-
x	Año en que los residuos fueron notificados	-
S	Año de inicio de explotación	2028
S'	Año de sellado parcial. Etapa 1	2029
S''	Año de sellado final	2032
T	Año de notificación de las emisiones	
W_x	Cantidad de residuos depositados en el vertedero en el año x	
MCF	Factor de corrección del metano.	1,00
DOC	Carbono orgánico degradable según tabla 9	-
DOC_F	Fracción del DOC sin asimilar	0,50
F_{CH4}	Fracción volumétrica del metano en el gas del vertedero	50,0%
F_{CO2}	Fracción volumétrica del CO_2 en el gas del vertedero	40,0%
k	Constante de la tabla 9 dependiente de la pluviometría	-
A_e	Superficie de explotación (2D). Etapa 1	104.290 m²
A_s	Superficie de sellado parcial (2D). Etapa 1	59.542 m²

Entrada de residuos. Etapa 1	
2028	427.962 T
2029	0 T
2030	0 T
2031	0 T
2032	0 T

Composición media de residuos			
	Porcentaje	**DOC**	**K**
Papel y cartón	21,98%	0,40	0,050
Textil	14,35%	0,24	0,075
Alimentos	21,22%	0,15	0,123
Madera	4,05%	0,43	0,025
Parques y jardines	7,02%	0,20	0,075
Resto	31,38%	0,00	0,000
TOTAL	100,00%		

		Metano generado papel y carton G_{CH4} (T/año)				
		2028	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**
2028	427.962 T	643,05	611,69	581,86	553,48	526,48
2029	0 T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2030	0 T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2031	0 T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2032	0 T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		643,05	**611,69**	**581,86**	**553,48**	**526,48**

CALCULO DE EMISIONES DIFUSAS EN LA FASE 2. ETAPA 1

		Metano generado textil G_{CH4} (T/año)				
		2028	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**
2028	427.962 T	382,65	355,00	329,35	305,55	283,47
2029	0 T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2030	0 T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2031	0 T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2032	0 T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		382,65	**355,00**	**329,35**	**305,55**	**283,47**

		Metano generado alimentos G_{CH4} (T/año)				
		2028	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**
2028	427.962 T	594,30	525,52	464,70	410,92	363,36
2029	0 T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2030	0 T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2031	0 T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2032	0 T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		594,30	**525,52**	**464,70**	**410,92**	**363,36**

		Metano generado madera G_{CH4} (T/año)				
		2028	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**
2028	427.962 T	62,89	61,34	59,82	58,35	56,91
2029	0 T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2030	0 T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2031	0 T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2032	0 T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		62,89	**61,34**	**59,82**	**58,35**	**56,91**

		Metano generado parques y jardines G_{CH4} (T/año)				
		2028	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**
2028	427.962 T	155,99	144,72	134,26	124,56	115,56
2029	0 T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2030	0 T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2031	0 T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2032	0 T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		155,99	**144,72**	**134,26**	**124,56**	**115,56**

CALCULO DE EMISIONES DIFUSAS EN LA FASE 2. ETAPA 1

		Metano total producido G_{CH4} (T/año)				
		2028	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**
2028	427.962 T	1.838,88	1.698,26	1.569,99	1.452,85	1.345,78
2029	0 T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2030	0 T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2031	0 T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2032	0 T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

G_{CH4} (T/año)	**1.838,88**	**1.698,26**	**1.569,99**	**1.452,85**	**1.345,78**
Q_{CH4} (m³/año)	**2.712.035,83**	**2.504.649,37**	**2.315.463,40**	**2.142.708,00**	**1.984.797,59**

$Q_{biogás}$ (m³/año)	**5.424.071,66**	**5.009.298,74**	**4.630.926,79**	**4.285.416,00**	**3.969.595,18**

Q_{CH4} (m³/año)	**2.712.035,83**	**2.504.649,37**	**2.315.463,40**	**2.142.708,00**	**1.984.797,59**

$$UM_i = Q_i \times \frac{PM_i \times 1 \text{ atm}}{8{,}205 \times 10^{-5} \times 1000 \times (273 + T)}$$

UM_i	Emisión anual del contaminante i en kg/año sin sistema de control	
Q_i	Emisión anual del contaminante i en m³/año	
PM_i	Peso molecular del contaminante i en g/gmol	
T	Temperatura del biogas en ºC	25,0 ºC

UM_{CH4} (kg/año)	**1.779.118,75**	**1.643.071,46**	**1.518.963,84**	**1.405.634,82**	**1.302.044,23**

EMISIONES CON SISTEMA DE CONTROL

Emisiones de CH_4

$$CM_{CH4} = UM_{CH4} * (1-(\eta_{col}/100)) + UM_{CH4}*(\eta_{col}/100)*(1-(\eta_{cont}/100))$$

CM_{CH4}	Emisiones de metano en kg/año en vertedero con sistemas de control	-
UM_{CH4}	Emisiones de metano en kg/año en vertedero sin sistemas de control	-
η_{col}'	Eficiencia del sistema de captación, superficie en explotación tabla 10	50
η_{col}''	Eficiencia del sistema de captación, superficie sellada, tabla 10	85
η_{cont}	Eficiencia del dispositivo de control, tabla 11	86,1

CM_{CH4} (kg/año)	**1.013.208,13**	**935.729,19**	**603.713,82**	**558.671,08**	**517.498,89**

Emisiones totales desde origen explotación Fase II

CM_{CH4} (kg/año)	**1.013.208,13**	**935.729,19**	**603.713,82**	**558.671,08**	**517.498,89**

CALCULO DE EMISIONES DIFUSAS EN LA FASE 2. ETAPA 2

$$Q_{CH4} = G_{CH4} \frac{1.000}{(0{,}0192)(35{,}3147)} = G_{CH4} \, x \, 1.474{,}83$$

$$G_{CH4} = \sum_{x=S}^{T-1} \left\{ W_x * MCF * DOC * DOC_F * F * \left(\frac{16}{12}\right) * \left(e^{-k(T-x-1)} - e^{-k(T-x)}\right) \right\}$$

Q_{CH4}	Metano generado en el año de notificación	-
G_{CH4}	Metano generado en el año de notificación	-
x	Año en que los residuos fueron notificados	-
S	Año de inicio de explotación	2028
S'	Año de sellado parcial. Etapa 1	2030
S''	Año de sellado final	2032
T	Año de notificación de las emisiones	
W_x	Cantidad de residuos depositados en el vertedero en el año x	
MCF	Factor de corrección del metano.	1,00
DOC	Carbono orgánico degradable según tabla 9	-
DOC_F	Fracción del DOC sin asimilar	0,50
F_{CH4}	Fracción volumétrica del metano en el gas del vertedero	50,0%
F_{CO2}	Fracción volumétrica del CO_2 en el gas del vertedero	40,0%
k	Constante de la tabla 9 dependiente de la pluviometría	-
A_e	Superficie de explotación (2D). Etapa 2	115.313 m²
A_s	Superficie de sellado parcial (2D). Etapa 2	73.278 m²

Entrada de residuos. Etapa 2	
2028	60.704 T
2029	589.402 T
2030	109.756 T
2031	0 T
2032	0 T

Composición media de residuos			
	Porcentaje	**DOC**	**K**
Papel y cartón	21,98%	0,40	0,050
Textil	14,35%	0,24	0,075
Alimentos	21,22%	0,15	0,123
Madera	4,05%	0,43	0,025
Parques y jardines	7,02%	0,20	0,075
Resto	31,38%	0,00	0,000
TOTAL	100,00%		

		Metano generado papel y carton G_{CH4} (T/año)				
		2028	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**
2028	60.704 T	91,21	86,76	82,53	78,51	74,68
2029	589.402 T	0,00	885,63	842,43	801,35	762,27
2030	109.756 T	0,00	0,00	164,92	156,87	149,22
2031	0 T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2032	0 T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		91,21	**972,39**	**1.089,88**	**1.036,73**	**986,17**

CALCULO DE EMISIONES DIFUSAS EN LA FASE 2. ETAPA 2

		Metano generado textil G_{CH4} (T/año)				
		2028	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**
2028	60.704 T	54,28	50,35	46,72	43,34	40,21
2029	589.402 T	0,00	526,99	488,91	453,58	420,81
2030	109.756 T	0,00	0,00	98,13	91,04	84,46
2031	0 T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2032	0 T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		54,28	**577,34**	**633,76**	**587,97**	**545,48**

		Metano generado alimentos G_{CH4} (T/año)				
		2028	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**
2028	60.704 T	84,30	74,54	65,91	58,29	51,54
2029	589.402 T	0,00	818,49	723,76	640,00	565,93
2030	109.756 T	0,00	0,00	152,42	134,78	119,18
2031	0 T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2032	0 T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		84,30	**893,04**	**942,10**	**833,06**	**736,65**

		Metano generado madera G_{CH4} (T/año)				
		2028	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**
2028	60.704 T	8,92	8,70	8,49	8,28	8,07
2029	589.402 T	0,00	86,62	84,48	82,39	80,36
2030	109.756 T	0,00	0,00	16,13	15,73	15,34
2031	0 T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2032	0 T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		8,92	**95,32**	**109,09**	**106,40**	**103,77**

		Metano generado parques y jardines G_{CH4} (T/año)				
		2028	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**
2028	60.704 T	22,13	20,53	19,04	17,67	16,39
2029	589.402 T	0,00	214,84	199,31	184,91	171,55
2030	109.756 T	0,00	0,00	40,01	37,12	34,43
2031	0 T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2032	0 T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		22,13	**235,36**	**258,36**	**239,69**	**222,37**

CALCULO DE EMISIONES DIFUSAS EN LA FASE 2. ETAPA 2

		Metano total producido G_{CH4} (T/año)				
		2028	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**
2028	60.704 T	260,83	240,89	222,69	206,08	190,89
2029	589.402 T	0,00	2.532,56	2.338,90	2.162,23	2.000,91
2030	109.756 T	0,00	0,00	471,60	435,54	402,64
2031	0 T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2032	0 T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

G_{CH4} (T/año)	**260,83**	**2.773,45**	**3.033,20**	**2.803,85**	**2.594,44**
Q_{CH4} (m³/año)	**384.687,01**	**4.090.367,74**	**4.473.448,09**	**4.135.204,35**	**3.826.362,70**

$Q_{biogás}$ (m³/año)	**769.374,02**	**8.180.735,48**	**8.946.896,18**	**8.270.408,70**	**7.652.725,40**

Q_{CH4} (m³/año)	**384.687,01**	**4.090.367,74**	**4.473.448,09**	**4.135.204,35**	**3.826.362,70**

$$UM_i = Q_i \times \frac{PM_i \times 1 \text{ atm}}{8{,}205 \times 10^{-5} \times 1000 \times (273 + T)}$$

UM_i	Emisión anual del contaminante i en kg/año sin sistema de control	
Q_i	Emisión anual del contaminante i en m³/año	
PM_i	Peso molecular del contaminante i en g/gmol	
T	Temperatura del biogas en ºC	25,0 ºC

UM_{CH4} (kg/año)	**252.357,98**	**2.683.316,30**	**2.934.620,30**	**2.712.729,50**	**2.510.126,73**

EMISIONES CON SISTEMA DE CONTROL

Emisiones de CH_4

$$CM_{CH4} = UM_{CH4} * (1-(\eta_{col}/100)) + UM_{CH4}*(\eta_{col}/100)*(1-(\eta_{cont}/100))$$

CM_{CH4}	Emisiones de metano en kg/año en vertedero con sistemas de control	-
UM_{CH4}	Emisiones de metano en kg/año en vertedero sin sistemas de control	-
η_{col}'	Eficiencia del sistema de captación, superficie en explotación tabla 10	50
η_{col}''	Eficiencia del sistema de captación, superficie sellada, tabla 10	85
η_{cont}	Eficiencia del dispositivo de control, tabla 11	86,1

CM_{CH4} (kg/año)	**143.717,87**	**1.528.148,63**	**1.671.266,26**	**1.025.414,44**	**948.830,39**

Emisiones totales desde origen explotación Fase II

CM_{CH4} (kg/año)	**1.156.926,00**	**2.463.877,83**	**2.274.980,08**	**1.584.085,52**	**1.466.329,28**

CALCULO DE EMISIONES DIFUSAS EN LA FASE 2. ETAPA 3

$$Q_{CH4}=G_{CH4}\frac{1.000}{(0{,}0192)(35{,}3147)}=G_{CH4}\,x\,1.474{,}83$$

$$G_{CH4}=\sum_{x=S}^{T-1}\left\{W_x * MCF * DOC * DOC_F * F * \left(\frac{16}{12}\right) * \left(e^{-k(T-x-1)}-e^{-k(T-x)}\right)\right\}$$

Q_{CH4}	Metano generado en el año de notificación	-
G_{CH4}	Metano generado en el año de notificación	-
x	Año en que los residuos fueron notificados	-
S	Año de inicio de explotación	2028
S'	Año de sellado parcial. Etapa 1	2032
S''	Año de sellado final	2032
T	Año de notificación de las emisiones	
W_x	Cantidad de residuos depositados en el vertedero en el año x	
MCF	Factor de corrección del metano.	1,00
DOC	Carbono orgánico degradable según tabla 9	-
DOC_F	Fracción del DOC sin asimilar	0,50
F_{CH4}	Fracción volumétrica del metano en el gas del vertedero	50,0%
F_{CO2}	Fracción volumétrica del CO_2 en el gas del vertedero	40,0%
k	Constante de la tabla 9 dependiente de la pluviometría	-
A_e	Superficie de explotación (2D). Etapa 3	116.375 m²
A_s	Superficie de sellado parcial (2D). Etapa 3	116.375 m²

Entrada de residuos. Etapa 3	
2028	0 T
2029	0 T
2030	433.437 T
2031	521.465 T
2032	29.102 T

Composición media de residuos			
	Porcentaje	**DOC**	**K**
Papel y cartón	21,98%	0,40	0,050
Textil	14,35%	0,24	0,075
Alimentos	21,22%	0,15	0,123
Madera	4,05%	0,43	0,025
Parques y jardines	7,02%	0,20	0,075
Resto	31,38%	0,00	0,000
TOTAL	100,00%		

		Metano generado papel y carton G_{CH4} (T/año)				
		2028	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**
2028	0 T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2029	0 T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2030	433.437 T	0,00	0,00	651,28	619,51	589,30
2031	521.465 T	0,00	0,00	0,00	783,55	745,33
2032	29.102 T	0,00	0,00	0,00	0,00	43,73
		0,00	**0,00**	**651,28**	**1.403,06**	**1.378,36**

CALCULO DE EMISIONES DIFUSAS EN LA FASE 2. ETAPA 3

		Metano generado textil G_{CH4} (T/año)				
		2028	2029	2030	2031	2032
2028	0 T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2029	0 T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2030	433.437 T	0,00	0,00	387,54	359,54	333,56
2031	521.465 T	0,00	0,00	0,00	466,25	432,56
2032	29.102 T	0,00	0,00	0,00	0,00	26,02
		0,00	**0,00**	**387,54**	**825,79**	**792,14**

		Metano generado alimentos G_{CH4} (T/año)				
		2028	2029	2030	2031	2032
2028	0 T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2029	0 T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2030	433.437 T	0,00	0,00	601,91	532,24	470,64
2031	521.465 T	0,00	0,00	0,00	724,15	640,34
2032	29.102 T	0,00	0,00	0,00	0,00	40,41
		0,00	**0,00**	**601,91**	**1.256,39**	**1.151,40**

		Metano generado madera G_{CH4} (T/año)				
		2028	2029	2030	2031	2032
2028	0 T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2029	0 T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2030	433.437 T	0,00	0,00	63,70	62,12	60,59
2031	521.465 T	0,00	0,00	0,00	76,63	74,74
2032	29.102 T	0,00	0,00	0,00	0,00	4,28
		0,00	**0,00**	**63,70**	**138,75**	**139,61**

		Metano generado parques y jardines G_{CH4} (T/año)				
		2028	2029	2030	2031	2032
2028	0 T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2029	0 T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2030	433.437 T	0,00	0,00	157,99	146,57	135,98
2031	521.465 T	0,00	0,00	0,00	190,07	176,34
2032	29.102 T	0,00	0,00	0,00	0,00	10,61
		0,00	**0,00**	**157,99**	**336,64**	**322,93**

CALCULO DE EMISIONES DIFUSAS EN LA FASE 2. ETAPA 3

		Metano total producido G_{CH4} (T/año)				
		2028	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**
2028	0 T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2029	0 T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2030	433.437 T	0,00	0,00	1.862,41	1.719,99	1.590,07
2031	521.465 T	0,00	0,00	0,00	2.240,65	2.069,31
2032	29.102 T	0,00	0,00	0,00	0,00	125,05

G_{CH4} (T/año)	**0,00**	**0,00**	**1.862,41**	**3.960,64**	**3.784,43**
Q_{CH4} (m³/año)	**0,00**	**0,00**	**2.746.731,43**	**5.841.266,89**	**5.581.385,46**

$Q_{biogás}$ (m³/año)	**0,00**	**0,00**	**5.493.462,85**	**11.682.533,77**	**11.162.770,92**

Q_{CH4} (m³/año)	**0,00**	**0,00**	**2.746.731,43**	**5.841.266,89**	**5.581.385,46**

$$UM_i = Q_i \times \frac{PM_i \times 1\ \text{atm}}{8{,}205 \times 10^{-5} \times 1000 \times (273 + T)}$$

UM_i	Emisión anual del contaminante i en kg/año sin sistema de control	
Q_i	Emisión anual del contaminante i en m³/año	
PM_i	Peso molecular del contaminante i en g/gmol	
T	Temperatura del biogas en ºC	25,0 ºC

UM_{CH4} (kg/año)	**0,00**	**0,00**	**1.801.879,36**	**3.831.921,15**	**3.661.436,71**

EMISIONES CON SISTEMA DE CONTROL

Emisiones de CH_4

$$CM_{CH4} = UM_{CH4} * (1-(\eta_{col}/100)) + UM_{CH4}*(\eta_{col}/100)*(1-(\eta_{cont}/100))$$

CM_{CH4}	Emisiones de metano en kg/año en vertedero con sistemas de control	-
UM_{CH4}	Emisiones de metano en kg/año en vertedero sin sistemas de control	-
η_{col}'	Eficiencia del sistema de captación, superficie en explotación tabla 10	50
η_{col}''	Eficiencia del sistema de captación, superficie sellada, tabla 10	85
η_{cont}	Eficiencia del dispositivo de control, tabla 11	86,1

CM_{CH4} (kg/año)	**0,00**	**0,00**	**1.026.170,30**	**2.182.279,10**	**2.085.188,20**

Emisiones totales desde origen explotación Fase II

CM_{CH4} (kg/año)	**1.156.926,00**	**2.463.877,83**	**3.301.150,37**	**3.766.364,61**	**3.551.517,48**

CALCULO DE EMISIONES DIFUSAS EN LA FASE 2. SIN FASES

$$Q_{CH4} = G_{CH4} \frac{1.000}{(0{,}0192)(35{,}3147)} = G_{CH4} \, x \, 1.474{,}83$$

$$G_{CH4} = \sum_{x=S}^{T-1} \left\{ W_x * MCF * DOC * DOC_F * F * \left(\frac{16}{12} \right) * \left(e^{-k(T-x-1)} - e^{-k(T-x)} \right) \right\}$$

Q_{CH4}	Metano generado en el año de notificación	-
G_{CH4}	Metano generado en el año de notificación	-
x	Año en que los residuos fueron notificados	-
S	Año de inicio de explotación	2028
S'	Año de sellado parcial. Etapa 1	2032
S''	Año de sellado final	2032
T	Año de notificación de las emisiones	
W_x	Cantidad de residuos depositados en el vertedero en el año x	
MCF	Factor de corrección del metano.	1,00
DOC	Carbono orgánico degradable según tabla 9	-
DOC_F	Fracción del DOC sin asimilar	0,50
F_{CH4}	Fracción volumétrica del metano en el gas del vertedero	50,0%
F_{CO2}	Fracción volumétrica del CO_2 en el gas del vertedero	40,0%
k	Constante de la tabla 9 dependiente de la pluviometría	-
A_e	Superficie de explotación (2D). Etapa 2	250.025 m²
A_s	Superficie de sellado parcial (2D). Etapa 2	0 m²

Entrada de residuos	
2028	488.666 T
2029	589.402 T
2030	543.193 T
2031	521.465 T
2032	29.102 T

Composición media de residuos			
	Porcentaje	DOC	K
Papel y cartón	21,98%	0,40	0,050
Textil	14,35%	0,24	0,075
Alimentos	21,22%	0,15	0,123
Madera	4,05%	0,43	0,025
Parques y jardines	7,02%	0,20	0,075
Resto	31,38%	0,00	0,000
TOTAL	100,00%		

		Metano generado papel y carton G_{CH4} (T/año)				
		2028	2029	2030	2031	2032
2028	488.666 T	734,26	698,45	664,39	631,99	601,16
2029	589.402 T	0,00	885,63	842,43	801,35	762,27
2030	543.193 T	0,00	0,00	816,19	776,39	738,52
2031	521.465 T	0,00	0,00	0,00	783,55	745,33
2032	29.102 T	0,00	0,00	0,00	0,00	43,73
		734,26	**1.584,08**	**2.323,02**	**2.993,27**	**2.891,01**

CALCULO DE EMISIONES DIFUSAS EN LA FASE 2. SIN FASES

		Metano generado textil G_{CH4} (T/año)				
		2028	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**
2028	488.666 T	436,92	405,35	376,06	348,89	323,68
2029	589.402 T	0,00	526,99	488,91	453,58	420,81
2030	543.193 T	0,00	0,00	485,67	450,58	418,02
2031	521.465 T	0,00	0,00	0,00	466,25	432,56
2032	29.102 T	0,00	0,00	0,00	0,00	26,02
		436,92	**932,34**	**1.350,65**	**1.719,30**	**1.621,09**

		Metano generado alimentos G_{CH4} (T/año)				
		2028	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**
2028	488.666 T	678,60	600,06	530,61	469,20	414,90
2029	589.402 T	0,00	818,49	723,76	640,00	565,93
2030	543.193 T	0,00	0,00	754,32	667,02	589,82
2031	521.465 T	0,00	0,00	0,00	724,15	640,34
2032	29.102 T	0,00	0,00	0,00	0,00	40,41
		678,60	**1.418,56**	**2.008,70**	**2.500,37**	**2.251,40**

		Metano generado madera G_{CH4} (T/año)				
		2028	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**
2028	488.666 T	71,81	70,04	68,31	66,62	64,98
2029	589.402 T	0,00	86,62	84,48	82,39	80,36
2030	543.193 T	0,00	0,00	79,82	77,85	75,93
2031	521.465 T	0,00	0,00	0,00	76,63	74,74
2032	29.102 T	0,00	0,00	0,00	0,00	4,28
		71,81	**156,65**	**232,61**	**303,50**	**300,28**

		Metano generado parques y jardines G_{CH4} (T/año)				
		2028	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**
2028	488.666 T	178,12	165,25	153,31	142,23	131,95
2029	589.402 T	0,00	214,84	199,31	184,91	171,55
2030	543.193 T	0,00	0,00	197,99	183,69	170,41
2031	521.465 T	0,00	0,00	0,00	190,07	176,34
2032	29.102 T	0,00	0,00	0,00	0,00	10,61
		178,12	**380,08**	**550,61**	**700,90**	**660,86**

CALCULO DE EMISIONES DIFUSAS EN LA FASE 2. SIN FASES

		Metano total producido G_{CH4} (T/año)				
		2028	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**
2028	488.666 T	2.099,72	1.939,15	1.792,68	1.658,93	1.536,67
2029	589.402 T	0,00	2.532,56	2.338,90	2.162,23	2.000,91
2030	543.193 T	0,00	0,00	2.334,01	2.155,53	1.992,71
2031	521.465 T	0,00	0,00	0,00	2.240,65	2.069,31
2032	29.102 T	0,00	0,00	0,00	0,00	125,05

G_{CH4} (T/año)	**2.099,72**	**4.471,71**	**6.465,59**	**8.217,34**	**7.724,65**
Q_{CH4} (m³/año)	**3.096.722,84**	**6.595.017,11**	**9.535.642,91**	**12.119.179,23**	**11.392.545,75**

$Q_{biogás}$ (m³/año)	**6.193.445,69**	**13.190.034,21**	**19.071.285,83**	**24.238.358,47**	**22.785.091,50**

Q_{CH4} (m³/año)	**3.096.722,84**	**6.595.017,11**	**9.535.642,91**	**12.119.179,23**	**11.392.545,75**

$$UM_i = Q_i \times \frac{PM_i \times 1\ \text{atm}}{8{,}205 \times 10^{-5} \times 1000 \times (273 + T)}$$

UM_i	Emisión anual del contaminante i en kg/año sin sistema de control	
Q_i	Emisión anual del contaminante i en m³/año	
PM_i	Peso molecular del contaminante i en g/gmol	
T	Temperatura del biogas en ºC	25,0 ºC

UM_{CH4} (kg/año)	**2.031.476,73**	**4.326.387,76**	**6.255.463,49**	**7.950.285,47**	**7.473.607,67**

EMISIONES CON SISTEMA DE CONTROL

Emisiones de CH_4

$$CM_{CH4} = UM_{CH4} * (1-(\eta_{col}/100)) + UM_{CH4}*(\eta_{col}/100)*(1-(\eta_{cont}/100))$$

CM_{CH4}	Emisiones de metano en kg/año en vertedero con sistemas de control	-
UM_{CH4}	Emisiones de metano en kg/año en vertedero sin sistemas de control	-
η_{col}'	Eficiencia del sistema de captación, superficie en explotación tabla 10	50
η_{col}''	Eficiencia del sistema de captación, superficie sellada, tabla 10	85
η_{cont}	Eficiencia del dispositivo de control, tabla 11	86,1

CM_{CH4} (kg/año)	**1.156.926,00**	**2.463.877,83**	**3.562.486,46**	**4.527.687,57**	**4.256.219,57**

Emisiones totales realizando sellados parciales

CM_{CH4} (kg/año)	**1.156.926,00**	**2.463.877,83**	**3.301.150,37**	**3.766.364,61**	**3.551.517,48**

ANEJO Nº 11: DESCRIPCIÓN DEL ACOPIO TEMPORAL

ANEJO Nº11: DESCRIPCIÓN DEL ACOPIO TEMPORAL

1. ANTECEDENTES Y OBJETIVO. 2
2. JUSTIFICACIÓN DE LA UBICACIÓN DE LOS ACOPIOS 3
3. SUPERFICIE PROPUESTA PARA EL ACOPIO TEMPORAL DE TIERRAS DE SELLADO 4
4. VOLUMEN Y DURACIÓN PREVISTA DE LOS ACOPIOS DE TIERRAS DE COBERTURA Y DE GRAVAS 12
5. MEDIDAS PREVENTIVAS PARA LA MINIMZIACIÓN DE LOS IMPACTOS DE LOS ACOPIOS . 13

ANEJO Nº11: DESCRIPCIÓN DEL ACOPIO TEMPORAL

1. ANTECEDENTES Y OBJETIVO.

El presente Anejo pertenece al Proyecto de ejecución de obras de ampliación de la Fase II mediante el recrecido del viario perimetral en el depósito controlado de cola de la Mancomunidad de Gestión de Residuos del Sur en el Complejo Ambiental La Marañosa.

En las actuaciones del movimiento de tierras para la retirada del paquete de sellado actual de la Fase II y de parte de la Fase II, se producirá un excedente de tierras de cobertura de unos **284.450 m³ sobre una superficie estimada de 59.700 m².** considerando el grado de esponjamiento que se produce al excavar las tierras.

Las gravas acopiadas se irán empleando durante la explotación de las Fases II y III, para la formación de viales y de plataformas sobre la superficie de residuos para favorecer la explotación y el tránsito de los vehículos.

La tierra vegetal y tierra de cobertura acopiada se irán empleando parcialmente para la ejecución del sellado de la Fase IV del Depósito Controlado una vez colmatado. El excedente de tierras de cobertura no empleadas en el sellado de la Fase IV se irán utilizando como material de cubrición diaria de los residuos durante la explotación de la Fases II y III.

Se hace necesario por tanto disponer de un acopio de dichas tierras inertes extraídas de la retirada del paquete de sellado de la Fase II y parte de la Fase III para que puedan ser utilizadas en las actuaciones de explotación y sellado antes citadas.

A la vista de las posibles ubicaciones, debiendo todas ellas encontrarse en el entorno del actual vertedero, se plantea como mejor opción, tanto desde el punto de vista técnico como ambiental, **el acopio en los mismos terrenos sobre los cuales se inició el procedimiento de solicitud de modificación no sustancial de la AAI para el anterior acopio de tierras limpias de excavación del vaso de la Fase IV**.

2. JUSTIFICACIÓN DE LA UBICACIÓN DE LOS ACOPIOS

El acopio de tierras de cobertura y de las gravas extraídas durante la retirada del paquete de sellado de la Fase II y de parte de la Fase III, se plantea como una ampliación temporal de parte del proyecto de acopio anterior, y para una cantidad de tierra que supondría únicamente una cuarta parte de la cantidad de tierra acopiada anteriormente, por un plazo de tiempo de aproximadamente 16 meses, muy inferior en todo caso al anterior, teniendo en cuenta, además, que el acopio anterior permaneció casi dos años menos en el terreno que lo previsto inicialmente.

Se plantea, así mismo, con un método de trabajo similar al informado en su momento, por lo que se puede entender que siguen resultando válidos los estudios anteriormente realizados, que los posibles impactos que pudiesen generarse sobre el espacio protegido donde se inscribe serían ahora inferiores a lo ya valorados e informados, y que las condiciones ambientales para la llevar a cabo esta ampliación se entiende resultarían igualmente similares a las anteriormente establecidas, con las salvaguardas que el gestor del espacio protegido pudiese ahora establecer.

Así, la restauración final prevista, se llevaría a cabo a la finalización de los trabajos de la ampliación temporal ahora planteada.

Además, teniendo en cuenta que el acopio que ahora se plantea como parte del proyecto de modificación de la infraestructura del vertedero existente, resulta relevante el hecho de que la mencionada modificación de la Ley 6/1994, ubique actualmente estos terrenos en una zona clasificada como E3 dentro del Parque Regional en torno a los ejes de los cursos bajos de los ríos Manzanares y Jarama, donde resultan permitidas las infraestructuras ambientales.

Respecto al procedimiento ambiental aplicable, el proyecto que se pretende no se encontraría incluido en ninguno de los Anexos de la Ley 21/2013, de evaluación ambiental. Sin embargo, el art 7. 2.b de dicha ley establece que serán objeto de un procedimiento de evaluación ambiental simplificado los proyectos no incluidos ni en el anexo I ni el anexo II que puedan afectar de forma apreciable, directa o indirectamente, a Espacios Protegidos Red Natura 2000. Igualmente, la disposición transitoria primera de la ley 4/2014, de medidas fiscales y administrativas, establece que estarán sujetas al procedimiento de evaluación de impacto ambiental simplificado los proyectos, o sus modificaciones, no incluidos en el Anexo I o II de la Ley 21/2013, que puedan afectar de forma significativa a espacios naturales protegidos, sobre montes en régimen especial, zonas húmedas, embalses protegidos, hábitats de interés comunitario u otras áreas importantes para la conservación de especies en régimen de protección especial.

Por tanto, la ampliación temporal de parte del anterior proyecto de acopio ahora planteada solo requeriría la tramitación de un procedimiento de evaluación de impacto ambiental simplificado en el caso en el que el órgano gestor del espacio protegido determinase que podría suponer afecciones significativas sobre el mismo.

En base a lo anteriormente expuesto, a la vista del cumplimiento de las condiciones establecidas en el Informe de Impacto Ambiental de fecha 20 de marzo de 2020 y en base a lo indicado en la condición 5.8 del Anexo I de la AAI respecto al cambio, modificación o ampliación del proyecto del acopio de tierras, se solicita nuevo informe de la Dirección General, para que determine si dicha modificación puede tener repercusiones significativas sobre el espacio protegido donde se inscribe y, por consiguiente, precisar de un nuevo procedimiento de evaluación de impacto ambiental

3. SUPERFICIE PROPUESTA PARA EL ACOPIO TEMPORAL DE TIERRAS DE SELLADO

La ubicación de los acopios se ha localizado en el extremo sur del área sobre el que se realizó el acopio de tierras limpias de excavación de la Fase IV, en la cual la mayor parte de la restauración vegetal corresponde a la matriz agrícola de terreno cultivable de herbáceas, realizando la restauración mediante arado, una vez retirado el acopio, y afectando lo mínimo a las superficies de plantación de arbolado individual, rodales de arbolado, manchas de matorral y manchas de pradera.

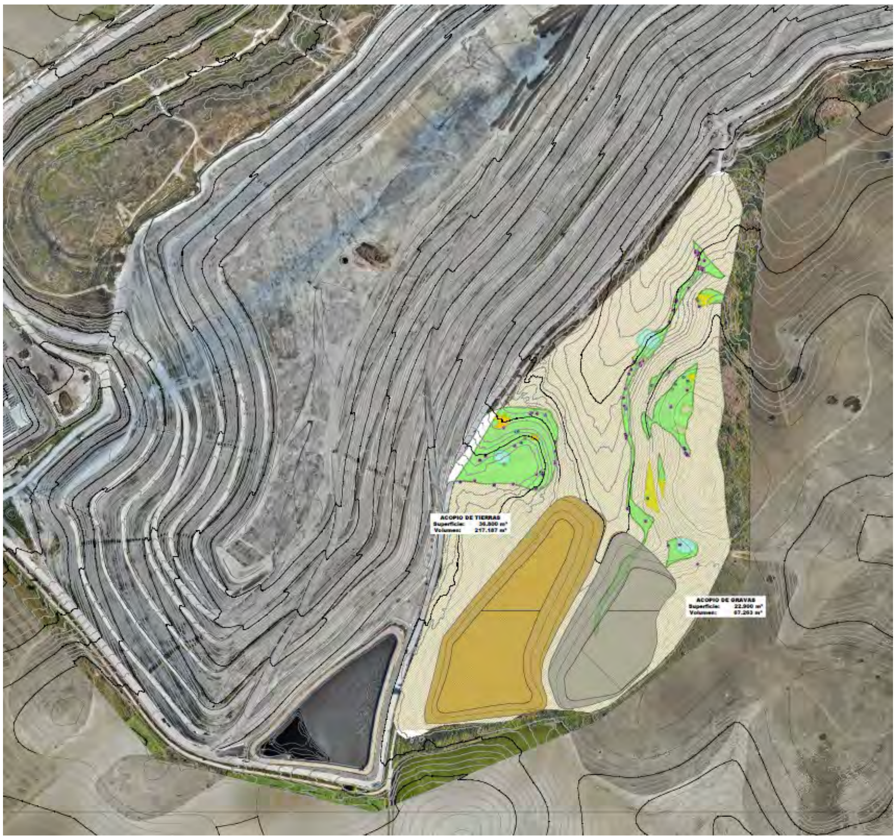


Fig 1: *Ubicación de los acopios de tierras de cobertura y gravas integrado dentro de la superficie del acopio de tierras limpias de la excavación de la Fase IV*

Dentro de la superficie ocupada por el acopio de tierras y gravas se han separado dos acopios dependiendo de la tipología de material a acopiar y el uso que posteriormente se le pueda dar a estas tierras y gravas acopiadas.

La tierra vegetal y tierra de cobertura, con un volumen acopiado de 217.187 m³ ocuparán una superficie de 36.800 m², mientras que las gravas del sellado, con un volumen total acopiado de 67.263 m³ ocuparán una superficie de 22.900 m².

Los taludes de cada uno de los acopios tendrán una inclinación de 2,5H/1,0V, garantizando la estabilidad de los materiales acopiados, y una altura máxima de talud de 15 m para el acopio de tierras de cobertura y de 16 m para el acopio de gravas. La coronación de ambos acopios tendrá una cota máxima de 626,50 m, no superando, por tanto, la cota de la cresta del terreno natural, minimizando el impacto visual de los acopios.

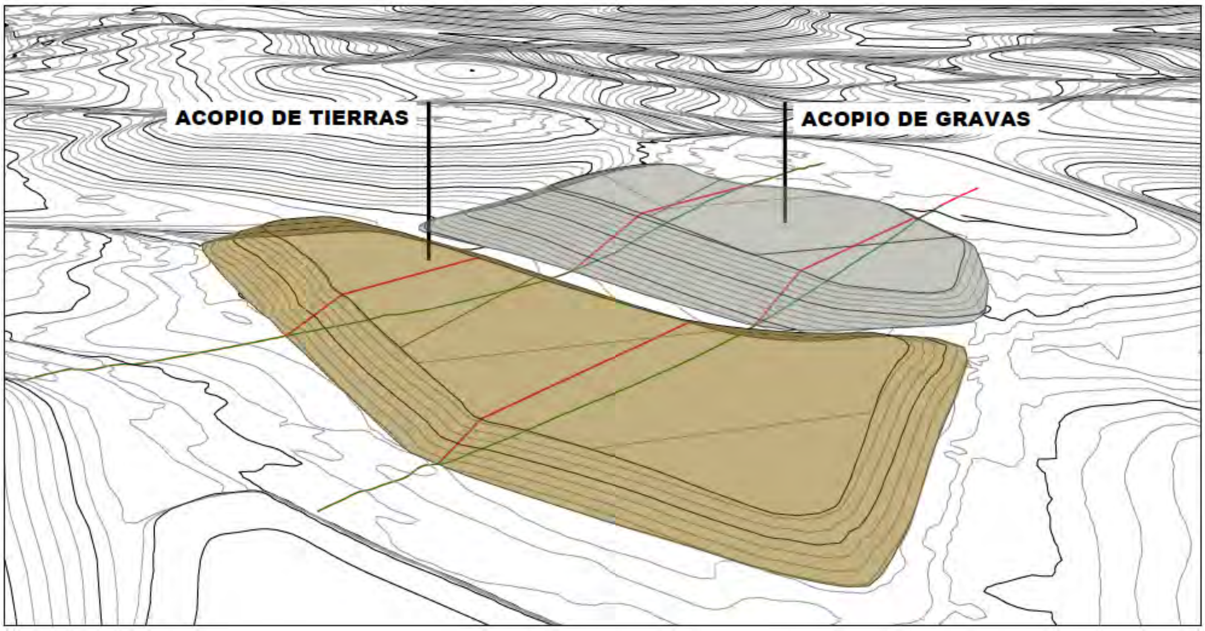


Fig 2: *Vista en perspectiva del modelo de los acopios comprobando que la cota de coronación no supera la creta del terreno natural.*

Previamente a la ejecución del acopio de tierras se extenderá sobre el terreno natural un geotextil anticolmatante de 150 gr/m² de modo que sirva como separación entre el terreno actual y las tierras acopiadas y favorezca la reposición del terreno a su situación actual una vez terminada la duración del acopio. Asimismo, una vez retiradas las tierras del acopio se procederá a realizar un arado de la tierra para poder realizar un esponjamiento del terreno puesto que habrá estado sometido a esfuerzos de compactación durante la duración del acopio.

Este ángulo de inclinación de los taludes está por debajo del ángulo de rozamiento interno tanto de las gravas como del material de cobertura, garantizando de ese modo la estabilidad de las tierras acopiadas. No obstante, en las imágenes siguientes se detallan los círculos de deslizamiento del Estudio de Estabilidad elaborado tanto para el acopio de gravas como para el acopio de tierras de cobertura, para la situación más desfavorable en que ambos acopios se encuentren a su máxima capacidad.

En el cuadro siguiente se resumen los coeficientes de seguridad obtenidos tras la realización del Estudio de Estabilidad, tanto para los acopios secos, como para el caso que se encuentren saturados de agua debido a la precipitación, en cuyo caso se incrementa la densidad del material en 4 KN/m³ para modelizar el relleno de los poros con agua.

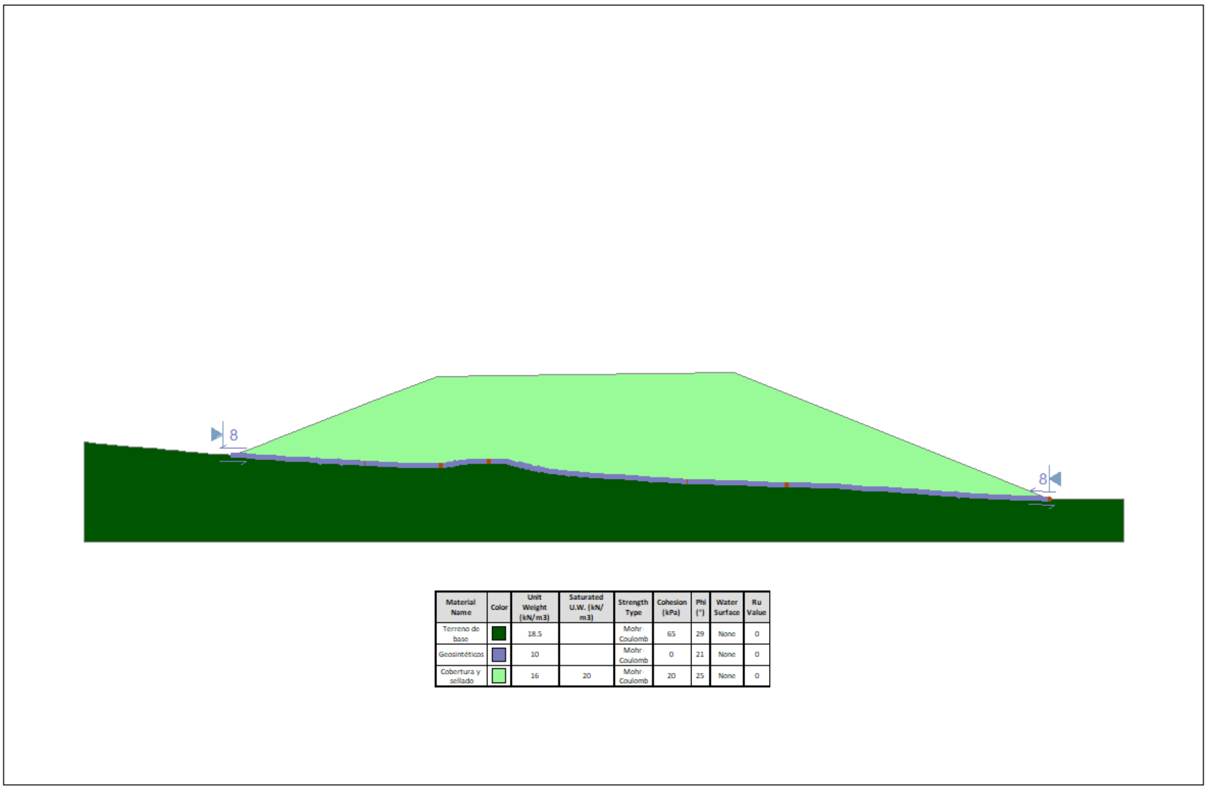
El contacto entre el acopio y el terreno natural se modeliza como una superficie de deslizamiento, puesto que se colocará un geotextil anticolmatante en la base del acopio para evitar la mezcla del terreno natural y el material acopiado, manteniendo de ese modo las medidas correctoras que se contemplaban en el acopio de tierras excavadas de la Fase IV.

		Resultados del Cálculo	Coeficiente de seguridad exigido
Hipótesis 1: Situación ordinaria Tierras secas	Acopio de tierras de cobertura.	1,774	1,40
	Acopio de gravas	1,554	
Hipótesis 2: Situación extraordinaria: Tierras saturadas de agua debido a precipitación	Acopio de tierras de cobertura.	1,691	1,30
	Acopio de gravas	1,554	

El coeficiente de seguridad exigido se obtiene a partir de la publicación del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico en el que se detallan la Recomendaciones para el establecimiento de criterios de ubicación, diseño y programas de vigilancia en vertederos, asemejando los acopios de gravas y de tierras de cobertura a un vertedero de inertes, y aplicando los mismos coeficientes requeridos para un vertedero de inertes tanto para la situación ordinaria como para la situación extraordinaria.

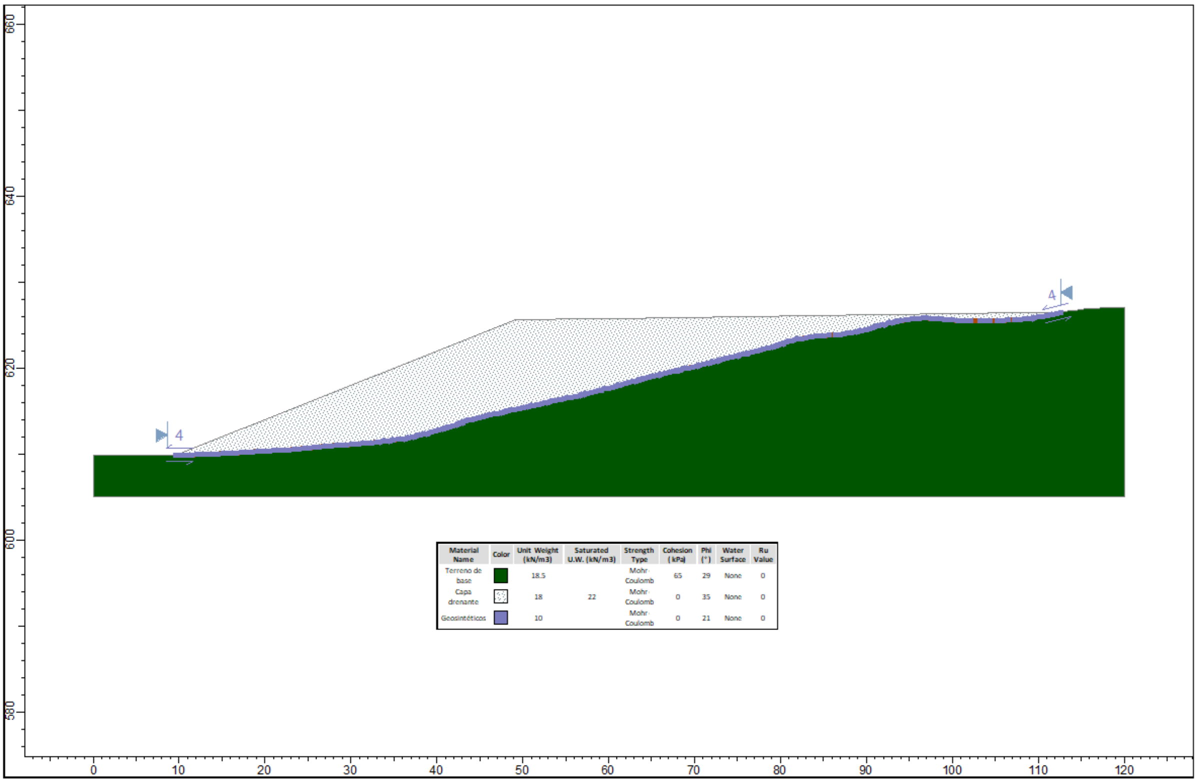
Según el cuadro anterior, en todos los casos el coeficiente de seguridad es superior al coeficiente de seguridad exigido, por lo que se concluye que ambos acopios son estables.

En las imágenes siguientes se detallan los perfiles de cálculo considerados y los resultados de los círculos de deslizamiento para cada una de las hipótesis consideradas.



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Saturated U.W. (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (°)	Water Surface	Ru Value
Terreno de base	🟩	18.5		Mohr-Coulomb	65	29	None	0
Geosintéticos	🟪	10		Mohr-Coulomb	0	21	None	0
Cobertura y sellado	🟩	16	20	Mohr-Coulomb	20	25	None	0

Fig 3: *Modelo geométrico de cálculo para el acopio de las tierras de cobertura*



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Saturated U.W. (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (°)	Water Surface	Ru Value
Terreno de base	🟩	18.5		Mohr-Coulomb	65	29	None	0
Capa drenante	▨	18	22	Mohr-Coulomb	0	35	None	0
Geosintéticos	🟪	10		Mohr-Coulomb	0	21	None	0

Fig 4: *Modelo geométrico de cálculo para el acopio de gravas*

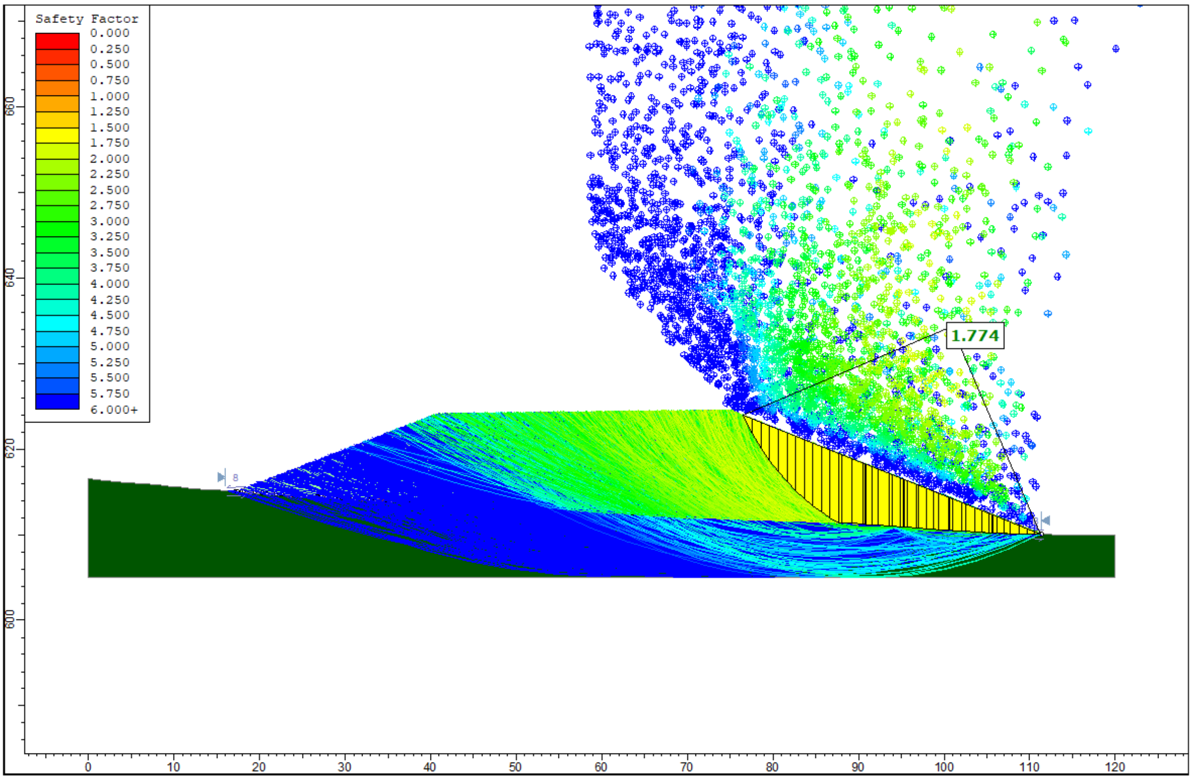


Fig 5: *Resultado gráfico del círculo de deslizamiento para el acopio de tierra de cobertura en la hipótesis 1 de la situación ordinaria de tierras secas.*

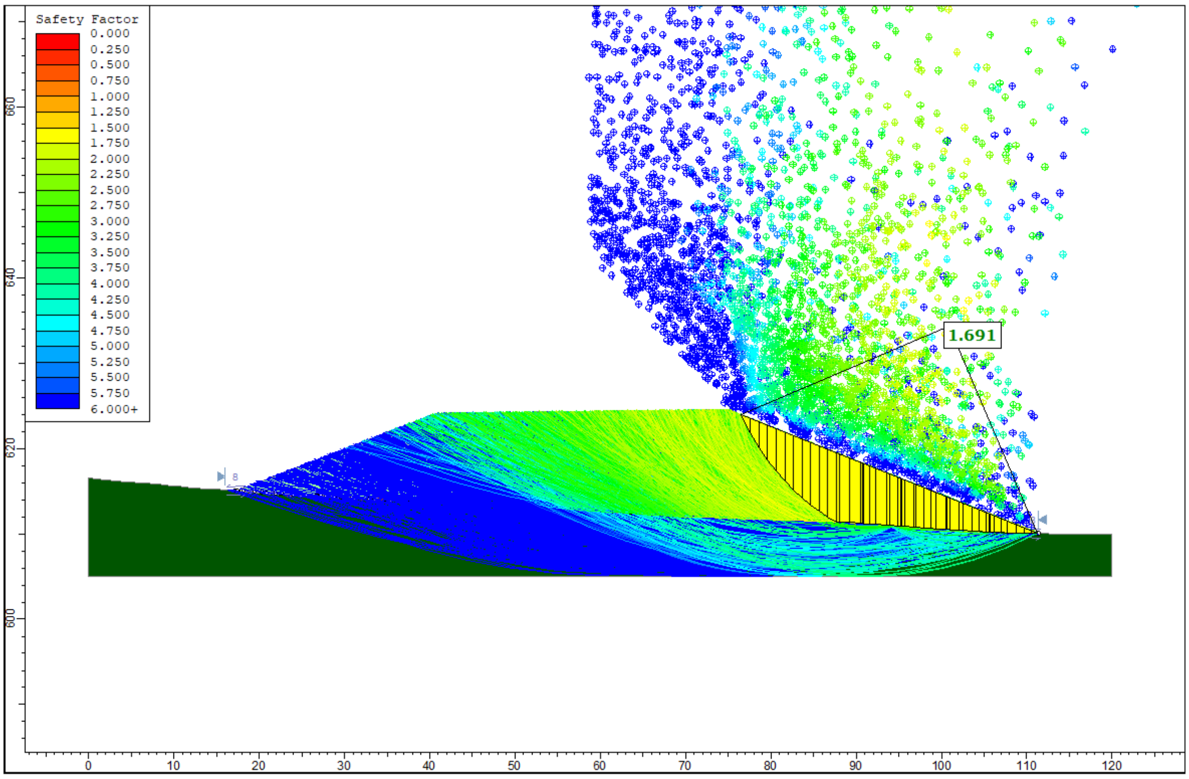


Fig 6: *Resultado gráfico del círculo de deslizamiento para el acopio de tierra de cobertura en la hipótesis 2 de la situación ordinaria de tierras saturadas de agua.*

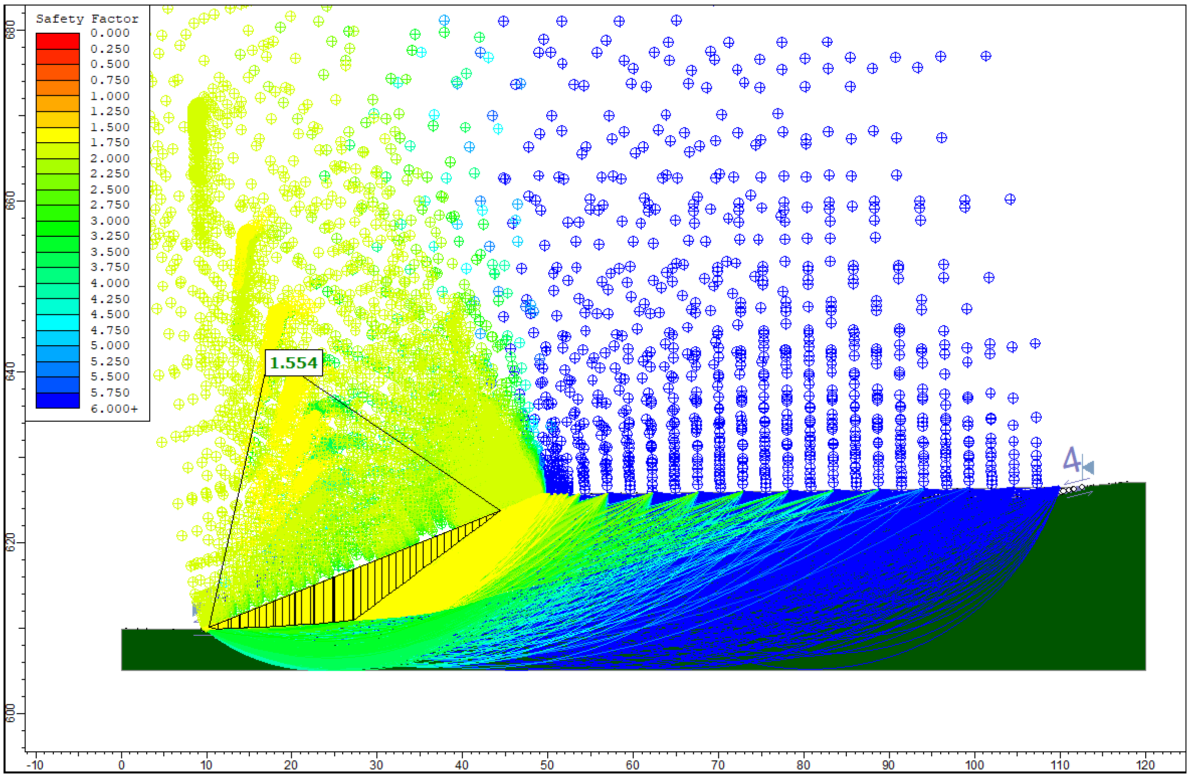


Fig 7: *Resultado gráfico del círculo de deslizamiento para el acopio de gravas en la hipótesis 1 de la situación ordinaria de tierras secas.*

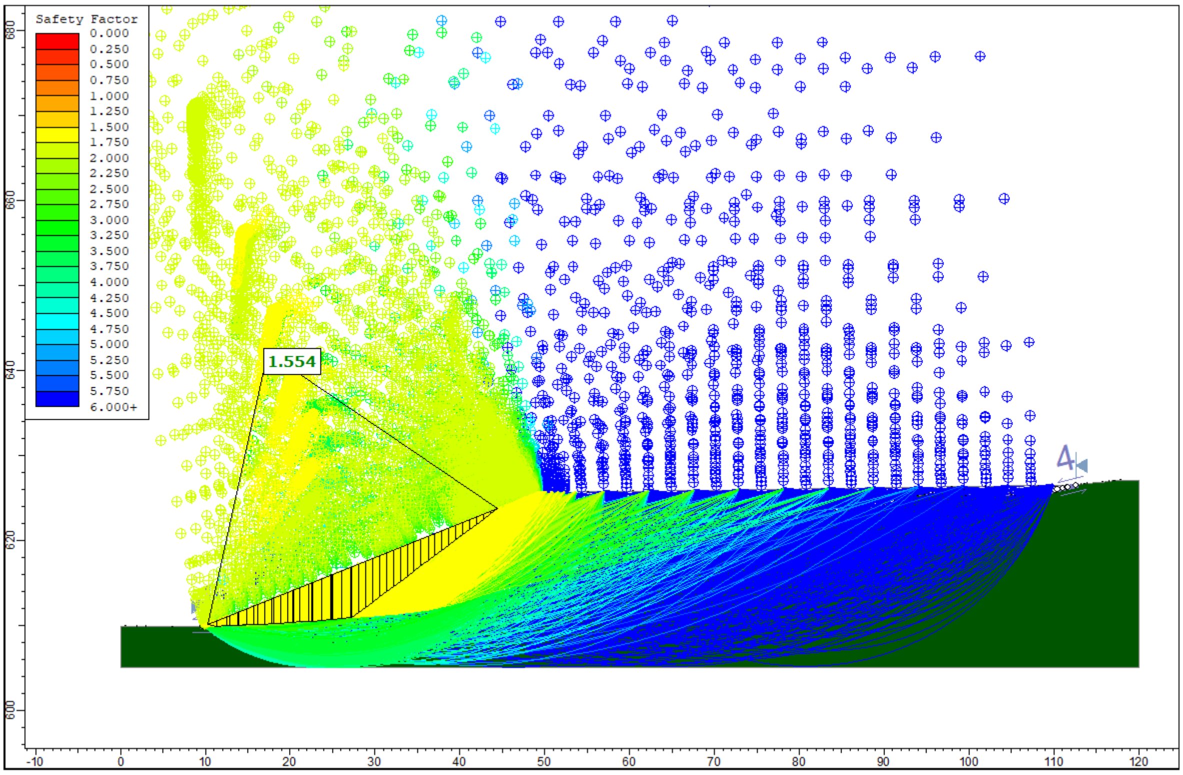


Fig 8: *Resultado gráfico del círculo de deslizamiento para el acopio de gravas en la hipótesis 2 de la situación ordinaria de tierras saturadas de agua.*

Con la morfología de los acopios propuestas, se ha creado una vaguada central, de modo que se evite que existan puntos bajos exteriores en los que pudieran quedarse retenidas las escorrentías exteriores.

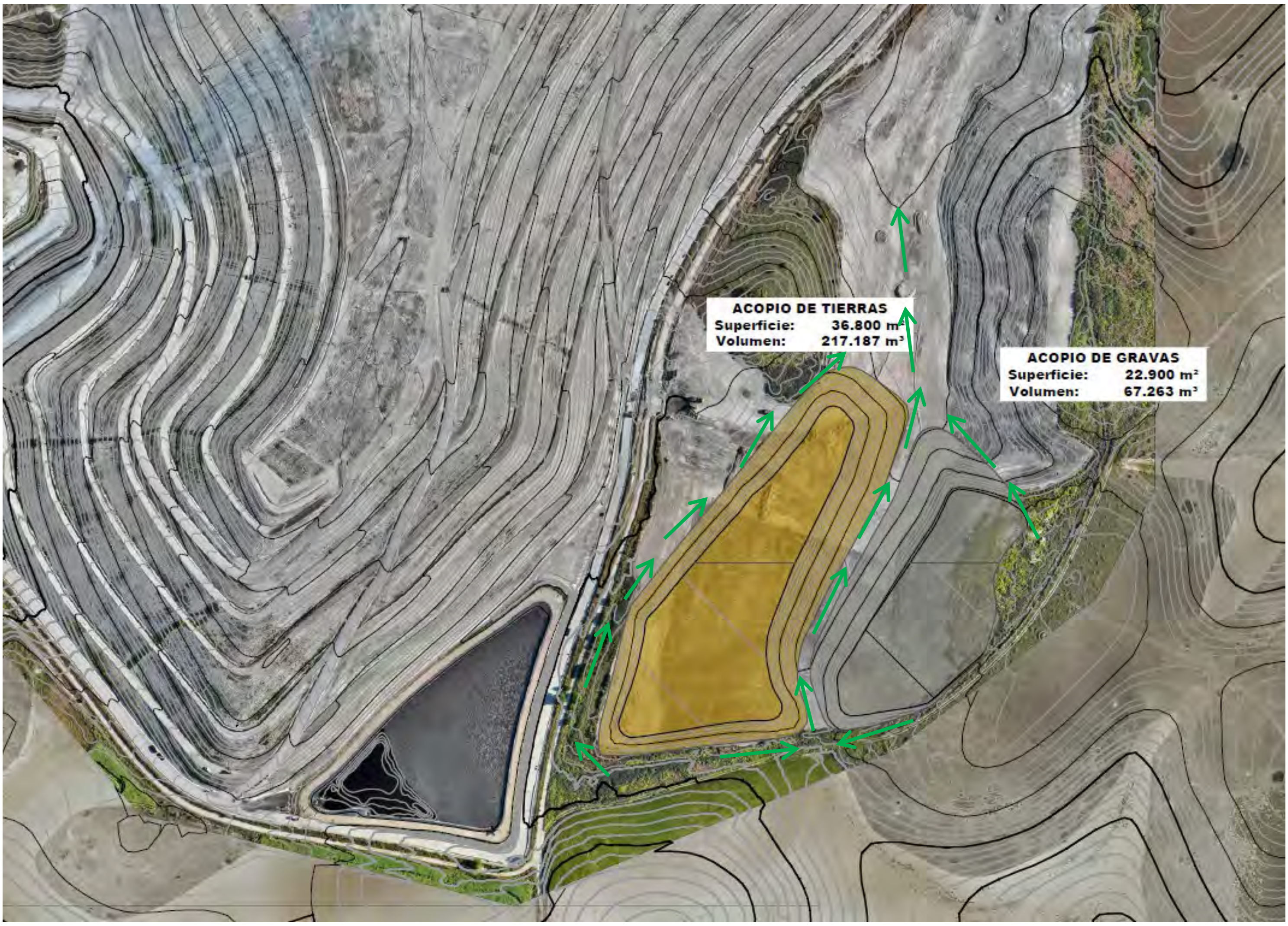

ACOPIO DE TIERRAS
Superficie: 36.800 m²
Volumen: 217.187 m³
ACOPIO DE GRAVAS
Superficie: 22.900 m²
Volumen: 67.263 m³

Fig 9: *Solución adoptada para los acopios. Dirección de evacuación de escorrentías principales*

4. VOLUMEN Y DURACIÓN PREVISTA DE LOS ACOPIOS DE TIERRAS DE COBERTURA Y DE GRAVAS

En los puntos siguientes se detalla la duración temporal de los acopios propuestos:

1. Excavación del volumen de 217.187 m³ de tierra vegetal y tierra de cobertura del sellado de la Fase II y coronación de la Fase III del Depósito Controlado, que se irán acopiando en la superficie prevista con una duración de aproximadamente 2 meses.
2. Excavación y acopio del volumen de 67.263 m³ de gravas del sellado de la Fase II y coronación de la Fase III del Depósito Controlado, cuyo comienzo está previsto al finalizar la excavación y acopio de la tierra vegetal y de cobertura, y tendrá una duración estimada de aproximadamente medio mes.
3. Una vez concluya la explotación de la Fase IV, actualmente en explotación del Depósito Controlado, estimada en unos 8 meses después del inicio del acopio de tierras, y habiendo concluido previamente las obras de adecuación de la superficie de las Fases II y III del Depósito Controlado, comenzará la explotación de la ampliación de las Fases II y III.
4. Las gravas acopiadas se irán empleando durante la explotación de las Fases II y III, para la formación de viales y de plataformas sobre la superficie de residuos para favorecer la explotación y el tránsito de los vehículos. Se estima que el volumen de gravas acopiado de 67.263 m³ se haya consumido y retirado del acopio en un plazo de tiempo inferior a 2 años desde el inicio del acopio.
5. La tierra vegetal y tierra de cobertura acopiada se irán empleando parcialmente para la ejecución del sellado de la Fase IV del Depósito Controlado una vez colmatado. Las obras de sellado de la Fase IV tendrán una duración estimada de 8 meses, que comenzará al colmatar la Fase IV y se irá ejecutando en paralelo a la explotación de las Fases II y III, por lo que, está previsto la finalización del sellado de la Fase IV antes de cumplir el plazo de 2 años desde el inicio del acopio de tierras. El volumen de tierra vegetal y tierras de cobertura necesario para el sellado de la Fase IV es de aproximadamente 159.500 m³.
6. El volumen restante de 57.687 m³ de tierra vegetal y tierra de cobertura que no se haya empleado en el sellado de la Fase IV del Depósito Controlado, se irá empleando como material de cubrición diaria de los residuos durante la explotación de la Fases II y III. Está previsto que el acopio de estas 57.687 m³ se agote en unos 4 o 5 meses desde el inicio de la explotación, siempre dentro de los 2 años de plazo desde el inicio del acopio de tierras

En el siguiente gráfico se detalla el cronograma previsto de acopio de tierras y gravas, que aunque sea una estimación, y esté condicionado por el ritmo real de entrada de residuos en la Fase IV y su período de colmatación, en todo caso la duración del acopio será inferior a 2 años.

	AÑO 1											
	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12
Excavación y acopio de tierras de cobertura y tierra vegetal	108.594 m³	108.594 m³										
Excavación y acopio de gravas			67.263 m³									
Obras de adecuación de Fases II y III	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨					
Explotación de Fase IV	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨				
Explotación de Fases II y III									▨	▨	▨	▨
Obras de Sellado de Fase IV									▨	▨	▨	▨
Retirada de gravas para formación de viarios y plataformas									8.408 m³	8.408 m³	8.408 m³	8.408 m³
Retirada de tierras de cobertura en sellado Fase IV												
Retirada de tierras de cobertura para cubrición residuos									7.211 m³	7.211 m³	7.211 m³	7.211 m³

VOLUMEN TOTAL ACOPIO TIERRAS DE COBERTURA	108.594 m³	217.187 m³	217.187 m³	217.187 m³	217.187 m³	217.187 m³	217.187 m³	217.187 m³	209.976 m³	202.765 m³	195.554 m³	188.344 m³
VOLUMEN TOTAL ACOPIO DE GRAVAS	0 m³	0 m³	67.263 m³	67.263 m³	67.263 m³	67.263 m³	67.263 m³	67.263 m³	58.855 m³	50.447 m³	42.039 m³	33.632 m³

	AÑO 2											
	MES 13	MES 14	MES 15	MES 16	MES 17	MES 18	MES 19	MES 20	MES 21	MES 22	MES 23	MES 24
Excavación y acopio de tierras de cobertura y tierra vegetal												
Excavación y acopio de gravas												
Explotación de Fase IV												
Explotación de Fases II y III	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨
Sellado de Fase IV	▨	▨	▨	▨								
Retirada de gravas para formación de viarios y plataformas	8.408 m³	8.408 m³	8.408 m³	8.408 m³								
Retirada de tierras de cobertura en sellado Fase IV	45.571 m³	45.571 m³	45.571 m³	22.786 m³								
Retirada de tierras de cobertura para cubrición residuos	7.211 m³	7.211 m³	7.211 m³	7.211 m³								

VOLUMEN TOTAL ACOPIO TIERRAS DE COBERTURA	135.561 m³	82.779 m³	29.997 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³
VOLUMEN TOTAL ACOPIO DE GRAVAS	25.224 m³	16.816 m³	8.408 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³	0 m³

5. MEDIDAS PREVENTIVAS PARA LA MINIMZIACIÓN DE LOS IMPACTOS DE LOS ACOPIOS

El acopio de tierras de cobertura y de gravas objeto del presente Proyecto, estará sometido a las mismas medidas preventivas y correctoras que se han ido aplicando al **acopio de tierras limpias de excavación del vaso de la Fase IV**, y que se enumeran a continuación:

- Se evita en todo momento, ocupar la tesela contigua al camino perimetral del vertedero donde se localiza el hábitat 6220*, según la cartografía del Parque del Sureste.
- Designación de un responsable en obra encargado de la correcta implementación de las medidas protectoras y correctoras.
- Los horarios de actividad en obra durante la fase constructiva se limitarán de 8 a 18 horas en periodo invernal y de 8 a 20 h en periodo estival, es decir, a las horas de luz natural.
- Jalonamiento de la zona de obras y de las islas con vegetación natural.
- El promotor deberá exigir acreditación del correcto estado de la maquinaria a emplear para evitar emisiones atmosféricas (gases contaminantes y ruido) en niveles superiores a los

establecidos en las respectivas especificaciones, o eventuales derrames de aceites. Las acreditaciones deberán estar disponibles en obra para cualquier agente de la autoridad pueda comprobarlas.

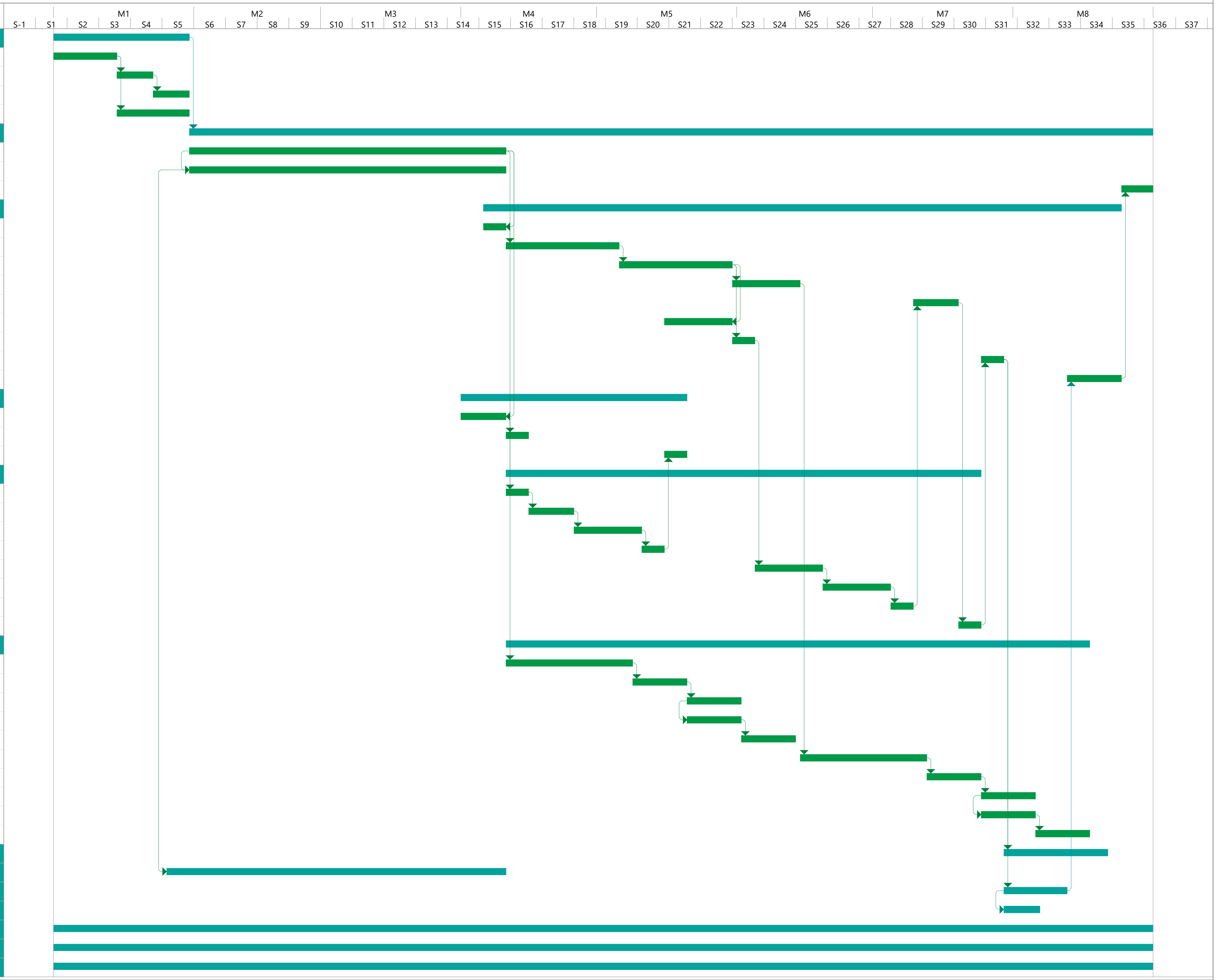
- Se minimizará el uso de maquinaria de alta potencia acústica y baja eficacia energética.
- Limitación a 20 km/h de la velocidad y movimientos de maquinaria. Cubrición de la carga de los camiones.
- Control del ruido.
- Riego periódico de los viales de tránsito y del acopio.
- Durante las obras se contará con extintores de incendios que cumplan la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo. Todo personal de obra deberá estar formado correctamente en su uso.
- Gestión correcta y separativa de residuos.
- A fin de garantizar la estabilidad del acopio se programarán revisiones periódicas de los taludes del acopio y se realizarán levantamientos topográficos periódicos.
- Previamente se han recolectado de propágulos y semillas de vegetación leñosa natural y germinación y mantenimiento en vivero, para la revegetación.
- Prospección visual de las islas de vegetación natural en busca de fauna y su recogida.
- Protección de las cuencas de escorrentía.
- Revegetación tras la retirada de los acopios de las islas de vegetación natural que se hayan mantenido ocupados.

ANEJO Nº 12: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

ANEJO Nº 13: PLAN DE OBRA

PROGRAMA DE TRABAJOS FASE 1
RECRECIDO DE VIARIO Y ADECUACIÓN CORONACIÓN FASES II Y III

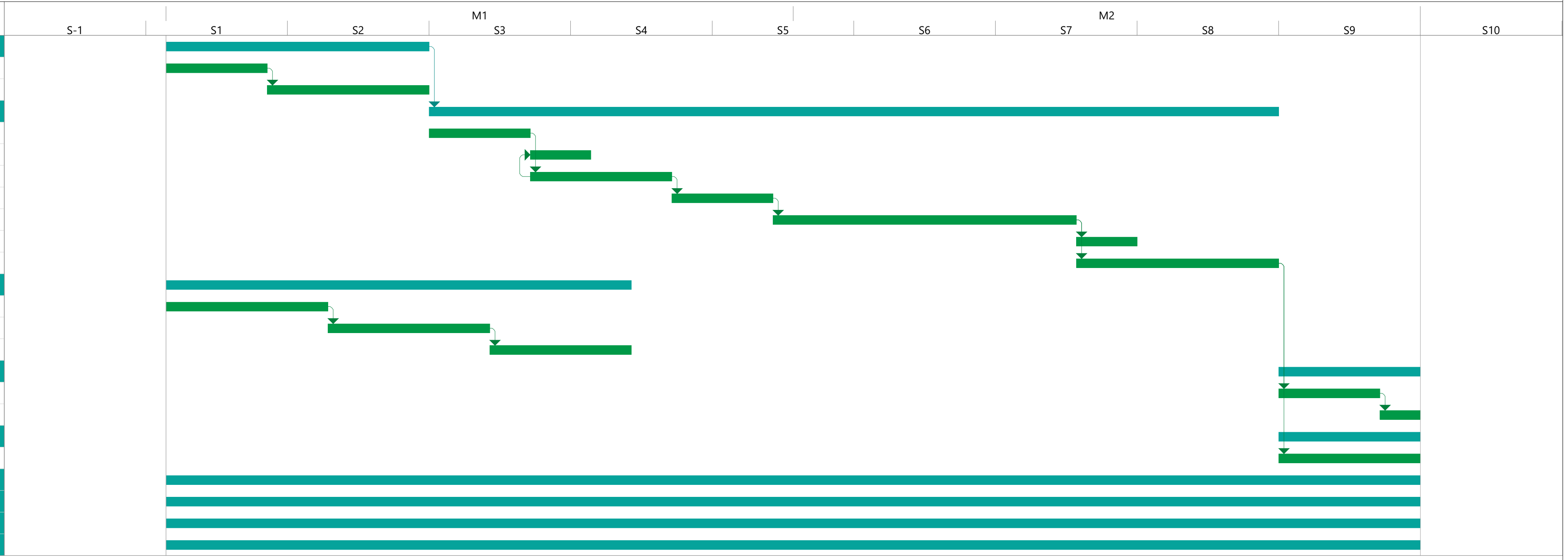
Id	Nombre de tarea	Duración
1	**DESMONTAJES PREVIOS RED DE DESGASIFICACIÓN**	**30 días**
2	DESMONTAJE CABEZAL POZO DE CAPTACIÓN PEAD 250	14 días
3	DESMONTAJE DE TUBERÍA GAS PE D=90 mm.SDR 17,6 BIOGÁS	8 días
4	DESMONTAJE DE TUBERÍA GAS PE D=250 mm.SDR 17,6 BIOGÁS	8 días
5	DESMONTAJE ESTACION DE REGULACION Y MEDIDA	16 días
6	**MOVIMIENTO DE TIERRA Y PERFILADOS**	**213 días**
7	EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO	70 días
8	CARGA Y TRANSPORTE EN OBRA	70 días
9	RIPADO DEL TERRENO PARA ROTURA LÁMINA	7 días
10	**RECRECIDO DEL CAMINO**	**141 días**
11	DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO	5 días
12	MURO DE HORMIGÓN	25 días
13	TERRAPLÉN DE PRÉSTAMOS CON SUELOS ADECUADOS	25 días
14	CAPA IMPERMEABLE ARCILLA	15 días
15	CAPA DE GRAVAS DE DRENAJE	10 días
16	ESCOLLERA DE PROTECCIÓN	15 días
17	ZANJA DE ANCLAJE	5 días
18	RELLENO DE ZANJA DE ANCLAJE	5 días
19	AFIRMADO Y PAVIMENTACIÓN	12 días
20	**MOTAS PERIMETRALES**	**50 días**
21	TERRAPLÉN CON SUELO TOLERABLE DE LA EXCAVACIÓN	10 días
22	ZANJA DE ANCLAJE	5 días
23	RELLENO DE ZANJA DE ANCLAJE	5 días
24	**GEOSINTÉTICOS**	**105 días**
25	GEOTEXTIL NO TEJIDO 300 gr/m² BAJO LAMINA	5 días
26	CORTE, LIMPIEZA Y ACONDICIONAM. LAMINA	10 días
27	IMPER.LÁM.P.E.A.D. TEXTURIZADA 2,0 mm. EN MOTAS	15 días
28	GEOTEXTIL NO TEJIDO 300 gr/m² SOBRE LÁMINA	5 días
29	GEOCOMPUESTO BENTONÍTICO	15 días
30	IMPER.LÁM.P.E.A.D. TEXTURIZADA 2,0 mm. EN VIARIO	15 días
31	GEOTEXTIL NO TEJIDO 500 gr/m² SOBRE LAMINA VIARIO	5 días
32	GEOTEXTIL ANTICOLMATANTE NO TEJIDO 150 gr/m²	5 días
33	**REPOSICIÓN DE RED DE DESGASIFICACIÓN**	**129 días**
34	ESTACIÓN DE REGULACIÓN Y MEDIDA CORONACIÓN	28 días
35	MONTAJE DE CABEZAL DE POZO DE CAPTACIÓN	12 días
36	MONTAJE DE TUBERÍA ACOPIADA PE D=90 mm.SDR 17,6	12 días
37	TUBERÍA GAS PE D=90 mm.SDR 17,6 BIOGÁS	12 días
38	TUBERÍA GAS PE D=250 mm.SDR 17,6 BIOGÁS	12 días
39	ESTACIÓN DE REGULACIÓN Y MEDIDA EN PIE DE TALUD	28 días
40	MONTAJE DE CABEZAL DE POZO DE CAPTACIÓN	12 días
41	MONTAJE DE TUBERÍA ACOPIADA PE D=90 mm.SDR 17,6	12 días
42	TUBERÍA GAS PE D=90 mm.SDR 17,6 BIOGÁS	12 días
43	TUBERÍA GAS PE D=250 mm.SDR 17,6 BIOGÁS	12 días
44	**REPOSICIÓN DE ALUMBRADO**	**23 días**
45	**ACOPIO DE TIERRA Y GRAVAS**	**75 días**
46	**ACCESOS Y REPOSICIÓN DE VIARIOS**	**14 días**
47	**BALIZAMIENTO Y DEFENSAS**	**8 días**
48	**SEGURIDAD Y SALUD**	**243 días**
49	**GESTIÓN DE RESIDUOS**	**243 días**
50	**CONTROL DE CALIDAD**	**243 días**



Tarea	🟩	Resumen	▬	Hito inactivo	◇	solo duración	▬	solo el comienzo	[	Hito externo	◆	Progreso manual	─		
División	┈┈┈	Resumen del proyecto	┌─┐	Resumen inactivo	┌─┐	Informe de resumen manual	▬	solo fin	]	Fecha límite	↓				
Hito	◆	Tarea inactiva	▭	Tarea manual	▬	Resumen manual	┌─┐	Tareas externas	▬	Progreso	─				

PROGRAMA DE TRABAJOS FASE 2
SELLADO ETAPA 1

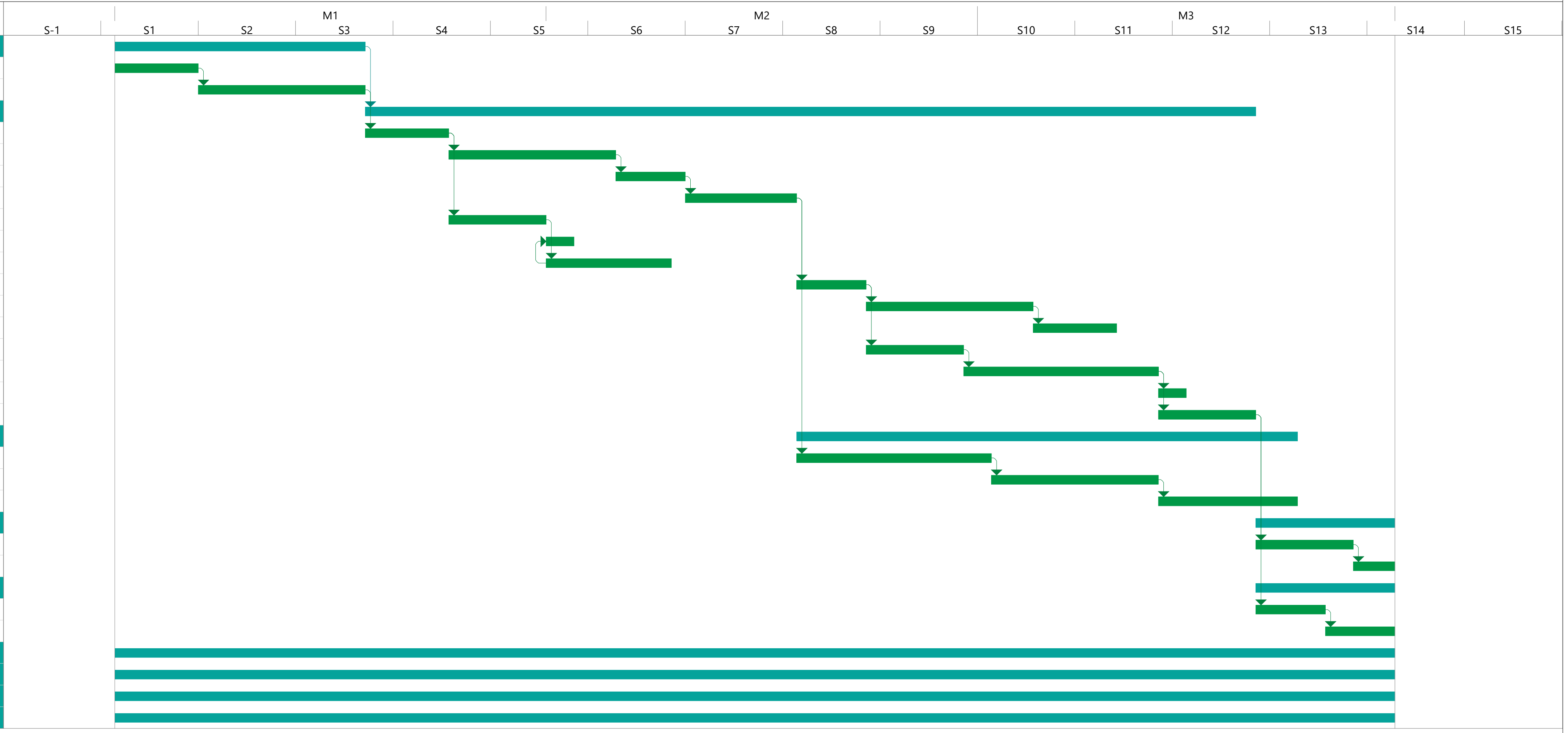
Id	Nombre de tarea	Duración
1	**REPERFILADO Y COBERTURA DE RESIDUOS**	**13 días**
2	PERFILADO TALUDES, BERMAS Y CORONACIÓN	5 días
3	EXTENDIDO DE TIERRAS PROC. DE PRESTAMOS	8 días
4	**CAPAS DE SELLADO**	**42 días**
5	GEOCOMPUESTO DRENANTE E= 5 mm DRENAJE GASES	5 días
6	CORTE, LIMPIEZA Y ACONDICIONAM. LAMINA	3 días
7	IMPER.LÁM.P.E.A.D. TEXTURIZADA 2,0 mm. EN TALUDES	7 días
8	GEOCOMPUESTO DRENANTE E= 5 mm DRENAJE ESCORRENTÍAS	5 días
9	EXTENDIDO DE TIERRAS PROC. DE PRESTAMOS	15 días
10	ZAHORRA ARTIFICIAL BASE 75% MACHAQUEO	3 días
11	TERRAPLÉN TERR. EXCAVAC C/MAT.ORGANICA	10 días
12	**RED DE DESGASIFICACIÓN**	**23 días**
13	BENTONITA EN GRANULOS K=10-9 m/s	8 días
14	BABERO PEAD 250 PARA SOLDADURA A LÁMINA	8 días
15	CABEZAL POZO DE CAPTACIÓN PEAD 250	7 días
16	**RED DE ESCORRENTÍAS SUPERFICIALES**	**7 días**
17	CUNETA TRIANGULAR EN TIERRAS H=0,50m	5 días
18	BAJANTE MEDIANTE ZANJA DRENANTE	2 días
19	**REVEGETACIÓN**	**7 días**
20	HIDROSIEMBRA TALUDES SEMILLAS 350 kg/Ha	7 días
21	**BASE MÓVIL DE CONTROL TOPOGRÁFICO**	**62 días**
22	**SEGURIDAD Y SALUD**	**62 días**
23	**GESTIÓN DE RESIDUOS**	**62 días**
24	**CONTROL DE CALIDAD**	**62 días**



Tarea	🟩	Resumen	🟦	Hito inactivo	◇	solo duración	▭	solo el comienzo	[	Hito externo	◆	Progreso manual	—
División	⋯	Resumen del proyecto	⊓	Resumen inactivo	⊓	Informe de resumen manual	—	solo fin	]	Fecha límite	⬇		
Hito	◆	Tarea inactiva	▭	Tarea manual	▭	Resumen manual	⊓	Tareas externas	▬	Progreso	—		

PROGRAMA DE TRABAJOS FASE 2
SELLADO ETAPA 2

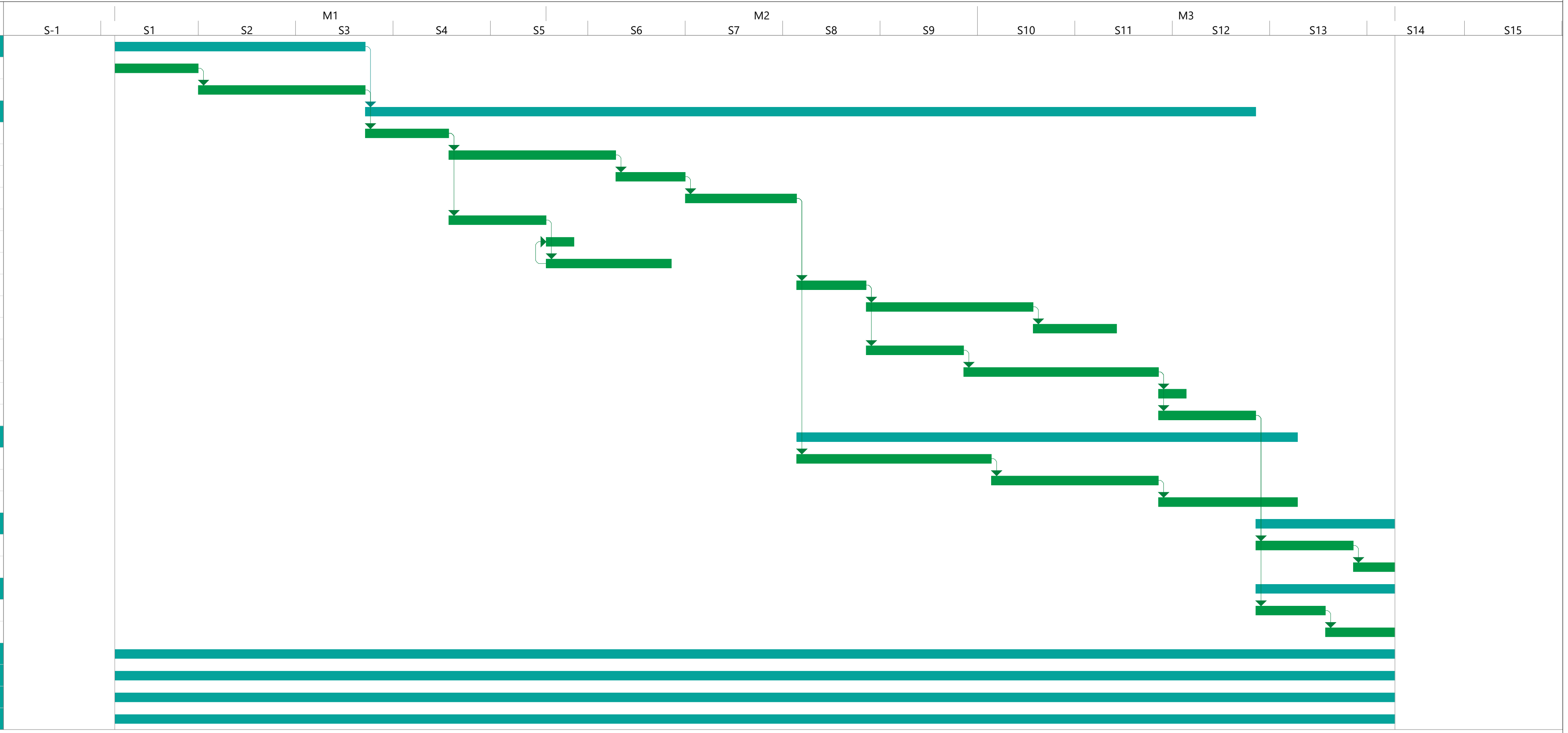
Id	Nombre de tarea	Duración
1	**REPERFILADO Y COBERTURA DE RESIDUOS**	**18 días**
2	PERFILADO TALUDES, BERMAS Y CORONACIÓN	6 días
3	EXTENDIDO DE TIERRAS PROC. DE PRESTAMOS	12 días
4	**CAPAS DE SELLADO**	**64 días**
5	GEOTEXTIL NO TEJIDO 150 gr/m² ANTICOLMATANTE BAJO GRAVAS	6 días
6	CAPA GRANULAR DRENAJE GASES	12 días
7	GEOTEXTIL NO TEJIDO 300 gr/m² BAJO LÁMINA	5 días
8	IMPER.LÁM.P.E.A.D. LISA 2,0 mm. EN CORONACIÓN	8 días
9	GEOCOMPUESTO DRENANTE E= 5 mm DRENAJE GASES	7 días
10	CORTE, LIMPIEZA Y ACONDICIONAM. LAMINA	2 días
11	IMPER.LÁM.P.E.A.D. TEXTURIZADA 2,0 mm. EN TALUDES	9 días
12	GEOTEXTIL NO TEJIDO 300 gr/m² SOBRE LÁMINA	5 días
13	CAPA GRANULAR DRENAJE ESCORRENTÍAS	12 días
14	GEOTEXTIL NO TEJIDO 150 gr/m² ANTICOLMATANTE SOBRE GRAVAS	6 días
15	GEOCOMPUESTO DRENANTE E= 5 mm DRENAJE ESCORRENTÍAS	7 días
16	EXTENDIDO DE TIERRAS PROC. DE PRESTAMOS	14 días
17	ZAHORRA ARTIFICIAL BASE 75% MACHAQUEO	2 días
18	TERRAPLÉN TERR. EXCAVAC C/MAT.ORGANICA	7 días
19	**RED DE DESGASIFICACIÓN**	**36 días**
20	BENTONITA EN GRANULOS K=10-9 m/s	14 días
21	BABERO PEAD 250 PARA SOLDADURA A LÁMINA	12 días
22	CABEZAL POZO DE CAPTACIÓN PEAD 250	10 días
23	**RED DE ESCORRENTÍAS SUPERFICIALES**	**10 días**
24	CUNETA TRIANGULAR EN TIERRAS H=0,50m	7 días
25	BAJANTE MEDIANTE ZANJA DRENANTE	3 días
26	**REVEGETACIÓN**	**10 días**
27	HIDROSIEMBRA TALUDES SEMILLAS 350 kg/Ha	5 días
28	HIDROSIEMBRA CORONACIÓN SEMILLAS 250 kg/Ha	5 días
29	**BASE MÓVIL DE CONTROL TOPOGRÁFICO**	**92 días**
30	**SEGURIDAD Y SALUD**	**92 días**
31	**GESTIÓN DE RESIDUOS**	**92 días**
32	**CONTROL DE CALIDAD**	**92 días**



Tarea	▬	Resumen	▬	Hito inactivo	◇	solo duración	▬	solo el comienzo	[	Hito externo	◆	Progreso manual	─
División	┈	Resumen del proyecto	┌┐	Resumen inactivo	┌┐	Informe de resumen manual	▬	solo fin	]	Fecha límite	⇩		
Hito	◆	Tarea inactiva	▭	Tarea manual	▬	Resumen manual	┌┐	Tareas externas	▬	Progreso	─		

PROGRAMA DE TRABAJOS FASE 2
SELLADO ETAPA 3

Id	Nombre de tarea	Duración
1	**REPERFILADO Y COBERTURA DE RESIDUOS**	**18 días**
2	PERFILADO TALUDES, BERMAS Y CORONACIÓN	6 días
3	EXTENDIDO DE TIERRAS PROC. DE PRESTAMOS	12 días
4	**CAPAS DE SELLADO**	**64 días**
5	GEOTEXTIL NO TEJIDO 150 gr/m² ANTICOLMATANTE BAJO GRAVAS	6 días
6	CAPA GRANULAR DRENAJE GASES	12 días
7	GEOTEXTIL NO TEJIDO 300 gr/m² BAJO LÁMINA	5 días
8	IMPER.LÁM.P.E.A.D. LISA 2,0 mm. EN CORONACIÓN	8 días
9	GEOCOMPUESTO DRENANTE E= 5 mm DRENAJE GASES	7 días
10	CORTE, LIMPIEZA Y ACONDICIONAM. LAMINA	2 días
11	IMPER.LÁM.P.E.A.D. TEXTURIZADA 2,0 mm. EN TALUDES	9 días
12	GEOTEXTIL NO TEJIDO 300 gr/m² SOBRE LÁMINA	5 días
13	CAPA GRANULAR DRENAJE ESCORRENTÍAS	12 días
14	GEOTEXTIL NO TEJIDO 150 gr/m² ANTICOLMATANTE SOBRE GRAVAS	6 días
15	GEOCOMPUESTO DRENANTE E= 5 mm DRENAJE ESCORRENTÍAS	7 días
16	EXTENDIDO DE TIERRAS PROC. DE PRESTAMOS	14 días
17	ZAHORRA ARTIFICIAL BASE 75% MACHAQUEO	2 días
18	TERRAPLÉN TERR. EXCAVAC C/MAT.ORGANICA	7 días
19	**RED DE DESGASIFICACIÓN**	**36 días**
20	BENTONITA EN GRANULOS K=10-9 m/s	14 días
21	BABERO PEAD 250 PARA SOLDADURA A LÁMINA	12 días
22	CABEZAL POZO DE CAPTACIÓN PEAD 250	10 días
23	**RED DE ESCORRENTÍAS SUPERFICIALES**	**10 días**
24	CUNETA TRIANGULAR EN TIERRAS H=0,50m	7 días
25	BAJANTE MEDIANTE ZANJA DRENANTE	3 días
26	**REVEGETACIÓN**	**10 días**
27	HIDROSIEMBRA TALUDES SEMILLAS 350 kg/Ha	5 días
28	HIDROSIEMBRA CORONACIÓN SEMILLAS 250 kg/Ha	5 días
29	**BASE MÓVIL DE CONTROL TOPOGRÁFICO**	**92 días**
30	**SEGURIDAD Y SALUD**	**92 días**
31	**GESTIÓN DE RESIDUOS**	**92 días**
32	**CONTROL DE CALIDAD**	**92 días**



Tarea	🟩	Resumen	▬	Hito inactivo	◇	solo duración	▬	solo el comienzo	[	Hito externo	◆	Progreso manual	―
División	┈	Resumen del proyecto	┌┐	Resumen inactivo	┌┐	Informe de resumen manual	▬	solo fin	]	Fecha límite	⬇		
Hito	◆	Tarea inactiva	▭	Tarea manual	▬	Resumen manual	┌┐	Tareas externas	▬	Progreso	―		

ANEJO Nº 14: PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

ANEJO Nº14: PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

1. ASEGURAMIENTO DE CALIDAD 3
2. DETERMINACIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA Y PARÁMETROS A CONTROLAR 5
3. CONTROL DE CALIDAD EN LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS DE AMPLIACIÓN DE LA FASE II 7
  3.1. RELLENO SELECCIONADO PARA FORMACIÓN DE TERRAPLÉN EN RECRECIDO DE VIARIO..........7
    3.1.1. Ensayos de referencia del control del material..........7
    3.1.2. Ensayos de referencia del control de la puesta en obra 8
    3.1.3. Geometría 9
    3.1.4. Inspecciones 9
  3.2. RELLENO SELECCIONADO PARA FORMACIÓN DE MOTAS PERIMETRALES 10
    3.2.1. Ensayos de referencia del control del material..........10
    3.2.2. Ensayos de referencia del control de la puesta en obra 11
    3.2.3. Geometría 11
    3.2.4. Inspecciones 11
  3.3. TERRENO BASE DE APOYO DE LA ESCOLLERA..........12
    3.3.1. Ensayos de referencia del control del material..........12
  3.4. CAPA DE ARCILLAS PARA IMPERMEABILIZACIÓN DE TALUD 12
    3.4.1. Ensayos de referencia del control del material..........12
  3.5. GRAVAS DRENANTES..........13
    3.5.1. Ensayos de referencia del control del material..........13
  3.6. ZAHORRA ARTIFICIAL..........14
    3.6.1. Ensayos de referencia del control del material..........14
    3.6.2. Ensayos de referencia del control de la puesta en obra 15
  3.7. TUBERÍAS PLÁSTICAS..........16
    3.7.1. Tubería de PEAD de las redes de desgasificación 16
  3.8. MATERIALES GEOSINTÉTICOS..........16
    3.8.1. Geomembrana de polietileno de alta densidad 19
      3.8.1.1. Ensayos de referencia del control del material..........19
      3.8.1.2. Ensayos de referencia del control de la puesta en obra. Soldaduras..........21
    3.8.2. Geotextil de protección de la lámina..........25
      3.8.2.1. Ensayos de referencia del control del material..........25
      3.8.2.2. Control de la puesta en obra 29
    3.8.3. Geocompuesto impermeabilizante: manta de bentonita 29
      3.8.3.1. Ensayos de referencia del control del material..........29
      3.8.3.2. Control de la puesta en obra 31

4. CONTROL DE CALIDAD EN LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS DE SELLADO............................31
4.1. RELLENO SELECCIONADO PARA CAPA DE REGULARIZACIÓN 31
4.1.1. Ensayos de referencia del control del material...31
4.1.2. Geometría 32
4.1.3. Inspecciones 32
4.2. RELLENO SELECCIONADO PARA MATERIAL DE COBERTURA 33
4.2.1. Ensayos de referencia del control del material...33
4.2.2. Ensayos de referencia del control de la puesta en obra 34
4.2.3. Geometría 34
4.2.4. Inspecciones 35
4.3. RELLENO DE TIERRA VEGETAL CON APORTACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA PARA FORMACIÓN DE CAPA DE SELLADO...35
4.3.1. Ensayos de referencia del control del material...35
4.3.1.1. Ensayo de enmienda orgánica de material bioestabilizado 36
4.3.1.2. Ensayo de mezcla de semillas empleadas en la siembra mecánica e hidrosiembra 38
4.3.1.3. Ensayos a realizar en el sustrato de partida 38
4.3.1.4. Ensayos a realizar en el sustrato resultante tras la mezcla con material bioestabilizado 38
4.3.2. Ensayos de referencia del control de la puesta en obra 39
4.3.3. Geometría 40
4.3.4. Inspecciones 40
4.4. GRAVAS DRENANTES..41
4.4.1. Ensayos de referencia del control del material...41
4.5. ZAHORRA ARTIFICIAL..42
4.5.1. Ensayos de referencia del control del material...42
4.5.2. Ensayos de referencia del control de la puesta en obra 43
4.6. MATERIALES GEOSINTÉTICOS..43
4.6.1. Geomembrana de polietileno de alta densidad 47
4.6.1.1. Ensayos de referencia del control del material..47
4.6.1.2. Ensayos de referencia del control de la puesta en obra. Soldaduras 50
4.6.2. Geotextil antipunzonamiento y anticolmatante..54
4.6.2.1. Ensayos de referencia del control del material..54
4.6.2.2. Control de la puesta en obra 57
4.6.3. Geocompuesto drenante 57
4.6.3.1. Ensayos de referencia del control del material..57
4.6.3.2. Control de la puesta en obra 59
5. PRESUPUESTO 60

ANEJO Nº14: PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

1. ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

Para el aseguramiento de calidad, se deberán contratar laboratorios contratados para los diferentes ámbitos de actuación de la obra:

1) Laboratorio de Control de unidades de obra civil, que ha de estar dado de alta como laboratorios de control de calidad de la Edificación y disponer de la Declaración Responsable en vigor según el Real Decreto 410/2010 en el alcance de los ensayos propuestos.

2) Laboratorio de Control de Calidad para ensayos de materiales geosintéticos que deberá tener un sistema de gestión de la calidad según la norma UNE-EN ISO/IEC 17025: Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración a justificar a través de alguno de los siguientes casos.
   a) Certificado emitido por la Entidad Nacional de Acreditación u organismo europeo homólogo miembro de la Cooperación Europea para la Acreditación (EA, the European cooperation for Accreditation), en cuyo alcance consten los ensayos de control de los geosintéticos.
   b) Certificado emitido por entidad acreditada por ENAC u otro organismo homólogo miembro de la EA conforme a la norma UNE-EN ISO/IEC 17021. Evaluación de la conformidad. Requisitos para los organismos que realizan la auditoría y la certificación de sistemas de gestión para Entidades de Certificación de Sistemas de la Calidad, en cuyo alcance consten los ensayos de control de los geosintéticos.

En situaciones debidamente justificadas en las que sea imposible disponer de la prestación del servicio de un laboratorio con la mencionada acreditación para realizar algún ensayo puntual, se podrían exigir al laboratorio que aporte los dos documentos siguientes:

- o Certificado que se evalúe la conformidad del sistema de calidad implantado por el laboratorio de control según la UNE-EN ISO 9001. Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos, emitido por la Entidad Nacional de Acreditación u organismo europeo homólogo miembro de la Cooperación Europea para la Acreditación (EA, the European cooperation for Accreditation), o por otra entidad acreditada por alguno de los anteriores conforme a la norma UNE-EN ISO/IEC 17021 para Entidades de Certificación de Sistemas de la Calidad.

- o Declaración responsable del laboratorio en la que conste que el ensayo en cuestión ha sido realizado conforme a lo establecido en la norma de referencia.

3) Empresa externa especializada para la supervisión del control de calidad de la instalación de los materiales geosintéticos en obra, que ha de tener implantado preferiblemente un sistema de gestión de la calidad según la norma UNE-EN ISO/IEC 17020: Evaluación de la conformidad. Requisitos para el funcionamiento de diferentes tipos de organismos que realizan la inspección a justificar a través de alguno de los siguientes casos:
   a) Certificado emitido por la Entidad Nacional de Acreditación u organismo europeo homólogo miembro de la Cooperación Europea para la Acreditación (EA, the European cooperation for Accreditation), en cuyo alcance conste el control de la impermeabilización.
   b) Certificado emitido por entidad acreditada por ENAC u otro organismo homólogo miembro de la EA conforme a la norma UNE-EN ISO/IEC 17021 para Entidades de Certificación de Sistemas de la Calidad, en cuyo alcance consten el control de la impermeabilización.

   Al igual que en el caso de los ensayos, cuando no sea factible contar con los servicios de una empresa con la mencionada acreditación, se podría optar por admitir que contase con un certificado que evalúe la conformidad del sistema de calidad implantado por la empresa de control de la instalación de los geosintéticos según la UNE-EN ISO 9001. Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos, emitido por la Entidad Nacional de Acreditación u organismo europeo homólogo miembro de la Cooperación Europea para la Acreditación (EA, the European cooperation for Accreditation), o por otra entidad acreditada por alguno de los anteriores conforme a la norma UNE-EN ISO/IEC 17021 para Entidades de Certificación de Sistemas de la Calidad.

Estos laboratorios se encargarán de controlar y realizar los ensayos de los materiales de su especialidad descritos en este Plan de Control de Calidad, tanto en obra como en laboratorio, en concordancia, con la aprobación de éstos por la Dirección Facultativa de la Obra.

En el caso concreto de la empresa externa especializada para la supervisión del control de calidad de la instalación de los materiales geosintéticos en obra, se dispondrá de un técnico especializado, el cual, supervisará los ensayos realizados en campo por el instalador bajo el sistema de calidad UNE EN ISO 9001.

2. DETERMINACIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA Y PARÁMETROS A CONTROLAR

Ensayos

El Contratista realizará los ensayos y pruebas que permitan verificar que tanto los materiales que se utilicen en las obras como la obra ejecutada cumplen las condiciones requeridas en el Pliego de Prescripciones Técnicas del Proyecto Base de Licitación. Los ensayos para comprobar la existencia de vicios ocultos o defectos serán por cuenta del contratista.

Materiales

El Contratista informará a la Dirección de Obra sobre la procedencia de los materiales que vayan a utilizarse, con anticipación al momento de empleo, con objeto de que aquél pueda proceder al encargo de los ensayos que estime necesarios.

El hecho de que en un determinado momento pueda aceptarse un material, no presupondrá la renuncia a su posterior rechazo, si se comprobasen defectos en calidad y uniformidad.

Como norma general, se considerará defectuosa la obra o parte de la misma que hubiere sido ejecutada con materiales no ensayados o no aceptados expresamente por la Dirección de Obra.

Se llevarán a cabo los controles de calidad necesarios sobre los materiales y la ejecución de las obras, en cada una de las fases de ejecución, que se detallan a continuación:

- Materiales para terraplén.
    - Material de préstamo para la formación del terraplén del recrecido del viario.
    - Material de la excavación para formación de mota perimetral
    - Relleno con arcillas para impermeabilización de talud de viario
    - Gravas de árido reciclado para capa de drenaje
    - Gravas de árido rodado para capa de drenaje
    - Zahorra artificial para base de afirmado

- Geosintéticos.
    - Lámina de Polietileno de Alta Densidad de 2 mm.
    - Geocompuesto impermeabilizante (bentonita).
    - Geotextil de protección de polipropileno de 500 g/m².
    - Geotextil de protección de polipropileno de 300 g/m².
    - Geotextil anticolmatante de polipropileno de 150 g/m².

- Tuberías de polietileno
  - Tuberías de desgasificación de 90 mm
  - Tuberías de desgasificación de 250 mm

Para la fase de sellado se llevarán a cabo los controles de calidad necesarios sobre los materiales y la ejecución de las obras siguientes:

- Materiales para cobertura superior.
  - Tierras para formación de capa de regularización.
  - Tierras para formación de material de cobertura.
  - Tierra vegetal con aportación de materia orgánica para restauración vegetal.
  - Zahorra artificial en rampas de acceso

- Gravas drenantes para formación de capas de drenaje
  - Gravas de árido reciclado para capa de drenaje
  - Gravas de árido rodado para capa de drenaje

- Geosintéticos.
  - Lámina de Polietileno de Alta Densidad de 2,0 mm, lisa y texturizada
  - Geotextil anticolmatante de polipropileno de 150 g/m².
  - Geotextil de protección de polipropileno de 300 g/m².
  - Geocompuesto drenante

3. CONTROL DE CALIDAD EN LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS DE AMPLIACIÓN DE LA FASE II

3.1. RELLENO SELECCIONADO PARA FORMACIÓN DE TERRAPLÉN EN RECRECIDO DE VIARIO

3.1.1. Ensayos de referencia del control del material

ENSAYO	NORMA	MEDICIÓN	CADENCIA	NºENSAYOS
Preparación de muestras de suelo	UNE 103100	58.372,00 m³	1 cada 5.000 m³	12
Análisis granulometrico por tamizado,	UNE EN ISO 17892-4	58.372,00 m³	1 cada 5.000 m³	12
Determinación de los límites de Atterberg	UNE EN ISO 17892-12	58.372,00 m³	1 cada 5.000 m³	12
Próctor modificado	UNE 103501	58.372,00 m³	1 cada 5.000 m³	12
Indice C.B.R. en laboratorio	UNE 103502	58.372,00 m³	1 cada 5.000 m³	12
Contenido de materia orgánica	UNE 103204	58.372,00 m³	1 cada 5.000 m³	12
Humedad natural	UNE EN ISO 17892-1	58.372,00 m³	1 cada 5.000 m³	12
Contenido de sales solubles	UNE 103205	58.372,00 m³	1 cada 5.000 m³	12
Determinación de yesos	UNE 103206	58.372,00 m³	1 cada 5.000 m³	12
Ensayo de colapso	UNE 103406	58.372,00 m³	1 cada 5.000 m³	12
Hinchamiento libre	UNE 103601	58.372,00 m³	1 cada 5.000 m³	12
Ensayo triaxial de suelos	UNE EN ISO 17892-9	58.372,00 m³	1 cada 5.000 m³	12

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

El terraplén de préstamo empleado para el recrecido del viario perimetral deberá reunir las condiciones geotécnicas de un suelo adecuado según la clasificación del PG-3, de modo que la explanada resultante sea una explanada tipo E-1.

ENSAYO	UNIDAD	VALOR DE ACEPTACIÓN
Análisis granulometrico por tamizado,		
Tamaño máximo	mm	100
Cernido acumulado tamiz 2 UNE	%	<80
Cernido acumulado tamiz 0,080 UNE	%	<35
Determinación de los límites de Atterberg		
Límite líquido (LL)		<40
Índice de plasticidad (IP)		si LL>30 entonces IP>4
Contenido de materia orgánica	%	<1
Contenido de sales solubles	%	<0,2 (sin incluir yesos)
Determinación de yesos	%	<5
Ensayo de colapso	%	<1
Hinchamiento libre	%	<3
Indice C.B.R. en laboratorio		≥5

Los parámetros resistentes (cohesión y ángulo de rozamiento) obtenidos a partir del ensayo triaxial, deberán garantizar la estabilidad del terraplén. Para ellos los parámetros obtenidos deberán estar en la siguiente franja de valores mínimos para su aceptación:

- Densidad natural del material entre 15,80 y 19,50 KN/m³ (densidad compactada al 95% entre 15,00 y 18,50 KN/m³)
- Cohesión... c≥ 10,0 kN/m²
- Ángulo de rozamiento interno..$\phi \geq 30^{\circ}$

3.1.2. Ensayos de referencia del control de la puesta en obra

ENSAYO	NORMA	MEDICIÓN	CADENCIA	NºENSAYOS
Determinación de la densidad ´in situ´, incluyendo humedad, por el método de isótopos radiactivos	ASTM D6938-23	8 tongadas de superficie media 24.063 m²	1 tong c/1.000 m²	200
Carga con placa (incluido camión)	UNE 103808	24.063 m²	3.500 m²	7

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

ENSAYO	VALOR DE ACEPTACIÓN
Determinación de la densidad ´in situ´, incluyendo humedad, por el método de isótopos radiactivos	Próctor modificado>95 %
Carga con placa	
E_{v2} (Mpa)	≥60
k	<2,2

3.1.3. Geometría

Se efectuarán comprobaciones de la superficie del terraplén compactado para ajuste con los planos del Proyecto.

Para ello se comprobarán las bases de replanteo del eje con mira cada 20 m, más los puntos estacas niveladas hasta milímetros.

Si aparecen desigualdades de pendiente o rasante se aplicará la regla de 3 m.

Las irregularidades que excedan las tolerancias admitidas se corregirán bien sea escarbando o añadiendo material con su posterior compactación, debiendo de volver a efectuarse los ensayos de humedades (método isótopos radiactivos).

3.1.4. Inspecciones

- De la explotación racional en los frentes
- De la descarga de los camiones
- De la temperatura ambiente
- De la altura de los acopios y estado de los separadores y accesos.
- Del paso de camiones cargados en aparición de blandones.
- De la superficie terminada.

3.2. RELLENO SELECCIONADO PARA FORMACIÓN DE MOTAS PERIMETRALES

3.2.1. Ensayos de referencia del control del material

ENSAYO	NORMA	MEDICIÓN	CADENCIA	NºENSAYOS
Preparación de muestras de suelo	UNE 103100	19.580,00 m³	1 cada 5.000 m³	4
Análisis granulometrico por tamizado,	UNE EN ISO 17892-4	19.580,00 m³	1 cada 5.000 m³	4
Determinación de los límites de Atterberg	UNE EN ISO 17892-12	19.580,00 m³	1 cada 5.000 m³	4
Próctor modificado	UNE 103501	19.580,00 m³	1 cada 5.000 m³	4
Indice C.B.R. en laboratorio	UNE 103502	19.580,00 m³	1 cada 5.000 m³	4
Contenido de materia orgánica	UNE 103204	19.580,00 m³	1 cada 5.000 m³	4
Humedad natural	UNE EN ISO 17892-1	19.580,00 m³	1 cada 5.000 m³	4
Contenido de sales solubles	UNE 103205	19.580,00 m³	1 cada 5.000 m³	4
Determinación de yesos	UNE 103206	19.580,00 m³	1 cada 5.000 m³	4
Ensayo de colapso	UNE 103406	19.580,00 m³	1 cada 5.000 m³	4
Hinchamiento libre	UNE 103601	19.580,00 m³	1 cada 5.000 m³	4

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

El terraplén de las motas perimetrales se realizará, a ser posible con el suelo obtenido tras la excavación de la capa de cobertura del sellado actual de la Fase II, siempre que reúnan las condiciones de al menos un suelo tolerable según la clasificación del PG-3

ENSAYO	UNIDAD	VALOR DE ACEPTACIÓN
Análisis granulometrico por tamizado,		
Cernido acumulado tamiz 80 mm	%	100
Cernido acumulado tamiz 0,063	%	>15
Determinación de los límites de Atterberg		
Límite líquido (LL)		<65
Índice de plasticidad (IP)		si LL>40 IP>0,73x(LL-20)
Contenido de materia orgánica	%	<2
Contenido de sales solubles	%	<1 (sin incluir yesos)
Determinación de yesos	%	<5
Ensayo de colapso	%	<1
Hinchamiento libre	%	<3
Indice C.B.R. en laboratorio		≥3

3.2.2. Ensayos de referencia del control de la puesta en obra

ENSAYO	NORMA	MEDICIÓN	CADENCIA	NºENSAYOS
Determinación de la densidad ´in situ´, incluyendo humedad, por el método de isótopos radiactivos	ASTM D6938-23	5 tongadas de superficie media 8.645 m²	1 tong c/1.000 m²	45

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

ENSAYO	VALOR DE ACEPTACIÓN
Determinación de la densidad ´in situ´, incluyendo humedad, por el método de isótopos radiactivos	Próctor modificado>95 %

3.2.3. Geometría

Se efectuarán comprobaciones de la superficie del terraplén compactado para ajuste con los planos del Proyecto.

Para ello se comprobarán las bases de replanteo del eje con mira cada 20 m, más los puntos estacas niveladas hasta milímetros.

Si aparecen desigualdades de pendiente o rasante se aplicará la regla de 3 m.

Las irregularidades que excedan las tolerancias admitidas se corregirán bien sea escarbando o añadiendo material con su posterior compactación, debiendo de volver a efectuarse los ensayos de humedades (método isótopos radiactivos).

3.2.4. Inspecciones

- De la explotación racional en los frentes
- De la descarga de los camiones
- De la temperatura ambiente
- De la altura de los acopios y estado de los separadores y accesos.
- Del paso de camiones cargados en aparición de blandones.
- De la superficie terminada.

3.3. TERRENO BASE DE APOYO DE LA ESCOLLERA

El talud de escollera dispuesto en el pie de talud apoya directamente sobre el terreno natural, por lo que este terreno ha de tener una capacidad portante capaz de garantizar un coeficiente de seguridad al hundimiento superior a 3,00 según la metodología desarrollada en el Anejo nº2.

Se realizarán 6 ensayos de penetración dinámica separados entre sí una distancia de 35 m, según la línea de replanteo prevista para el muro de escollera, hasta completar la longitud total de la escollera proyectada de 180 m, con el objeto de comprobar que las características resistentes del terreno son iguales o superiores a las de cálculo.

3.3.1. Ensayos de referencia del control del material

ENSAYO	NORMA	MEDICIÓN	CADENCIA	NºENSAYOS
Ensayo de Penetración Estándar (SPT)	UNE EN ISO 22476-3	317,00 ml de muro	1 cada 35 ml	10

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

El valor de la carga admisible del terreno de apoyo, calculada en el Anejo nº2 debe ser de al menos 260 KN/m², y que se estimará tras la realización de los ensayos de penetración estándar.

3.4. CAPA DE ARCILLAS PARA IMPERMEABILIZACIÓN DE TALUD

3.4.1. Ensayos de referencia del control del material

ENSAYO	NORMA	MEDICIÓN	CADENCIA	NºENSAYOS
Preparación de muestras de suelo	UNE 103100	31.650,00 m³	1 cada 5.000 m³	7
Análisis granulometrico por tamizado,	UNE 103101	31.650,00 m³	1 cada 5.000 m³	7
Determinación de los límites de Atterberg	UNE 103103 UNE 103104	31.650,00 m³	1 cada 5.000 m³	7
Próctor modificado	UNE 103501	31.650,00 m³	1 cada 5.000 m³	7
Contenido materia orgánica	UNE 103501	31.650,00 m³	1 cada 5.000 m³	7
Permeabilidad de suelos finos	UNE 103403	31.650,00 m³	1 cada 10.000 m³	4

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

ENSAYO	VALOR UMBRAL DE ACEPTACIÓN
Análisis granulometrico por tamizado,	
Tamaño máximo de la partícula	2 cm
% finos	>30
% arcilla	10-20
% arena	<40
Determinación de los límites de Atterberg	
Índice de Plasticidad	10-30 %
Contenido materia orgánica (%)	<1
Permeabilidad de suelos finos	$0{,}5 \times 10^{-9}$ m/s

Cada lote ha de presentar un valor de la conductividad hidráulica igual o inferior a $0{,}5 \times 10^{-9}$ m/s, sobre muestras compactada al 90% del Próctor Modificado en los taludes, con una humedad entre -1 y +3 % de la humedad óptima, para que sea aceptado.

Por ello previamente a su colocación en obra, cada lote debe de tener registrado cuales son los valores de referencia del Próctor Modificado y la permeabilidad correspondiente, antes de proceder a su admisión.

Se considerará como “lote”, que se aceptará o rechazará en bloque, al material uniforme en 5.000 m³ de capa, o en la fracción construida diariamente si esta fuera menor.

Las muestras se tomarán y los ensayos “in situ” se realizará en puntos previamente seleccionados mediante un muestreo aleatorio tanto longitudinal como transversalmente.

3.5. GRAVAS DRENANTES

3.5.1. Ensayos de referencia del control del material

DESCRIPCION	NORMA	MEDICION	CADENCIA	NºENSAYOS
Granulometría de las partículas	UNE EN ISO 17892-4	6.732,50 m³	1 cada 5.000 m^2	2
Determinación de los límites de Atterberg	UNE EN ISO 17892-12	6.732,50 m³	1 cada 5.000 m^2	2
Equivalente de arena	UNE EN 933-8	6.732,50 m³	1 cada 5.000 m^2	2
Resistencia al desgaste (Máquina de Los Ángeles)	UNE EN 1097-2	6.732,50 m³	1 cada 5.000 m^2	2
Permeabilidad hidráulica	UNE EN 1097-6	6.732,50 m³	1 cada 5.000 m^2	2

CRITERIO DE ACEPTACIÓN

DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR ACEPTACIÓN
Granulometría de las partículas		
Tamaño máximo del árido	mm	40-80
contenido de finos (retenido en el tamiz UNE 0,08)	%	≤5
Determinación de los límites de Atterberg	-	No Plástico
Equivalente de arena	-	≥30
Resistencia al desgaste (Máquina de Los Ángeles)	-	≤40
Permeabilidad hidráulica	m/s	$\geq 10^{-3}$

3.6. ZAHORRA ARTIFICIAL

3.6.1. Ensayos de referencia del control del material

ENSAYO	NORMA	MEDICIÓN	CADENCIA	NºENSAYOS
Preparación de muestras de suelo	UNE 103100	1.764,00 m³	1 cada 5.000 m³	1
Análisis granulometrico por tamizado,	UNE EN ISO 17892-4	1.764,00 m³	1 cada 5.000 m³	1
Determinación de los límites de Atterberg	UNE EN ISO 17892-12	1.764,00 m³	1 cada 5.000 m³	1
Próctor modificado	UNE 103501	1.764,00 m³	1 cada 5.000 m³	1
Indice C.B.R. en laboratorio	UNE 103502	1.764,00 m³	1 cada 5.000 m³	1
Contenido de materia orgánica	UNE 103204	1.764,00 m³	1 cada 5.000 m³	1
Equivalente de arena	UNE EN 933-8	1.764,00 m³	1 cada 5.000 m³	1
Resistencia al desgaste (Máquina de Los Ángeles)	UNE EN 1097-2	1.764,00 m³	1 cada 5.000 m³	1
Porcentaje de caras de fractura	UNE EN 933-5	1.764,00 m³	1 cada 5.000 m³	1
Indice de lajas	UNE EN 933-3	1.764,00 m³	1 cada 5.000 m³	1
Contenido de azufres totales	UNE-EN 1744-1	1.764,00 m³	1 cada 5.000 m³	1

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

ENSAYO	UNIDAD	VALOR DE ACEPTACIÓN
Análisis granulometrico por tamizado		
Retenido en tamiz 40 mm	%	100
Retenido en tamiz 25 mm	%	75-100
Retenido en tamiz 20 mm	%	65-90
Retenido en tamiz 8 mm	%	40-63
Retenido en tamiz 4 mm	%	26-45
Retenido en tamiz 2 mm	%	15-32
Retenido en tamiz 0,500 mm	%	7-21
Retenido en tamiz 0,250 mm	%	4-16
Retenido en tamiz 0,063 mm	%	0-9
Determinación de los límites de Atterberg		
Límite líquido (LL)		<25
Índice de plasticidad (IP)		<6
Equivalente de arena		>30
Resistencia al desgaste (Máquina de Los Ángeles)		≤35
Porcentaje de caras de fractura	%	>50
Indice de lajas	%	<35
Contenido de azufres totales	%	<1

3.6.2. Ensayos de referencia del control de la puesta en obra

ENSAYO	NORMA	MEDICIÓN	CADENCIA	NºENSAYOS
Determinación de la densidad ´in situ´, incluyendo humedad, por el método de isótopos radiactivos	ASTM D6938-23	1 tong de 8.820 m²	1 tong c/1.000 m²	9

El espesor será comprobado mediante control nivelación topográfica, verificándose la diferencia de cotas entre la superficie de excavación, previa a la colocación de las zahorras, y la superficie final una vez colocada.

CRITERIO DE ACEPTACIÓN

ENSAYO	VALOR ACEPTACIÓN
Determinación de la densidad ´in situ´, incluyendo humedad, por el método de isótopos radiactivos	Próctor Modificado >95 %

3.7. TUBERÍAS PLÁSTICAS

3.7.1. Tubería de PEAD de las redes de desgasificación

Las tuberías de desgasificación de polietileno liso deberán tener las siguientes características específicas, contenidas en la Norma UNE EN 12201 para lo cual el fabricante debe aportar una ficha técnica en la que se reflejen estos requisitos

DESCRIPCION	NORMA	UNIDAD	VALOR ACEPTACIÓN
Características geométricas	-	DN mm	90 ó 250
Alargamiento a la rotura	UNE EN ISP 6259	%	≥350
Tiempo de inducción a la oxidación a 200ºC	ISO 11357-6	min	≥20
Índice de fluidez	UNE EN ISO 1133	% V.M.P.	±20
Resistencia a presión interna	UNE EN ISO 1167	kg/m³	≥930
Sin fallo, 100 horas a 20ºC		Mpa	12
Sin fallo, 165 horas a 80ºC		MPa	5,4
Sin fallo, 1000 horas a 80ºC		MPa	5
Retracción longitudinal	UNE EN ISO 2505	%	≤3

3.8. MATERIALES GEOSINTÉTICOS

El sistema de control de calidad de geosintéticos en el vertedero comprenderá las siguientes fases:

1) Conformidad del producto respecto del proyecto.

   El material que se autorice por parte de la Dirección de Obra, deberá cumplir las prescripciones del proyecto.

2) Control de recepción de los materiales, para verificación de que los materiales enviados a obra corresponden con las especificaciones de la misma.

   Todos los componentes del sistema de impermeabilización suministrados vendrán debidamente etiquetados y empaquetados según UNE EN 10320, y vendrán acompañados del certificado de conformidad CE del fabricante.

Se controlará que los rollos lleguen a pie de obra en perfectas condiciones.

En el caso de geomembranas se suministrará un certificado de control de calidad por cada rollo, y en el resto de materiales un certificado de calidad por lote de fabricación.

En dichos certificados el productor indicará, el lote de fabricación, el valor medio de cada ensayo y el rango de variación de ese valor.

Se controlará la identificación de los rollos en obra y la correspondencia con los certificados, igualmente se comprobará el correcto estado del material en su recepción.

Deberán estar embalados adecuadamente para permitir su fácil manipulación en la carga y descarga. Los materiales serán descargados en obra en zona adecuada que garantice la inalterabilidad de los mismos.

3) Evaluación de la conformidad de los materiales.

Para evaluar si el material es conforme se cogerán dos muestras A y B, de dos rollos diferentes de largo suficiente y a todo el ancho del rollo realizándose ensayos en sentido longitudinal y transversal.

Se realizarán los ensayos en la muestra A:

Si el valor obtenido es mayor que el valor medio menos el 95% del rango de variación, el material es conforme.
Si el valor obtenido es menor que el valor medio menos el 99% del rango de variación, el material no es conforme.
Si el valor obtenido está entre el valor medio menos el 95% del rango de variación y valor medio menos el 99% del rango de variación, se ensayará la muestra B:
c.1) Si el valor obtenido de la muestra B cumple según a) el material es conforme.
c.2) Si el valor obtenido de la muestra B es menor que el valor medio menos el 95% del rango de variación, el material no es conforme.

Las muestras no se tomarán de los extremos de los rollos.

4) Inspección de las condiciones de manipulación.

El instalador será responsable de que los materiales sean manipulados adecuadamente, y para ello cumplirá los siguientes puntos:

- Que la maquinaria y las herramientas utilizadas en su manipulación sean las adecuadas, y no dañe los materiales.
- Que ninguna de las personas que están trabajando sobre las geomembranas fumen, lleven calzado que pueda dañarla o realicen otro tipo de operaciones que puedan deteriorarlas.
- Que el método utilizado para desenrollarlas, no cause arañazos ni deteriore el suelo del soporte o el geotextil de base.
- Que se coloquen contrapesos durante su instalación para prevenir descolocaciones por causa del viento.
- Que se prohíba el tráfico sobre la lámina o se proteja adecuadamente con geotextil geocompuesto de protección u otros medios.

5) Inspección de las condiciones de almacenamiento.

Los materiales deben almacenarse en condiciones que impidan su deterioro. Se seguirán las indicaciones que indique cada fabricante. Si éstas no existiesen se adoptarán de forma general los siguientes principios:

Zona de almacenamiento

- Superficie lisa, horizontal (o con ligera inclinación, 2-4%, para la evacuación de agua de lluvia) y limpia.
- De tamaño adecuado al número de rollos, sus dimensiones, los diferentes materiales y tipos que componen los trabajos, espacio para su manipulación y movimiento.
- Cada tipo de material se almacena en una parte diferenciada de los demás.

Otras Consideraciones

- Para almacenamientos superiores a 1 mes, los materiales se pondrán a cubierto o serán tapados por lonas que eviten su exposición prolongada a los rayos UV.

En cualquier caso, si el envoltorio de los materiales estuviera dañado, se deberá cubrir los rollos mediante lonas. Las lonas de protección deberán estar adecuadamente sujetas y balastadas para evitar que se vuelen.

Es conveniente el que los materiales no se apoyen directamente sobre el terreno.

6) Inspección de la instalación de los materiales.

Una empresa independiente debidamente acreditada, constatará que:

- La instalación es compatible con los planos así como con el pliego de condiciones.
- Hay suficiente solape entre los materiales.
- Que la dirección del solape es la correcta.
- Correcta ejecución de juntas o uniones.

7) Control de daños por ejecución, y de su reparación.

3.8.1. Geomembrana de polietileno de alta densidad

3.8.1.1. Ensayos de referencia del control del material

Se hará una toma de muestras de material cada 10.000 m² recibidos en obra e instalados de conformidad con la frecuencia de ensayos propuesta en la UNE 104425.

Los anchos de los rollos deben ser superiores a 5,5 metros.

ENSAYO	NORMA	MEDICIÓN	CADENCIA	NºENSAYOS
Densidad de lámina	UNE-EN ISO 1183-1	29.488,50 m²	1 cada 10.000 m²	3
Espesor de lámina y variación en el borde	UNE-EN ISO 1849-2	29.488,50 m²	1 cada 10.000 m²	3
Contenido en negro de carbono y cenizas	UNE 53375-2	29.488,50 m²	1 cada 10.000 m²	3
Altura de tacos	ASTM D7466	29.488,50 m²	1 cada 10.000 m²	3
Dispersión del negro de humo	ISO 18553	29.488,50 m²	1 cada 10.000 m²	3
Resistencia de lámina a la tracción y alargamiento en rotura		29.488,50 m²	1 cada 10.000 m²	3
Resistencia a la tracción	UNE EN ISO 527-3	29.488,50 m²	1 cada 10.000 m²	3
Alargamiento en la rotura	UNE EN ISO 527-3	29.488,50 m²	1 cada 10.000 m²	3
Ensayo de punzonado estático (CBR)	UNE-EN ISO 12236	29.488,50 m²	1 cada 10.000 m²	3
Resistencia al desgarro	UNE-EN ISO 34-1	29.488,50 m²	1 cada 10.000 m²	3
Determinación del tiempo de inducción a la oxidación	UNE-EN ISO 11357-6	29.488,50 m²	1 cada 10.000 m²	3
Resistencia a la fisuración bajo tensión debida al ambiente	UNE EN 14576	29.488,50 m²	1 cada 10.000 m²	3

Según el apartado B.7 del Anexo de la norma *UNE-EN 13493*, todas las barreras geosintéticas utilizadas en las obras de almacenamiento y vertederos de residuos sólidos deben someterse a un ensayo de resistencia al lixiviado mediante líquidos especificados según se detalla en la *Norma Europea EN 14415.*

Se deben considerar cada uno de los criterios de evaluación siguientes:

- No debe aparecer ningún signo visible de degradación
- Las propiedades residuales de tracción deben tener una modificación que no exceda el 25% respecto a los valores iniciales del límite elástico y el alargamiento de rotura del material
- La pérdida de masa de la muestra no debe ser superior al 5%

CRITERIO DE ACEPTACIÓN (*)

ENSAYO	NORMA	UNIDAD	VALOR ACEPTACIÓN
Densidad de lámina	UNE-EN ISO 1183-1	g/cm³	≥0,940
Espesor nominal mínimo	UNE-EN ISO 1849-2	mm	≥2,0
Tolerancia al espesor promedio	UNE-EN ISO 1849-2	%	±5,0
Tolerancia al espesor puntual mínimo	UNE-EN ISO 1849-2	%	±10,0
Altura de tacos	ASTM D7466	mm	≥0,50
Contenido en negro de carbono y cenizas	UNE 53375-2	%	2,0-3,0
Dispersión del negro de humo	ISO 18553	%	≤3
Resistencia de lámina a la tracción y alargamiento en rotura			
Resistencia a la tracción en rotura	UNE EN ISO 527-3	Mpa	≥12
Alargamiento en la rotura	UNE EN ISO 527-3	%	≥200
Resistencia a la tracción fluencia	UNE EN ISO 527-3	Mpa	≥16
Alargamiento en fluencia	UNE EN ISO 527-3	%	≥8
Ensayo de punzonado estático (CBR)	UNE-EN ISO 12236	KN	≥3,50
Resistencia al desgarro	UNE-EN ISO 34-1	N/mm	≥125
Determinación del tiempo de inducción a la oxidación	UNE-EN ISO 11357-6	min	≥100
Resistencia a la fisuración bajo tensión debida al ambiente	UNE EN 14576	h	≥500

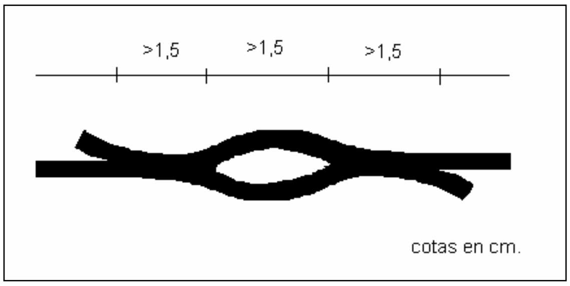
(*) Para las láminas texturizadas, los criterios de aceptación de resistencia a tracción y alargamiento de rotura se evalúan en la zona estructurada de la lámina. El ensayo de resistencia a la fisuración debida al ambiente se realiza en la zona lisa.

3.8.1.2. Ensayos de referencia del control de la puesta en obra. Soldaduras

Las geomembranas de polietileno de alta densidad serán unidas única y exclusivamente por alguno de los métodos que se indican a continuación. No se permitirán uniones de tipo adhesivo, químico u otros que no se hallen contemplados en este punto.

a) Soldadura doble.

La soldadura de las geomembranas será siempre del tipo doble con canal intermedio de comprobación. Las dimensiones de esta soldadura serán las de la figura adjunta. La anchura del solape será siempre mayor de 10 cm.



Dimensiones mínimas de la soldadura doble

La maquinaria a utilizar podrá ser de cuña caliente, aire caliente o ambas, pero siempre será automática, y con un sistema de control de la temperatura de soldado, a ser posible digital y con impresión de las condiciones de soldadura: (presión de los rodillos, velocidad y temperatura).

La temperatura y velocidad de soldadura, se regulará según las condiciones climatológicas, y a partir de ensayos previos realizados in- situ con tensiómetro automático de campo.

Las geomembranas a soldar estarán limpias y exentas de polvo o grasa, para lo cual en ocasiones será necesario limpiarlas con un paño previamente.

Las soldaduras dobles con canal de comprobación se comprobarán según UNE 104-481-3-2. Aquellas soldaduras que no cumplan la anterior comprobación podrán repararse de alguna de las dos formas siguientes:

- Si el punto de fuga es localizable se reparará mediante una soldadura por extrusión.
- Si la soldadura es completamente defectuosa se reparará insertando un nuevo paño del mismo material de anchura no inferior a 1 m el cual se suelda a los paños cuya soldadura era defectuosa, comprobándose de nuevo las nuevas soldaduras.

b) Soldadura por extrusión.

Se realiza con una máquina extrusora portátil que aporta material del mismo tipo que la geomembrana. Se pondrá especial énfasis en que la materia prima de la geomembrana y el material de aporte reúnan las mismas características técnicas, para garantizar la durabilidad de la soldadura. La operación de soldadura por extrusión consiste en:

- Limpieza enérgica de la zona a soldar.
- Unión mediante calor.
- Lijado de una zona de aproximadamente de 6 cm. común a ambas láminas. Este lijado se realizará siempre en dirección perpendicular a la soldadura, no eliminando más de un 10% del espesor de la lámina.
- Extrusión del material de aporte.

El cordón de soldadura tendrá una anchura mínima de 3 cm y una altura mínima del espesor de la geomembrana. La comprobación de esta soldadura se podrá realizar dejando embebido un cordón de hilo de cobre para su comprobación con chispómetro, o mediante el procedimiento de la campana de vacío. Este tipo de soldadura será solo utilizable en zonas de unión de varios paños y en puntos donde no sea posible la realización de la soldadura doble.

Las dimensiones mínimas de las soldaduras serán de 12 mm de ancho por cordón en el caso de doble cordón paralelo, separados por un canal intermedio de al menos 20 mm; o de 30 mm cuando sea cordón único con aporte de material por extrusión.

Para geomembranas durante la instalación se deberá realizar un plano de despiece de los paños de láminas tal y como han sido colocados haciendo referencia al número de rollo al que corresponden y en el que se nombrarán las soldaduras por los números de paños a los que unen, es decir:

Nº de rollo: ....N (especificado por el fabricante)
Paños:..N1; N2; N3
Soldadura:..N2-N7; N3-N1

En dicho plano quedaran reflejados los ensayos de control realizados, identificación, tipo, fecha y hora de ejecución, resultado y fecha de la reparación si hubiese sido necesaria. Se distinguen dos tipos de controles de instalación:

Control de Prueba: se realiza una vez ajustados los parámetros de soldadura de la máquina sobre dos retales de lámina de más de 1 m de largo y antes de que esta entre en el tajo a funcionar.

1) **Control en Obra: se realiza sobre la soldadura definitiva ejecutada en Obra.**

Los parámetros de soldadura automática son como mínimo: la velocidad, temperatura y presión de los rodillos. Para la soldadura por extrusión la temperatura del extrusionado.

A su vez los ensayos pueden ser: NO Destructivos y Destructivos.

El control de Instalación se podrá realizar como sigue:

Ensayos NO Destructivos

- En soldaduras con canal central por termofusión con cuña o aire caliente.

    - Ensayo de aire a presión según norma UNE 104-481.

- En soldaduras por extrusión con cordón ó granulado de la misma resina.

    - Ensayo de Vacío (Anexo nº 3 norma UNE 104-425).
    - Inspección visual sistemática.
    - Control mediante potenciómetro de campo (chispómetro).

Ensayos Destructivos en PRUEBA:

- Ensayo de Pelado / Corte en Laboratorio según norma UNE 104- 304.

- Ensayo de Pelado/ Corte en Obra con Tensiómetro de campo con muestra de ancho 2, 5 cm, tomada a no menos de 30 cm del borde de un tramo de soldadura en prueba de 1 m de longitud min. y procedimiento de ensayo según norma UNE 104- 304.

Ensayos Destructivos

A juicio del Director de Obra podrá preverse un Plan de Ensayos Destructivos con toma de muestras sobre las soldaduras en OBRA y ensayos de Pelado/ Corte en laboratorio. El criterio deberá ser restrictivo para provocar la mínima necesidad de reparaciones sobre la geomembrana.

Los ensayos de las soldaduras se realizarán una vez realizadas estas de forma que el control no entorpezca los trabajos de instalación, ni se tenga que romper una soldadura para su ensayo, esto implica que las muestras de los ensayos destructivos se tomarán siempre en la zona final o inicial de la soldadura, y los ensayos por aire se realizarán antes de que se taponen los extremos de la soldadura por nuevas láminas.

Además, se controlará la correcta instalación de la geomembrana entre otros en los siguientes términos:

- Holgura de las láminas: Una excesiva holgura en la lámina produce dobleces y arrugas cuando ésta soporta la carga del material de drenaje o el vertido. Es particularmente importante cuando existen un geocompuesto de bentonita debajo ya que la efectividad de ésta depende directamente del contacto íntimo entre la lámina y el geocompuesto.

- Lijado: El lijado de las láminas cuando se va a realizar una soldadura por extrusión, debe realizarse en la dirección normal a la soldadura y cuidar que el espesor de la lámina después de esta operación no sea inferior al 90% del espesor nominal.

ENSAYO	NºENSAYOS
Ensayos No destructivos en obra	
Ensayo aire a presión en soldaduras	100%
Soldaduras por extrusión	100%
Ensayos No destructivos en prueba	
Ensayo de pelado/corte	100%
Ensayos Destructivos	
Ensayo de pelado/corte	100%
Ensayo de tracción	100%

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

ENSAYO	UNIDAD	VALOR ACEPTACIÓN
Ensayos No destructivos en obra		
Ensayo aire a presión en soldaduras	kPa	200
Soldaduras por extrusión	-	estanco a 5 psi
Ensayos No destructivos en prueba		
Ensayo de pelado	N/mm	>17 lámina rugosa >20 lámina lisa
Ensayos Destructivos		
Ensayo de pelado	N/mm	>17 lámina rugosa >20 lámina lisa

3.8.2. Geotextil de protección de la lámina

3.8.2.1. Ensayos de referencia del control del material

Para la protección de la lámina de PEAD dispuesta sobre el talud interior del recrecido del viario, y el talud interior de la mota de protección se van a utilizar geotextiles dispuestos tanto inferiormente como superiormente (con un gramaje de 500 g/m² o superior para el viario perimetral y de 300 g/m² para la mota perimetral) que cumplan las exigencias de resistencia especificados en la tabla de características.

En esta obra los geotextiles son no tejidos formados por fibras vírgenes 100% de polipropileno, unidas mecánicamente por un proceso de agujado con posterior termofusión, con características mínimas:

1) GEOTEXTIL ANTIPUNZONAMIENTO 500 g/m²

ENSAYO	NORMA	MEDICION	CADENCIA	NºENSAYOS
Determinación de la materia prima	ISO 11357-3	19.502,00 m²	1 cada 10.000 m²	2
Peso unitario	UNE EN ISO 9864	19.502,00 m²	1 cada 10.000 m²	2
Resistencia al punzonamiento estático (CBR)	UNE EN ISO 12236	19.502,00 m²	1 cada 10.000 m²	2
Resistencia a la tracción y alargamiento de rotura	UNE EN ISO 10319	19.502,00 m²	1 cada 10.000 m²	2
Resistencia a tracción	UNE EN ISO 10319	19.502,00 m²	1 cada 10.000 m²	2
Alargamiento de rotura	UNE EN ISO 10319	19.502,00 m²	1 cada 10.000 m²	2
Ensayo de resistencia a la perforación dinámica por caida de cono	UNE-EN ISO 13433	19.502,00 m²	1 cada 10.000 m²	2
Ensayo de espesor bajo carga de 2 KN/m²	UNE EN ISO 9863-1	19.502,00 m²	1 cada 10.000 m²	2

CRITERIO DE ACEPTACIÓN

ENSAYO	NORMA	UNIDAD	VALOR ACEPTACIÓN
Determinación de la materia prima	ISO 11357-3	% Fibras vírgenes PP	100
Peso unitario	UNE EN ISO 9864	g/m²	≥500
Resistencia al punzonamiento estático (CBR)	UNE EN ISO 12236	N	≥3800
Resistencia a la tracción y alargamiento de rotura	UNE EN ISO 10319		
Resistencia a tracción	UNE EN ISO 10319	KN/m	≥21
Alargamiento de rotura	UNE EN ISO 10319	%	≥45
Ensayo de resistencia a la perforación dinámica por caida de cono	UNE-EN ISO 13433	mm	≤20
Ensayo de espesor bajo carga de 2 KN/m²	UNE EN ISO 9863-1	mm	≥2

2) GEOTEXTIL ANTIPUNZONAMIENTO 300 g/m²

ENSAYO	NORMA	MEDICION	CADENCIA	NºENSAYOS
Determinación de la materia prima	ISO 11357-3	19.502,00 m²	1 cada 10.000 m²	2
Peso unitario	UNE EN ISO 9864	19.502,00 m²	1 cada 10.000 m²	2
Resistencia al punzonamiento estático (CBR)	UNE EN ISO 12236	19.502,00 m²	1 cada 10.000 m²	2
Resistencia a la tracción y alargamiento de rotura	UNE EN ISO 10319	19.502,00 m²	1 cada 10.000 m²	2
Resistencia a tracción	UNE EN ISO 10319	19.502,00 m²	1 cada 10.000 m²	2
Alargamiento de rotura	UNE EN ISO 10319	19.502,00 m²	1 cada 10.000 m²	2
Ensayo de resistencia a la perforación dinámica por caida de cono	UNE-EN ISO 13433	19.502,00 m²	1 cada 10.000 m²	2
Ensayo de espesor bajo carga de 2 KN/m²	UNE EN ISO 9863-1	19.502,00 m²	1 cada 10.000 m²	2

CRITERIO DE ACEPTACIÓN

ENSAYO	NORMA	UNIDAD	VALOR ACEPTACIÓN
Determinación de la materia prima	ISO 11357-3	% Fibras vírgenes PP	100
Peso unitario	UNE EN ISO 9864	g/m²	≥300
Resistencia al punzonamiento estático (CBR)	UNE EN ISO 12236	N	≥3800
Resistencia a la tracción y alargamiento de rotura	UNE EN ISO 10319		
Resistencia a tracción	UNE EN ISO 10319	KN/m	≥21
Alargamiento de rotura	UNE EN ISO 10319	%	≥45
Ensayo de resistencia a la perforación dinámica por caida de cono	UNE-EN ISO 13433	mm	≤20
Ensayo de espesor bajo carga de 2 KN/m²	UNE EN ISO 9863-1	mm	≥2

3) GEOTEXTIL ANTICOLMATANTE 150 g/m²

ENSAYO	NORMA	MEDICION	CADENCIA	NºENSAYOS
Determinación de la materia prima	ISO 11357-3	19.502,00 m²	1 cada 10.000 m²	2
Peso unitario	UNE EN ISO 9864	19.502,00 m²	1 cada 10.000 m²	2
Resistencia al punzonamiento estático (CBR)	UNE EN ISO 12236	19.502,00 m²	1 cada 10.000 m²	2
Resistencia a la tracción y alargamiento de rotura	UNE EN ISO 10319	19.502,00 m²	1 cada 10.000 m²	2
Resistencia a tracción	UNE EN ISO 10319	19.502,00 m²	1 cada 10.000 m²	2
Alargamiento de rotura	UNE EN ISO 10319	19.502,00 m²	1 cada 10.000 m²	2
Ensayo de resistencia a la perforación dinámica por caida de cono	UNE-EN ISO 13433	19.502,00 m²	1 cada 10.000 m²	2
Ensayo de espesor bajo carga de 2 KN/m²	UNE EN ISO 9863-1	19.502,00 m²	1 cada 10.000 m²	2
Medida de abertura característica	UNE EN ISO 12956	19.502,00 m²	1 cada 10.000 m²	2
Permeabilidad normal al plano	UNE EN ISO 11058	19.502,00 m²	1 cada 10.000 m²	2

CRITERIO DE ACEPTACIÓN

ENSAYO	NORMA	UNIDAD	VALOR ACEPTACIÓN
Determinación de la materia prima	ISO 11357-3	% Fibras vírgenes PP	100
Peso unitario	UNE EN ISO 9864	g/m²	≥150
Resistencia al punzonamiento estático (CBR)	UNE EN ISO 12236	N	≥2600
Resistencia a la tracción y alargamiento de rotura	UNE EN ISO 10319		
Resistencia a tracción	UNE EN ISO 10319	KN/m	≥16
Ensayo de resistencia a la perforación dinámica por caida de cono	UNE-EN ISO 13433	mm	≤23
Ensayo de espesor bajo carga de 2 KN/m²	UNE EN ISO 9863-1	mm	≥1
Medida de abertura característica	UNE EN ISO 12956	mm	$0,040 \le O_{90} \le 0,140$
Permeabilidad normal al plano	UNE EN ISO 11058	mm/s	≥45

En la declaración de prestaciones del fabricante del material se debe garantizar una durabilidad del geotextil según el Anexo B UNE EN 13257 de 25 años.

El geotextil se deberá cubrir en un plazo máximo de 2 semanas. En caso excepcional de una exposición superior a 2 semanas deberá contar con la debida protección ante la radiación ultravioleta (UNE EN 12224) y los vientos, mediante un lastrado adecuado.

3.8.2.2. Control de la puesta en obra

En la instalación de geotextiles y otros productos se vigilará que los solapes se realicen por el método indicado (unión por calor, cosido...) y que sus dimensiones son las correctas.

El material recibido en obra se identificará según EN UNE 10320.

La extensión de los geotextiles se hará de forma continua, cuidando el anclaje eventual de los mismos durante la instalación para evitar posibles movimientos por viento.

Los geotextiles se unirán por termofusión o cosido con hilo sintético de los mismos con un solapo mínimo de 20 cm.

Si las uniones se realizan por simple solape este no será menor de 50 cm. Se evitarán las uniones transversales en los taludes a no ser que estas se realicen por cosido.

3.8.3. Geocompuesto impermeabilizante: manta de bentonita

3.8.3.1. Ensayos de referencia del control del material

Se hará una toma de muestras de material cada 10.000 m² recibidos en obra e instalados.

Los anchos de los rollos deben ser superiores a 4,5 metros.

Tras la recepción de los rollos de geocompuestos en obra, el Control de Calidad deberá seleccionar los rollos a muestrear. Las muestras deberán tomarse a lo ancho de cada rollo muestreado y con una longitud de 1 m, salvo especificación contraria. Si el inicio del rollo está dañado, se desechará para muestreo toda la zona dañada.

Como norma general se desechará los 0,5 primeros metros para el muestreo. Sobre la muestra se marcará con una flecha la dirección de la máquina y el número de rollo y lote.

ENSAYO	NORMA	MEDICIÓN	CADENCIA	NºENSAYOS
Ensayo del peso total unitario	UNE EN 9684	19.502,50 m²	1 cada 10.000 m²	2
Ensayo de contenido de bentonita	UNE EN 9684	19.502,50 m²	1 cada 10.000 m²	2
Ensayo peso de geotextil tejido	UNE EN 9684	19.502,50 m²	1 cada 10.000 m²	2
Ensayo peso de geotextil no tejido	UNE EN 9684	19.502,50 m²	1 cada 10.000 m²	2
Ensayo de Indice de flujo y conductividad hidráulica	UNE EN 16416	19.502,50 m²	1 cada 10.000 m²	2
Resistencia a tracción	UNE EN ISO 10319	19.502,50 m²	1 cada 10.000 m²	2
Resistencia al punzonado estático (CBR)	UNE EN ISO 12236	19.502,50 m²	1 cada 10.000 m²	2
Resistencia al pelado	ASTM D6496	19.502,50 m²	1 cada 10.000 m²	2
Ensayo de espesor bajo carga de 2 KN/m²	UNE EN ISO 9863-1	19.502,50 m²	1 cada 10.000 m²	2
Ensayo de porcentaje de Montmorillonita	XRD	19.502,50 m²	1 cada 10.000 m²	2
Ensayo de resistencia al corte directo interno húmedo (25 KN/m²)	UNE EN ISO 12957-1	19.502,50 m²	1 cada 10.000 m²	2
Determinacion del hinchamiento de la bentonita	ASTM D 5890	19.502,50 m²	1 cada 10.000 m²	2
Pérdida de fluido por filtrado	ASTM D 5891	19.502,50 m²	1 cada 10.000 m²	2

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

ENSAYO	NORMA	UD	VALOR ACEPTACIÓN
Ensayo del peso total unitario	UNE EN 14196	g/m²	≥ 4.800
Ensayo de contenido de bentonita	UNE EN 14196	g/m²	≥ 4.500
Ensayo peso de geotextil tejido	UNE EN 9684	g/m²	≥100
Ensayo peso de geotextil no tejido	UNE EN 9684	g/m²	≥200
Índice de flujo	UNE EN 16416	m³/m²/s	$\leq 3{,}0\text{x}10^{-9}$
Conductividad hidráulica	UNE EN 16416	m/s	$\leq 10^{-11}$
Resistencia a tracción	UNE EN ISO 10319	KN/m	≥12
Resistencia al punzonado estático (CBR)	UNE EN ISO 12236	KN	≥1,50
Resistencia al pelado	ASTM D6496	N/m	≥400
Ensayo de espesor bajo carga de 2 KN/m²	UNE EN ISO 9863-1	mm	≥ 8,0
Ensayo de porcentaje de Montmorillonita	XRD	%	≥ 70
Ensayo de resistencia al corte directo interno húmedo (25 KN/m²)	UNE EN ISO 12957-1	(°)	≥ 25º
Determinacion del hinchamiento de la bentonita	ASTM D 5890	ml/2g	≥ 24
Pérdida de fluido por filtrado	ASTM D 5891	m/s	≤18

3.8.3.2. Control de la puesta en obra

La forma de unión de la manta de bentonita será mediante solape de no menos de 15 cm con pasta de bentonita o polvo de bentonita entre ambos paños. En uniones transversales este solape será de más de 30 cm. Se recomienda el empleo de productos de anchos superiores o iguales a 5 m.

4. CONTROL DE CALIDAD EN LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS DE SELLADO

4.1. RELLENO SELECCIONADO PARA CAPA DE REGULARIZACIÓN

Se ejecutará una capa de regularización de los taludes y la coronación un espesor mínimo de 100 cm en los taludes y un espesor variable en coronación para permitir dar la pendiente del 4%.

Esta capa tendrá una doble finalidad:

- En primer lugar, se dotará a la celda de una superficie regular, y se dotará a las bermas y rampas de la celda de vertido de una pendiente uniforme evitando puntos bajos intermedios y favoreciendo la evacuación de escorrentías superficiales.
- En segundo lugar, se ejecutará esta capa con áridos de tamaño más reducido que el material dispuesto en la actualidad. Al disponer de un tamaño de árido más pequeño, el riesgo de punzonamiento de las láminas geosintéticas se reduce al conseguir una superficie más regular.

4.1.1. Ensayos de referencia del control del material

ENSAYO	NORMA	MEDICIÓN	CADENCIA	NºENSAYOS
Preparación de muestras de suelo	UNE 103100	358.357,00 m³	1 cada 10.000 m³	36
Análisis granulometrico por tamizado,	UNE EN ISO 17892-4	358.357,00 m³	1 cada 10.000 m³	36
Contenido de materia orgánica	UNE 103204	358.357,00 m³	1 cada 10.000 m³	36
Determinación de yesos	UNE 103206	358.357,00 m³	1 cada 10.000 m³	36

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

ENSAYO	UNIDAD	VALOR DE ACEPTACIÓN
Análisis granulometrico por tamizado,		
Tamaño máximo	mm	60
Cernido acumulado tamiz 0,063	%	<20
Contenido de materia orgánica	%	<5
Determinación de yesos	%	<5

4.1.2. Geometría

Se efectuarán comprobaciones de la superficie final de la capa de regularización para ajuste con los planos del Proyecto, y evitando puntos bajos intermedios en rampas y bermas.

Para ello se comprobarán las bases de replanteo del eje con mira cada 20 m, más los puntos estacas niveladas hasta milímetros.

Si aparecen desigualdades de pendiente o rasante se aplicará la regla de 3 m.

Las irregularidades que excedan las tolerancias admitidas se corregirán bien sea escarbando o añadiendo material con su posterior compactación, debiendo de volver a efectuarse los ensayos de humedades (método isótopos radiactivos).

4.1.3. Inspecciones

- De la superficie del asiento tras la extensión de la capa de regularización
- De la descarga de los camiones
- Del paso de camiones cargados en aparición de blandones.
- De la superficie terminada.

4.2. RELLENO SELECCIONADO PARA MATERIAL DE COBERTURA

Se ejecutará una capa de cobertura de los taludes y la coronación con un espesor medio de 50 cm.

Esta capa de cobertura se ejecutará en tongadas de 25 cm como máximo, hasta alcanzar una compactación del 90% del Proctor Modificado.

Se ejecutará con materiales de rechazo con un tamaño 0/60 mm, y de ese modo conseguir una superficie más regular en contacto con las láminas que reduzca el riesgo de punzonamiento de las láminas.

Se realizará también un ensayo triaxial, según UNE EN ISO 17892-9 de modo que pueda determinarse los parámetros de peso específico, ángulo de rozamiento interno y cohesión. Con los datos obtenidos de los ensayos, se realizará una comprobación de estabilidad del sellado y se analizará la aceptación o rechazo del material propuesto para la capa de cobertura.

4.2.1. Ensayos de referencia del control del material

ENSAYO	NORMA	MEDICIÓN	CADENCIA	NºENSAYOS
Preparación de muestras de suelo	UNE 103100	128.827,50 m³	1 cada 5.000 m³	26
Análisis granulometrico por tamizado,	UNE EN ISO 17892-4	128.827,50 m³	1 cada 5.000 m³	26
Próctor modificado	UNE 103501	128.827,50 m³	1 cada 5.000 m³	26
Contenido de materia orgánica	UNE 103204	128.827,50 m³	1 cada 5.000 m³	26
Determinación de yesos	UNE 103206	128.827,50 m³	1 cada 5.000 m³	26
Ensayo triaxial de suelos	UNE EN ISO 17892-9	128.827,50 m³	1 cada 5.000 m³	26

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

ENSAYO	UNIDAD	VALOR DE ACEPTACIÓN
Análisis granulometrico por tamizado,		
Tamaño máximo	mm	≤60
Cernido acumulado tamiz 0,063	%	<20
Contenido de materia orgánica	%	<5
Determinación de yesos	%	<5

Los parámetros resistentes (cohesión y ángulo de rozamiento) obtenidos a partir del ensayo triaxial, deberán garantizar la estabilidad del paquete de sellado. Para ellos los parámetros obtenidos deberán estar en la siguiente franja de valores mínimos para su aceptación:

- Si la densidad del material de cobertura es inferior a 16 KN/m³
    - Para valores de cohesión inferiores a 20 KN/m² .... No se acepta
    - Para valores de cohesión ≥20 KN/m² .... Ángulo de rozamiento ≥20,0º

- Si la densidad está comprendida entre 16 y 18 KN/m³
    - Para valores de cohesión inferiores a 20 KN/m² .... No se acepta
    - Para valores de cohesión entre 20 y 25 KN/m² .... Ángulo de rozamiento ≥25,0º
    - Para valores de cohesión ≥25 KN/m² .... Ángulo de rozamiento ≥20,0º

- Si la densidad está comprendida entre 18 y 22 KN/m³
    - Para valores de cohesión inferiores a 25 KN/m² .... No se acepta
    - Para valores de cohesión ≥25 KN/m² .... Ángulo de rozamiento ≥20,0º

4.2.2. Ensayos de referencia del control de la puesta en obra

ENSAYO	NORMA	MEDICIÓN	CADENCIA	NºENSAYOS
Determinación de la densidad ´in situ´, incluyendo humedad, por el método de isótopos radiactivos	ASTM D6938-23	2 tongada de superficie media de terraplén 257.655 m²	1 tong c/1.000 m²	516

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

ENSAYO	VALOR DE ACEPTACIÓN
Determinación de la densidad ´in situ´, incluyendo humedad, por el método de isótopos radiactivos	Próctor modificado>90 %

4.2.3. Geometría

Se efectuarán comprobaciones de la superficie de la capa de cobertura compactado para ajuste con los planos del Proyecto.

Para ello se comprobarán las bases de replanteo del eje con mira cada 20 m, más los puntos estacas niveladas hasta milímetros.

Si aparecen desigualdades de pendiente o rasante se aplicará la regla de 3 m.

Las irregularidades que excedan las tolerancias admitidas se corregirán bien sea escarbando o añadiendo material con su posterior compactación, debiendo de volver a efectuarse los ensayos de humedades (método isótopos radiactivos).

4.2.4. Inspecciones

- De la superficie del asiento
- De la explotación racional en los frentes
- De la descarga de los camiones
- De la temperatura ambiente
- De la altura de los acopios y estado de los separadores y accesos.
- Del paso de camiones cargados en aparición de blandones.
- De la superficie terminada.

4.3. RELLENO DE TIERRA VEGETAL CON APORTACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA PARA FORMACIÓN DE CAPA DE SELLADO

4.3.1. Ensayos de referencia del control del material

Todos los materiales que se utilicen en la obra deberán cumplir las condiciones que se establecen en el Pliego de Prescripciones Técnicas del Proyecto y ser aprobados por la Dirección de Obra.

Para ello, todos los materiales propuestos deberán ser examinados para su aceptación. En nuestro caso:

- Material bioestabilizado (inscrito y no inscrito en el Registro de productos fertilizantes)
- Mezcla de semillas para la revegetación

El Contratista estará en consecuencia obligado a informar a la Dirección de Obra sobre las procedencias de los materiales que vayan a ser utilizados para que se puedan realizar los análisis oportunos. La aceptación de un material en un cierto momento no será obstáculo para que el mismo material pueda ser rechazado más adelante si se le encuentra algún defecto de calidad o uniformidad.

Los materiales no incluidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas del Proyecto habrán de ser de calidad adecuada al uso a que se les destine. Se deben presentar en este caso las muestras, informes y certificados de los fabricantes que se consideren necesarios.

Se realizarán análisis para controlar las unidades de obra correspondientes a:

- Creación de "tierra vegetal" a partir de capa superficial de terreno disponible en obra, con la aportación de material bioestabilizado. Dosis: aportación de materia orgánica y unidades fertilizantes.
- Siembra mecánica para la revegetación del terreno.
- Hidrosiembra para la revegetación del terreno.
- Plantación de árboles y arbustos

4.3.1.1. Ensayo de enmienda orgánica de material bioestabilizado

ENSAYO	NORMA	MEDICIÓN (*)	CADENCIA	NºENSAYOS
Análisis granulométrico por tamizado	UNE EN ISO 17892-4	2.576,55 m^3	3 lotes cada 500 m^3	18
Análisis de la conductividad eléctrica	UNE EN 13038	2.576,55 m^3	3 lotes cada 500 m^3	18
Análisis de pH en H_2O	UNE 13037	2.576,55 m^3	3 lotes cada 500 m^3	18
Determinación de la humedad natural	UNE EN ISO 17892-1	2.576,55 m^3	3 lotes cada 500 m^3	18
Contenido en nitrógeno total	UNE EN 15750	2.576,55 m^3	3 lotes cada 500 m^3	18
Contenido en nitrógeno orgánico	UNE-CENT/TS 17771	2.576,55 m^3	3 lotes cada 500 m^3	18
Contenido en nitrógeno amoniacal (N-NH_4)	UNE EN 15475	2.576,55 m^3	3 lotes cada 500 m^3	18
Contenido en materia orgánica	UNE EN 13039	2.576,55 m^3	3 lotes cada 500 m^3	18
Contenido de óxidos de fósforo (P_2O_5)	UNE EN 15958	2.576,55 m^3	3 lotes cada 500 m^3	18
Contenido de óxidos de potasio (K_2O_5)	UNE EN 15477	2.576,55 m^3	3 lotes cada 500 m^3	18
Contenido metales pesados (Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Hg y Zn)	UNE EN 13650	2.576,55 m^3	3 lotes cada 500 m^3	18
Relación C/N	-	2.576,55 m^3	3 lotes cada 500 m^3	18
Análisis de impurezas, piedras y gravas	BS PAS 100 (Anejo E)	2.576,55 m^3	3 lotes cada 500 m^3	18
Análisis de impurezas (vidrios, metales y plásticos)	BS PAS 100 (Anejo E)	2.576,55 m^3	3 lotes cada 500 m^3	18
Test de autocalentamiento máximo (RotteGrade)	UNE EN 16087-2	2.576,55 m^3	3 lotes cada 500 m^3	18
Presencia de Salmonela spp	UNE EN ISO 6579-1	2.576,55 m^3	3 lotes cada 500 m^3	18
Presencia de escherichia coli	ISO 11866-3	2.576,55 m^3	3 lotes cada 500 m^3	18

(*) La cantidad de enmienda orgánica de material bioestabilizado a emplear como cobertura de vertederos clausurados se debe ajustar a lo establecido en el Apartado 3.6.A del Decálogo para la utilización del material bioestabilizado en el que se limita el volumen de material a utilizar hasta 50 T/Ha, y como la superficie a sellar es de 25,76 Ha, entonces se limita la cantidad de estabilizado a 1.288 T de materia seca (con una densidad de 0,50 T/m^3)

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

Los requisitos agronómicos del material bioestabilizado a emplear, no inscrito en el Registro de Productos Fertilizantes para su aplicación a través de la operación R 10 para su uso en restauración de la capa de sellado se detallan en la tabla siguiente. Estos requisitos agronómicos nos determinan los contenidos mínimos de las analíticas del material bioestabilizado.

	UNIDADES	**VALOR LÍMITE**
PARÁMETROS AGRONÓMICOS		
pH		6-8
Conductividad eléctrica	dS/m	<10000
Humedad	%	≤40
Materia orgánica	%	>25
Relación Corgánico/Norgánico	….	<20
Nitrógeno Total (N)	%	>1
Nitrógeno Orgánico	%	>1
Nitrógeno Amoniacal	%	>1
Óxidos de Fósforo (P_2O_5)	%	>1
Óxidos de Potasio (K_2O)	%	>1
Partículas que pasan por la malla de 25mm	%	>90
IMPUREZAS		
Las piedras y gravas eventualmente presentes, de diámetro superior a 5mm	%	≤5
Las impurezas(metales, vidrios y pláticos) eventualmente presentes de diámetro superior a 2mm	%	≤3
MADUREZ		
RotteGrade	**….**	Mínimo III
METALES PESADOS		
Cadmio (Cd)	mg/kg sms	<3
Cobre (Cu)		<400
Niquel (N)		<100
Plomo (Pb)		<200
Zinc (Zn)		<1.000
Mercurio (Hg)		<2,5
Cromo (Cr)		<300
HIGIENIZACIÓN		
Salmonella	Ausencia en 25 g. de material bioestabilizado	
Escherichia coli	NMP/g	<1.000

4.3.1.2. Ensayo de mezcla de semillas empleadas en la siembra mecánica e hidrosiembra

Se comprobarán los siguientes parámetros

- Porcentaje de composición por especies
- Porcentaje de pureza
- Certificación de las semillas empleadas.

4.3.1.3. Ensayos a realizar en el sustrato de partida

ENSAYO	NORMA	MEDICIÓN	CADENCIA	NºENSAYOS
Análisis granulométrico por tamizado	UNE EN ISO 17892-4	57.829,20 m³	1 cada 1.000 m³	58
Análisis de pH en H_2O	UNE 13037	57.829,20 m³	1 cada 1.000 m³	58
Análisis de la conductividad eléctrica	UNE EN 13038	57.829,20 m³	1 cada 1.000 m³	58
Contenido en materia orgánica	UNE 7368	57.829,20 m³	1 cada 1.000 m³	58
Contenido en nitrógeno total	UNE 77306	57.829,20 m³	1 cada 1.000 m³	58
Relación C/N	UNE 77306	57.829,20 m³	1 cada 1.000 m³	58
Contenido de fósforo en suelos	UNE 77324	57.829,20 m³	1 cada 1.000 m³	58
Contenido de potasio, calcio y magnesio	-	57.829,20 m³	1 cada 1.000 m³	58

Con la frecuencia de ensayos realizados durante la ejecución de las obras, cada 1.000 m³ de tierra, se determinará la dosis óptima de bioestabilizado que permita obtener una mezcla de tierra vegetal agronómicamente apto, según los parámetros fijados en el siguiente apartado.

4.3.1.4. Ensayos a realizar en el sustrato resultante tras la mezcla con material bioestabilizado

ENSAYO	NORMA	MEDICIÓN	CADENCIA	NºENSAYOS
Análisis granulométrico por tamizado	UNE EN ISO 17892-4	75.286,50 m³	1 cada 1.000 m³	76
Análisis de pH en H_2O	UNE 13037	75.286,50 m³	1 cada 1.000 m³	76
Análisis de la conductividad eléctrica	UNE EN 13038	75.286,50 m³	1 cada 1.000 m³	76
Contenido en materia orgánica	UNE 7368	75.286,50 m³	1 cada 1.000 m³	76
Contenido en nitrógeno total	UNE 77306	75.286,50 m³	1 cada 1.000 m³	76
Relación C/N	UNE 77306	75.286,50 m³	1 cada 1.000 m³	76
Contenido de fósforo en suelos	UNE 77324	75.286,50 m³	1 cada 1.000 m³	76
Contenido de potasio, calcio y magnesio	-	75.286,50 m³	1 cada 1.000 m³	76

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

Los parámetros requeridos para la mezcla de las tierras con el material bioestabilizado para poder ser empleado como cobertura vegetal en la capa de sellado, deberán estar dentro de los valores reflejados en la tabla siguiente:

ENSAYO	UNIDAD	VALOR DE ACEPTACIÓN
Análisis granulometrico por tamizado		
Arenas	%	40-80
Limos	%	10-40
Arcillas	%	10-40
Valores del pH en agua		6,00-8,00
Conductividad eléctrica	µs/cm	0,100-0,850
Contenido en materia orgánica	%	1,50-3,50
Contenido en nitrógeno total	%	0,10-0,40
Relacion C/N		8,00-14,00
Contenido en fósforo	mg/kg	10-40
Contenido en potasio	mg/kg	150-300
Contenido en calcio	mg/kg	1000-4000
Contenido en magnesio	mg/kg	200-400

4.3.2. Ensayos de referencia del control de la puesta en obra

ENSAYO	NORMA	MEDICIÓN	CADENCIA	NºENSAYOS
Determinación de la densidad ´in situ´, incluyendo humedad, por el método de isótopos radiactivos	ASTM D6938-23	1 tongada de superficie media de terraplén 257.655 m²	1 tong c/1.000 m²	258

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

ENSAYO	VALOR DE ACEPTACIÓN
Determinación de la densidad ´in situ´, incluyendo humedad, por el método de isótopos radiactivos	Próctor modificado>90 %

4.3.3. Geometría

Se efectuarán comprobaciones de la superficie del terraplén compactado para ajuste con los planos del Proyecto.

Para ello se comprobarán las bases de replanteo del eje con mira cada 20 m, más los puntos estacas niveladas hasta milímetros.

Si aparecen desigualdades de pendiente o rasante se aplicará la regla de 3 m.

Las irregularidades que excedan las tolerancias admitidas se corregirán bien sea escarbando o añadiendo material con su posterior compactación, debiendo de volver a efectuarse los ensayos de humedades (método isótopos radiactivos).

4.3.4. Inspecciones

- De la superficie del asiento tras el desbroce
- De la retirada de la montera vegetal en cantera.
- De la explotación racional en los frentes
- De la descarga de los camiones
- De la temperatura ambiente
- De la altura de los acopios y estado de los separadores y accesos.
- Del paso de camiones cargados en aparición de blandones.
- De la superficie terminada.

4.4. GRAVAS DRENANTES

4.4.1. Ensayos de referencia del control del material

DESCRIPCION	NORMA	MEDICION	CADENCIA	NºENSAYOS
Granulometría de las partículas	UNE EN ISO 17892-4	48.759,00 m³	1 cada 5.000 m^2	10
Determinación de los límites de Atterberg	UNE EN ISO 17892-12	48.759,00 m³	1 cada 5.000 m^2	10
Equivalente de arena	UNE EN 933-8	48.759,00 m³	1 cada 5.000 m^2	10
Resistencia al desgaste (Máquina de Los Ángeles)	UNE EN 1097-2	48.759,00 m³	1 cada 5.000 m^2	10
Permeabilidad hidráulica	UNE EN 1097-6	48.759,00 m³	1 cada 5.000 m^2	10

CRITERIO DE ACEPTACIÓN

DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR ACEPTACIÓN
Granulometría de las partículas		
Tamaño máximo del árido	mm	40-80
contenido de finos (retenido en el tamiz UNE 0,08)	%	≤5
Determinación de los límites de Atterberg	-	No Plástico
Equivalente de arena	-	≥30
Resistencia al desgaste (Máquina de Los Ángeles)	-	≤40
Permeabilidad hidráulica	m/s	$\geq 10^{-3}$

4.5. ZAHORRA ARTIFICIAL

4.5.1. Ensayos de referencia del control del material

ENSAYO	NORMA	MEDICIÓN	CADENCIA	NºENSAYOS
Preparación de muestras de suelo	UNE 103100	2.010,00 m³	1 cada 5.000 m³	1
Análisis granulometrico por tamizado,	UNE EN ISO 17892-4	2.010,00 m³	1 cada 5.000 m³	1
Determinación de los límites de Atterberg	UNE EN ISO 17892-12	2.010,00 m³	1 cada 5.000 m³	1
Próctor modificado	UNE 103501	2.010,00 m³	1 cada 5.000 m³	1
Indice C.B.R. en laboratorio	UNE 103502	2.010,00 m³	1 cada 5.000 m³	1
Contenido de materia orgánica	UNE 103204	2.010,00 m³	1 cada 5.000 m³	1
Equivalente de arena	UNE EN 933-8	2.010,00 m³	1 cada 5.000 m³	1
Resistencia al desgaste (Máquina de Los Ángeles)	UNE EN 1097-2	2.010,00 m³	1 cada 5.000 m³	1
Porcentaje de caras de fractura	UNE EN 933-5	2.010,00 m³	1 cada 5.000 m³	1
Indice de lajas	UNE EN 933-3	2.010,00 m³	1 cada 5.000 m³	1
Contenido de azufres totales	UNE-EN 1744-1	2.010,00 m³	1 cada 5.000 m³	1

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

ENSAYO	UNIDAD	VALOR DE ACEPTACIÓN
Análisis granulometrico por tamizado		
Retenido en tamiz 40 mm	%	100
Retenido en tamiz 25 mm	%	75-100
Retenido en tamiz 20 mm	%	65-90
Retenido en tamiz 8 mm	%	40-63
Retenido en tamiz 4 mm	%	26-45
Retenido en tamiz 2 mm	%	15-32
Retenido en tamiz 0,500 mm	%	7-21
Retenido en tamiz 0,250 mm	%	4-16
Retenido en tamiz 0,063 mm	%	0-9
Determinación de los límites de Atterberg		
Límite líquido (LL)		<25
Índice de plasticidad (IP)		<6
Equivalente de arena		>30
Resistencia al desgaste (Máquina de Los Ángeles)		≤35
Porcentaje de caras de fractura	%	>50
Indice de lajas	%	<35
Contenido de azufres totales	%	<1

4.5.2. Ensayos de referencia del control de la puesta en obra

ENSAYO	NORMA	MEDICIÓN	CADENCIA	NºENSAYOS
Determinación de la densidad ´in situ´, incluyendo humedad, por el método de isótopos radiactivos	ASTM D6938-23	1 tong de 6.700 m²	1 tong c/1.000 m²	7

El espesor será comprobado mediante control nivelación topográfica, verificándose la diferencia de cotas entre la superficie de excavación, previa a la colocación de las zahorras, y la superficie final una vez colocada.

CRITERIO DE ACEPTACIÓN

ENSAYO	VALOR ACEPTACIÓN
Determinación de la densidad ´in situ´, incluyendo humedad, por el método de isótopos radiactivos	Próctor Modificado >95 %

4.6. MATERIALES GEOSINTÉTICOS

El sistema de control de calidad de geosintéticos en el vertedero comprenderá las siguientes fases:

1) Conformidad del producto respecto del proyecto.

   El material que se autorice por parte de la Dirección de Obra, deberá cumplir las prescripciones del proyecto.

2) **Control de recepción de los materiales**, para verificación de que los materiales enviados a obra corresponden con las especificaciones de la misma.

   Todos los componentes del sistema de impermeabilización suministrados vendrán debidamente etiquetados y empaquetados según UNE EN 10320, y vendrán acompañados del certificado de conformidad CE del fabricante

   Se controlará que los rollos lleguen a pie de obra en perfectas condiciones.

   En el caso de geomembranas se suministrará un certificado de control de calidad por cada rollo, y en el resto de materiales un certificado de calidad por lote de fabricación.

En dichos certificados el productor indicará, el lote de fabricación, el valor medio de cada ensayo y el rango de variación de ese valor.

Se controlará la identificación de los rollos en obra y la correspondencia con los certificados, igualmente se comprobará el correcto estado del material en su recepción.

Deberán estar embalados adecuadamente para permitir su fácil manipulación en la carga y descarga. Los materiales serán descargados en obra en zona adecuada que garantice la inalterabilidad de los mismos.

3) Evaluación de la conformidad de los materiales.

Para evaluar si el material es conforme se cogerán dos muestras A y B, de dos rollos diferentes de largo suficiente y a todo el ancho del rollo realizándose ensayos en sentido longitudinal y transversal.

Se realizarán los ensayos en la muestra A:

a. Si el valor obtenido es mayor que el valor medio menos el 95% del rango de variación, el material es conforme.

b. Si el valor obtenido es menor que el valor medio menos el 99% del rango de variación, el material no es conforme.

c. Si el valor obtenido está entre el valor medio menos el 95% del rango de variación y valor medio menos el 99% del rango de variación, se ensayará la muestra B:

   Si el valor obtenido de la muestra B cumple según a) el material es conforme.

   Si el valor obtenido de la muestra B es menor que el valor medio menos el 95% del rango de variación, el material no es conforme.

Las muestras no se tomarán de los extremos de los rollos.

4) Inspección de las condiciones de manipulación.

El instalador será responsable de que los materiales sean manipulados adecuadamente, y para ello cumplirá los siguientes puntos:

Que la maquinaria y las herramientas utilizadas en su manipulación sean las adecuadas, y no dañe los materiales.

d. Que ninguna de las personas que están trabajando sobre las geomembranas fumen, lleven calzado que pueda dañarla o realicen otro tipo de operaciones que puedan deteriorarlas.

e. Que el método utilizado para desenrollarlas, no cause arañazos ni deteriore el suelo del soporte o el geotextil de base.

f. Que se coloquen contrapesos durante su instalación para prevenir descolocaciones por causa del viento.

g. Que se prohíba el tráfico sobre la lámina o se proteja adecuadamente con geotextil geocompuesto de protección u otros medios.

5) Inspección de las condiciones de almacenamiento.

Los materiales deben almacenarse en condiciones que impidan su deterioro. Se seguirán las indicaciones que indique cada fabricante. Si éstas no existiesen se adoptarán de forma general los siguientes principios:

Zona de almacenamiento

Superficie lisa, horizontal (o con ligera inclinación, 2-4%, para la evacuación de agua de lluvia) y limpia.

h. De tamaño adecuado al número de rollos, sus dimensiones, los diferentes materiales y tipos que componen los trabajos, espacio para su manipulación y movimiento.
i. Cada tipo de material se almacena en una parte diferenciada de los demás.

Otras Consideraciones

Para almacenamientos superiores a 1 mes, los materiales se pondrán a cubierto o serán tapados por lonas que eviten su exposición prolongada a los rayos UV.

En cualquier caso, si el envoltorio de los materiales estuviera dañado, se deberá cubrir los rollos mediante lonas. Las lonas de protección deberán estar adecuadamente sujetas y balastadas para evitar que se vuelen.

Es conveniente el que los materiales no se apoyen directamente sobre el terreno.

6) Inspección de la instalación de los materiales.

Una empresa independiente debidamente acreditada, constatará que:

La instalación es compatible con los planos así como con el pliego de condiciones.
j. Hay suficiente solape entre los materiales.
k. Que la dirección del solape es la correcta.
l. Correcta ejecución de juntas o uniones.

7) Control de daños por ejecución, y de su reparación.

4.6.1. Geomembrana de polietileno de alta densidad

4.6.1.1. Ensayos de referencia del control del material

Se hará una toma de muestras de material cada 10.000 m² recibidos en obra e instalados de conformidad con la frecuencia de ensayos propuesta en la UNE 104425.

Los anchos de los rollos deben ser superiores a 5,5 metros.

1) LÁMINA LISA PEAD 2,00 mm

ENSAYO	NORMA	MEDICIÓN	CADENCIA	NºENSAYOS
Densidad de lámina	UNE-EN ISO 1183-1	65.012,00 m²	1 cada 10.000 m²	7
Espesor de lámina y variación en el borde	UNE-EN ISO 1849-2	65.012,00 m²	1 cada 10.000 m²	7
Contenido en negro de carbono y cenizas	UNE 53375-2	65.012,00 m²	1 cada 10.000 m²	7
Dispersión del negro de humo	ISO 18553	65.012,00 m²	1 cada 10.000 m²	7
Resistencia de lámina a la tracción y alargamiento en rotura		65.012,00 m²	1 cada 10.000 m²	7
Resistencia a la tracción	UNE EN ISO 527-3	65.012,00 m²	1 cada 10.000 m²	7
Alargamiento en la rotura	UNE EN ISO 527-3	65.012,00 m²	1 cada 10.000 m²	7
Ensayo de punzonado estático (CBR)	UNE-EN ISO 12236	65.012,00 m²	1 cada 10.000 m²	7
Resistencia al desgarro	UNE-EN ISO 34-1	65.012,00 m²	1 cada 10.000 m²	7
Determinación del tiempo de inducción a la oxidación	UNE-EN ISO 11357-6	65.012,00 m²	1 cada 10.000 m²	7
Resistencia a la fisuración bajo tensión debida al ambiente	UNE EN 14576	65.012,00 m²	1 cada 10.000 m²	7

CRITERIO DE ACEPTACIÓN

ENSAYO	NORMA	UNIDAD	VALOR ACEPTACIÓN
Densidad de lámina	UNE-EN ISO 1183-1	g/cm³	≥0,940
Espesor nominal mínimo	UNE-EN ISO 1849-2	mm	≥2,0
Tolerancia al espesor promedio	UNE-EN ISO 1849-2	%	±5,0
Tolerancia al espesor puntual mínimo	UNE-EN ISO 1849-2	%	±10,0
Contenido en negro de carbono y cenizas	UNE 53375-2	%	2,0-3,0
Dispersión del negro de humo	ISO 18553	%	≤3
Resistencia de lámina a la tracción y alargamiento en rotura			
Resistencia a la tracción en rotura	UNE EN ISO 527-3	Mpa	≥26
Alargamiento en la rotura	UNE EN ISO 527-3	%	≥700
Resistencia a la tracción fluencia	UNE EN ISO 527-3	Mpa	≥16
Alargamiento en fluencia	UNE EN ISO 527-3	%	≥8
Ensayo de punzonado estático (CBR)	UNE-EN ISO 12236	KN	≥4,50
Resistencia al desgarro	UNE-EN ISO 34-1	N/mm	≥130
Determinación del tiempo de inducción a la oxidación	UNE-EN ISO 11357-6	min	≥100
Resistencia a la fisuración bajo tensión debida al ambiente	UNE EN 14576	h	≥500

2) LÁMINA TEXTURIZADA PEAD 2,00 mm

ENSAYO	NORMA	MEDICIÓN	CADENCIA	NºENSAYOS
Densidad de lámina	UNE-EN ISO 1183-1	192.643,00 m²	1 cada 10.000 m²	20
Espesor de lámina y variación en el borde	UNE-EN ISO 1849-2	192.643,00 m²	1 cada 10.000 m²	20
Contenido en negro de carbono y cenizas	UNE 53375-2	192.643,00 m²	1 cada 10.000 m²	20
Altura de tacos	ASTM D7466	192.643,00 m²	1 cada 10.000 m²	20
Dispersión del negro de humo	ISO 18553	192.643,00 m²	1 cada 10.000 m²	20
Resistencia de lámina a la tracción y alargamiento en rotura		192.643,00 m²	1 cada 10.000 m²	20
Resistencia a la tracción	UNE EN ISO 527-3	192.643,00 m²	1 cada 10.000 m²	20
Alargamiento en la rotura	UNE EN ISO 527-3	192.643,00 m²	1 cada 10.000 m²	20
Ensayo de punzonado estático (CBR)	UNE-EN ISO 12236	192.643,00 m²	1 cada 10.000 m²	20
Resistencia al desgarro	UNE-EN ISO 34-1	192.643,00 m²	1 cada 10.000 m²	20
Determinación del tiempo de inducción a la oxidación	UNE-EN ISO 11357-6	192.643,00 m²	1 cada 10.000 m²	20
Resistencia a la fisuración bajo tensión debida al ambiente	UNE EN 14576	192.643,00 m²	1 cada 10.000 m²	20

CRITERIO DE ACEPTACIÓN (*)

ENSAYO	NORMA	UNIDAD	VALOR ACEPTACIÓN
Densidad de lámina	UNE-EN ISO 1183-1	g/cm³	≥0,940
Espesor nominal mínimo	UNE-EN ISO 1849-2	mm	≥2,0
Tolerancia al espesor promedio	UNE-EN ISO 1849-2	%	±5,0
Tolerancia al espesor puntual mínimo	UNE-EN ISO 1849-2	%	±10,0
Altura de tacos	ASTM D7466	mm	≥0,50
Contenido en negro de carbono y cenizas	UNE 53375-2	%	2,0-3,0
Dispersión del negro de humo	ISO 18553	%	≤3
Resistencia de lámina a la tracción y alargamiento en rotura			
Resistencia a la tracción en rotura	UNE EN ISO 527-3	Mpa	≥12
Alargamiento en la rotura	UNE EN ISO 527-3	%	≥200
Resistencia a la tracción fluencia	UNE EN ISO 527-3	Mpa	≥16
Alargamiento en fluencia	UNE EN ISO 527-3	%	≥8
Ensayo de punzonado estático (CBR)	UNE-EN ISO 12236	KN	≥3,50
Resistencia al desgarro	UNE-EN ISO 34-1	N/mm	≥125
Determinación del tiempo de inducción a la oxidación	UNE-EN ISO 11357-6	min	≥100
Resistencia a la fisuración bajo tensión debida al ambiente	UNE EN 14576	h	≥500

(*) Para las láminas texturizadas, los criterios de aceptación de resistencia a tracción y alargamiento de rotura se evalúan en la zona estructurada de la lámina. El ensayo de resistencia a la fisuración debida al ambiente se realiza en la zona lisa.

Según el apartado B.7 del Anexo de la norma *UNE-EN 13493*, todas las barreras geosintéticas utilizadas en las obras de almacenamiento y vertederos de residuos sólidos deben someterse a un ensayo de resistencia al lixiviado mediante líquidos especificados según se detalla en la *Norma Europea EN 14415.*

Se deben considerar cada uno de los criterios de evaluación siguientes:

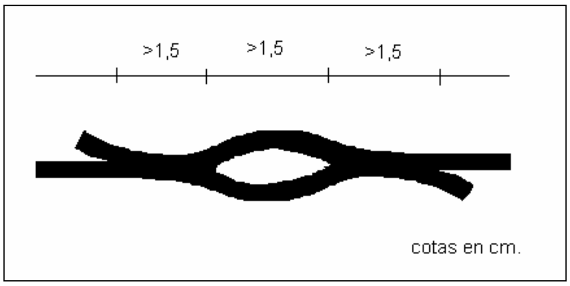
- No debe aparecer ningún signo visible de degradación
- Las propiedades residuales de tracción deben tener una modificación que no exceda el 25% respecto a los valores iniciales del límite elástico y el alargamiento de rotura del material
- La pérdida de masa de la muestra no debe ser superior al 5%

4.6.1.2. Ensayos de referencia del control de la puesta en obra. Soldaduras

Las geomembranas de polietileno de alta densidad serán unidas única y exclusivamente por alguno de los métodos que se indican a continuación. No se permitirán uniones de tipo adhesivo, químico u otros que no se hallen contemplados en este punto.

a) Soldadura doble.

La soldadura de las geomembranas será siempre del tipo doble con canal intermedio de comprobación. Las dimensiones de esta soldadura serán las de la figura adjunta. La anchura del solape será siempre mayor de 10 cm.



Dimensiones mínimas de la soldadura doble

La maquinaria a utilizar podrá ser de cuña caliente, aire caliente o ambas, pero siempre será automática, y con un sistema de control de la temperatura de soldado, a ser posible digital y con impresión de las condiciones de soldadura: (presión de los rodillos, velocidad y temperatura).

La temperatura y velocidad de soldadura, se regulará según las condiciones climatológicas, y a partir de ensayos previos realizados in- situ con tensiómetro automático de campo.

Las geomembranas a soldar estarán limpias y exentas de polvo o grasa, para lo cual en ocasiones será necesario limpiarlas con un paño previamente.

Las soldaduras dobles con canal de comprobación se comprobarán según UNE 104-481-3-2. Aquellas soldaduras que no cumplan la anterior comprobación podrán repararse de alguna de las dos formas siguientes:

- Si el punto de fuga es localizable se reparará mediante una soldadura por extrusión.

- Si la soldadura es completamente defectuosa se reparará insertando un nuevo paño del mismo material de anchura no inferior a 1 m el cual se suelda a los paños cuya soldadura era defectuosa, comprobándose de nuevo las nuevas soldaduras.

b) Soldadura por extrusión.

Se realiza con una máquina extrusora portátil que aporta material del mismo tipo que la geomembrana. Se pondrá especial énfasis en que la materia prima de la geomembrana y el material de aporte reúnan las mismas características técnicas, para garantizar la durabilidad de la soldadura. La operación de soldadura por extrusión consiste en:

- Limpieza enérgica de la zona a soldar.
- Unión mediante calor.
- Lijado de una zona de aproximadamente de 6 cm. común a ambas láminas. Este lijado se realizará siempre en dirección perpendicular a la soldadura, no eliminando más de un 10% del espesor de la lámina.
- Extrusión del material de aporte.

El cordón de soldadura tendrá una anchura mínima de 3 cm y una altura mínima del espesor de la geomembrana. La comprobación de esta soldadura se podrá realizar dejando embebido un cordón de hilo de cobre para su comprobación con chispómetro, o mediante el procedimiento de la campana de vacío. Este tipo de soldadura será solo utilizable en zonas de unión de varios paños y en puntos donde no sea posible la realización de la soldadura doble.

Las dimensiones mínimas de las soldaduras serán de 12 mm de ancho por cordón en el caso de doble cordón paralelo, separados por un canal intermedio de al menos 20 mm; o de 30 mm cuando sea cordón único con aporte de material por extrusión.

Para geomembranas durante la instalación se deberá realizar un plano de despiece de los paños de láminas tal y como han sido colocados haciendo referencia al número de rollo al que corresponden y en el que se nombrarán las soldaduras por los números de paños a los que unen, es decir:

Nº de rollo: ....N (especificado por el fabricante)
Paños:..N1; N2; N3
Soldadura:...N2-N7; N3-N1

En dicho plano quedaran reflejados los ensayos de control realizados, identificación, tipo, fecha y hora de ejecución, resultado y fecha de la reparación si hubiese sido necesaria. Se distinguen dos tipos de controles de instalación:

Control de Prueba: se realiza una vez ajustados los parámetros de soldadura de la máquina sobre dos retales de lámina de más de 1 m de largo y antes de que esta entre en el tajo a funcionar.

2) **Control en Obra: se realiza sobre la soldadura definitiva ejecutada en Obra.**

Los parámetros de soldadura automática son como mínimo: la velocidad, temperatura y presión de los rodillos. Para la soldadura por extrusión la temperatura del extrusionado.

A su vez los ensayos pueden ser: NO Destructivos y Destructivos.

El control de Instalación se podrá realizar como sigue:

Ensayos NO Destructivos

- En soldaduras con canal central por termofusión con cuña o aire caliente.
    - Ensayo de aire a presión según norma UNE 104-481.
- En soldaduras por extrusión con cordón ó granulado de la misma resina.
    - Ensayo de Vacío (Anexo nº 3 norma UNE 104-425).
    - Inspección visual sistemática.
    - Control mediante potenciómetro de campo (chispómetro).

Ensayos Destructivos en PRUEBA:

- Ensayo de Pelado / Corte en Laboratorio según norma UNE 104- 304.
- Ensayo de Pelado/ Corte en Obra con Tensiómetro de campo con muestra de ancho 2, 5 cm, tomada a no menos de 30 cm del borde de un tramo de soldadura en prueba de 1 m de longitud min. y procedimiento de ensayo según norma UNE 104- 304.

Ensayos Destructivos

A juicio del Director de Obra podrá preverse un Plan de Ensayos Destructivos con toma de muestras sobre las soldaduras en OBRA y ensayos de Pelado/ Corte en laboratorio. El criterio deberá ser restrictivo para provocar la mínima necesidad de reparaciones sobre la geomembrana.

Los ensayos de las soldaduras se realizarán una vez realizadas estas de forma que el control no entorpezca los trabajos de instalación, ni se tenga que romper una soldadura para su ensayo, esto implica que las muestras de los ensayos destructivos se tomarán siempre en la zona final o inicial de la soldadura, y los ensayos por aire se realizarán antes de que se taponen los extremos de la soldadura por nuevas láminas.

Además, se controlará la correcta instalación de la geomembrana entre otros en los siguientes términos:

- Holgura de las láminas: Una excesiva holgura en la lámina produce dobleces y arrugas cuando ésta soporta la carga del material de drenaje o el vertido. Es particularmente importante cuando existen un geocompuesto de bentonita debajo ya que la efectividad de ésta depende directamente del contacto íntimo entre la lámina y el geocompuesto.

- Lijado: El lijado de las láminas cuando se va a realizar una soldadura por extrusión, debe realizarse en la dirección normal a la soldadura y cuidar que el espesor de la lámina después de esta operación no sea inferior al 90% del espesor nominal.

ENSAYO	NºENSAYOS
Ensayos No destructivos en obra	
Ensayo aire a presión en soldaduras	100%
Soldaduras por extrusión	100%
Ensayos No destructivos en prueba	
Ensayo de pelado/corte	100%
Ensayos Destructivos	
Ensayo de pelado/corte	100%
Ensayo de tracción	100%

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

ENSAYO	UNIDAD	VALOR ACEPTACIÓN
Ensayos No destructivos en obra		
Ensayo aire a presión en soldaduras	kPa	200
Soldaduras por extrusión	-	estanco a 5 psi
Ensayos No destructivos en prueba		
Ensayo de pelado	N/mm	>17 lámina rugosa >20 lámina lisa
Ensayos Destructivos		
Ensayo de pelado	N/mm	>17 lámina rugosa >20 lámina lisa

4.6.2. Geotextil antipunzonamiento y anticolmatante

4.6.2.1. Ensayos de referencia del control del material

Para la protección de las láminas de PEAD se van a utilizar geotextiles (con un gramaje de 300 g/m² o superior) que cumplan las exigencias de resistencia especificados en la tabla de características.

Para evitar la colmatación de las capas de gravas, se dispondrá de un geotextil anticolmatante de 150 g/m².

En esta obra los geotextiles son no tejidos formados por fibras vírgenes 100% de polipropileno, unidas mecánicamente por un proceso de agujado con posterior termofusión, con características mínimas:

4) GEOTEXTIL ANTIPUNZONAMIENTO 300 g/m²

ENSAYO	NORMA	MEDICION	CADENCIA	NºENSAYOS
Determinación de la materia prima	ISO 11357-3	130.024,00 m²	1 cada 10.000 m²	14
Peso unitario	UNE EN ISO 9864	130.024,00 m²	1 cada 10.000 m²	14
Resistencia al punzonamiento estático (CBR)	UNE EN ISO 12236	130.024,00 m²	1 cada 10.000 m²	14
Resistencia a la tracción y alargamiento de rotura	UNE EN ISO 10319	130.024,00 m²	1 cada 10.000 m²	14
Resistencia a tracción	UNE EN ISO 10319	130.024,00 m²	1 cada 10.000 m²	14
Alargamiento de rotura	UNE EN ISO 10319	130.024,00 m²	1 cada 10.000 m²	14
Ensayo de resistencia a la perforación dinámica por caida de cono	UNE-EN ISO 13433	130.024,00 m²	1 cada 10.000 m²	14
Ensayo de espesor bajo carga de 2 KN/m²	UNE EN ISO 9863-1	130.024,00 m²	1 cada 10.000 m²	14

CRITERIO DE ACEPTACIÓN

ENSAYO	NORMA	UNIDAD	VALOR ACEPTACIÓN
Determinación de la materia prima	ISO 11357-3	% Fibras vírgenes PP	100
Peso unitario	UNE EN ISO 9864	g/m²	≥300
Resistencia al punzonamiento estático (CBR)	UNE EN ISO 12236	N	≥2600
Resistencia a la tracción y alargamiento de rotura	UNE EN ISO 10319		
Resistencia a tracción	UNE EN ISO 10319	KN/m	≥16
Alargamiento de rotura	UNE EN ISO 10319	%	≥45
Ensayo de resistencia a la perforación dinámica por caida de cono	UNE-EN ISO 13433	mm	≤23
Ensayo de espesor bajo carga de 2 KN/m²	UNE EN ISO 9863-1	mm	≥2

5) GEOTEXTIL ANTICOLMATANTE 150 g/m²

ENSAYO	NORMA	MEDICION	CADENCIA	NºENSAYOS
Determinación de la materia prima	ISO 11357-3	130.024,00 m²	1 cada 10.000 m²	14
Peso unitario	UNE EN ISO 9864	130.024,00 m²	1 cada 10.000 m²	14
Resistencia al punzonamiento estático (CBR)	UNE EN ISO 12236	130.024,00 m²	1 cada 10.000 m²	14
Resistencia a la tracción y alargamiento de rotura	UNE EN ISO 10319	130.024,00 m²	1 cada 10.000 m²	14
Resistencia a tracción	UNE EN ISO 10319	130.024,00 m²	1 cada 10.000 m²	14
Alargamiento de rotura	UNE EN ISO 10319	130.024,00 m²	1 cada 10.000 m²	14
Ensayo de resistencia a la perforación dinámica por caida de cono	UNE-EN ISO 13433	130.024,00 m²	1 cada 10.000 m²	14
Ensayo de espesor bajo carga de 2 KN/m²	UNE EN ISO 9863-1	130.024,00 m²	1 cada 10.000 m²	14
Medida de abertura característica	UNE EN ISO 12956	130.024,00 m²	1 cada 10.000 m²	14
Permeabilidad normal al plano	UNE EN ISO 11058	130.024,00 m²	1 cada 10.000 m²	14

CRITERIO DE ACEPTACIÓN

ENSAYO	NORMA	UNIDAD	VALOR ACEPTACIÓN
Determinación de la materia prima	ISO 11357-3	% Fibras vírgenes PP	100
Peso unitario	UNE EN ISO 9864	g/m²	≥150
Resistencia al punzonamiento estático (CBR)	UNE EN ISO 12236	N	≥1000
Resistencia a la tracción y alargamiento de rotura	UNE EN ISO 10319		
Resistencia a tracción	UNE EN ISO 10319	KN/m	≥6
Ensayo de resistencia a la perforación dinámica por caida de cono	UNE-EN ISO 13433	mm	≤42
Ensayo de espesor bajo carga de 2 KN/m²	UNE EN ISO 9863-1	mm	≥1
Medida de abertura característica	UNE EN ISO 12956	mm	$0{,}040 \leq O_{90} \leq 0{,}140$
Permeabilidad normal al plano	UNE EN ISO 11058	mm/s	≥70

4.6.2.2. Control de la puesta en obra

En la instalación de geotextiles y otros productos se vigilará que los solapes se realicen por el método indicado (unión por calor, cosido...) y que sus dimensiones son las correctas.

El material recibido en obra se identificará según EN UNE 10320.

La extensión de los geotextiles se hará de forma continua, cuidando el anclaje eventual de los mismos durante la instalación para evitar posibles movimientos por viento.

Los geotextiles se unirán por termofusión o cosido con hilo sintético de los mismos con un solapo mínimo de 20 cm.

Si las uniones se realizan por simple solape este no será menor de 50 cm. Se evitarán las uniones transversales en los taludes a no ser que estas se realicen por cosido.

4.6.3. Geocompuesto drenante

4.6.3.1. Ensayos de referencia del control del material

Los geocompuestos de drenaje se emplean en los sistemas de impermeabilización de vertederos con barreras geosintéticas como sustitutos de las tradicionales capas de drenaje de material granular. Aventajan a éstas en su menor peso, menor espesor, fácil instalación, adaptabilidad en taludes escarpados y reducción del espacio de almacenaje.

Los geocompuestos de drenaje están constituidos por un núcleo de drenaje unido a uno o dos geotextiles no tejidos que actúan como elemento filtro. Los polímeros más empleados en la fabricación de los geocompuestos de drenaje en sistemas de impermeabilización de vertederos con barreras geosintéticas son poliolefinas (polietileno y polipropileno).

ENSAYO	NORMA	MEDICIÓN	CADENCIA	NºENSAYOS
Capacidad de flujo en el plano	UNE EN ISO 12958	385.286,00 m²	1 cada 10.000 m²	39
Resistencia a la tracción	UNE EN ISO 10319	385.286,00 m²	1 cada 10.000 m²	39
Resistencia al punzonamiento estático (CBR)	UNE EN ISO 12236	385.286,00 m²	1 cada 10.000 m²	39
Ensayo de resistencia a la perforación dinámica por caida de cono	UNE EN ISO 13433	385.286,00 m²	1 cada 10.000 m²	39
Permeabilidad normal al plano a 2 Kpa del geotextil	UNE EN ISO 11058	385.286,00 m²	1 cada 10.000 m²	39
Abertura de poros del geotextil de filtro	UNE EN ISO 12956	385.286,00 m²	1 cada 10.000 m²	39
Peso unitario del geocompuesto	UNE EN ISO 9864	385.286,00 m²	1 cada 10.000 m²	39
Espesor bajo carga 2KPa del geocompuesto	UNE EN ISO 9863-1	385.286,00 m²	1 cada 10.000 m²	39

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

ENSAYO	NORMA	UD	VALOR UMBRAL
Capacidad de flujo en el plano	UNE EN ISO 12958	-	-
σ=20 Kpa; i=1 (R/F)	UNE EN ISO 12958	l/sxm	≥0,50
Resistencia a tracción	UNE EN ISO 10319	KN/m	≥13(MD)/≥12 (CD)
Resistencia al punzonamiento estático (CBR)	UNE EN ISO 12236	N	≥2450
Ensayo de resistencia a la perforación dinámica por caida de cono	UNE EN ISO 13433	mm	≤26
Permeabilidad normal al plano a 2 Kpa del geotextil	UNE EN ISO 11058	mm/s	≥45
Abertura de poros del geotextil de filtro	UNE EN ISO 12956	mm	$0,040 \leq O_{90} \leq 0,140$
Peso unitario	UNE EN ISO 9864	g/m^2	≥400
Espesor total bajo carga 2KPa	UNE EN ISO 9863-1	mm	≥4,00

Los geocompuestos drenantes deben cumplir con las características definidas tanto en la tabla anterior como con lo indicado en la declaración de prestaciones aprobada del fabricante del material.

En la declaración de prestaciones del fabricante del material se debe garantizar una durabilidad del geocompuesto según el Anexo B UNE EN 13257 de 25 años.

El geocompuesto se deberá cubrir en un plazo máximo de 2 semanas. En caso excepcional de una exposición superior a 2 semanas el geotextil (visto) deberá contar con la debida protección ante la radiación ultravioleta (UNE EN 12224) y los vientos, mediante un lastrado adecuado.

4.6.3.2. Control de la puesta en obra

Los geocompuestos drenantes se colocarán de forma continua colocando seguidamente el material que le siga para evitar su desplazamiento por el viento. En cuanto a la unión se realizará de forma que el núcleo que lo forma quede “a testa” y se solape el geotextil con 10 cm. mínimo unido por termofusión para asegurar la continuidad del filtro.

Los materiales recibidos en obra vendrán empaquetados y etiquetados según UNE EN 10320.

En taludes se evitarán uniones transversales. Caso de realizarse se unirán también los núcleos de forma que la resistencia de la unión se mantenga.

5. PRESUPUESTO

LISTADO DE MEDICIONES

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
CAPÍTULO 01 CONTROL DE CALIDAD AMPLIACIÓN FASE II								
SUBCAPÍTULO 01.01 TERRENO DE BASE								
01.01.01	**ud**	**ESTUDIO GEOTEC.PARA CAPAC.PORTANTE** Estudio geotécnico para la determinación de la capacidad portante del terreno en la base del muro de esscollera, mediante la realización de seis ensayos de penetración dinámica superpesada hasta rechazo incluso redacción de informe por técnico especializado. S/ CTE-SE-C.						
			1				1,000	
								1,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
SUBCAPÍTULO 01.02 TERRAPLENES								
01.02.01	**ud**	**TOMA DE MUESTRAS SUELOS** Toma de muestras de suelos en excavaciones, s/UNE 103100.						
		Terraplén recrecido viario	12				12,000	
		Terraplén mota perimetral	4				4,000	
								16,00
01.02.02	**ud**	**GRANULOMETRÍA DE SUELOS** Análisis granulométricos de suelos o zahorras por tamizado, s/UNE EN ISO17892-4.						
		Terraplén recrecido viario	12				12,000	
		Terraplén mota perimetral	4				4,000	
								16,00
01.02.03	**ud**	**LÍMITES DE ATTERBERG DE SUELOS** Determinación de los límites de Atterberg de una muestra de suelos o zahorras, incluso determinación del índice de plasticidad, s/UNE EN ISO 17892-12						
		Terraplén recrecido viario	12				12,000	
		Terraplén mota perimetral	4				4,000	
								16,00
01.02.04	**ud**	**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO SUELOS** Ensayo proctor, modificado sobre una muestra de suelos o zahorras, s/UNE 103501.						
		Terraplén recrecido viario	12				12,000	
		Terraplén mota perimetral	4				4,000	
								16,00
01.02.05	**ud**	**ÍNDICE C.B.R. SUELOS** Determinación del índice C.B.R., en laboratorio, de una muestra de suelos o zahorras, s/UNE 103502.						
		Terraplén recrecido viario	12				12,000	
		Terraplén mota perimetral	4				4,000	
								16,00
01.02.06	**ud**	**CNTDº EN MATERIA ORGÁNICA SUELOS** Determinación del contenido en materia orgánica de una muestra de suelos o zahorras, realizada s/UNE 103204						
		Terraplén recrecido viario	12				12,000	
		Terraplén mota perimetral	4				4,000	
								16,00
01.02.07	**ud**	**CNTDº EN HUMEDAD DE SUELOS** Determinación de la humedad de un suelo por secado en estufa, s/UNE EN ISO 17892-1.						
		Terraplén recrecido viario	12				12,000	
		Terraplén mota perimetral	4				4,000	
								16,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
01.02.08	**ud**	**CNTDº EN SALES SOLUBLES, SUELOS**						
		Determinación del contenido de sales solubres de los suelos, s/UNE 103205.						
		Terraplén recrecido viario	12				12,000	
		Terraplén mota perimetral	4				4,000	
								16,00
01.02.09	**ud**	**CONTENIDO YESOS, SUELOS**						
		Determinación del contenido de yeso en suelos, s/UNE 103206.						
		Terraplén recrecido viario	12				12,000	
		Terraplén mota perimetral	4				4,000	
								16,00
01.02.10	**ud**	**ENSAYO DE COLAPSO, SUELOS**						
		Ensayo de colapso en suelos, s/UNE 103406.						
		Terraplén recrecido viario	12				12,000	
		Terraplén mota perimetral	4				4,000	
								16,00
01.02.11	**ud**	**HICHAMIENTO LIBRE SUELOS**						
		Ensayo de hinchamiento libre de un suelo, s/UNE 103601.						
		Terraplén recrecido viario	12				12,000	
		Terraplén mota perimetral	4				4,000	
								16,00
01.02.12	**ud**	**ENSAYO TRIAXIAL SUELOS**						
		Determinación de los parámetros resistentes de una muestra de suelo en el equipo triaxial, s/UNE EN ISO 17892-9						
		Terraplén recrecido viario	12				12,000	
								12,00
01.02.13	**ud**	**HUMEDAD Y DENSIDAD Y SITU (NUCLEAR)**						
		Densidad y Humedad "In situ" por el método de los isotopos radiactivos s/Norma ASTM-D6938-23						
		Terraplén recrecido viario	200				200,000	
		Terraplén mota perimetral	45				45,000	
								245,00
01.02.14	**ud**	**PLACA DE CARGA EN EXPLANADAS**						
		Ensayos de placa de carga para clasificación de la categoría de una explanada, s/UNE 103808.						
		Terraplén recrecido viario	7				7,000	
								7,00

SUBCAPÍTULO 01.03 ARCILLA DE IMPERMEABILIZACIÓN

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
01.03.01	**ud**	**TOMA DE MUESTRAS SUELOS** Toma de muestras de suelos en excavaciones, s/UNE 103100.						
			7				7,000	
								7,00
01.03.02	**ud**	**GRANULOMETRÍA DE SUELOS** Análisis granulométricos de suelos o zahorras por tamizado, s/UNE EN ISO17892-4.						
			7				7,000	
								7,00
01.03.03	**ud**	**LÍMITES DE ATTERBERG DE SUELOS** Determinación de los límites de Atterberg de una muestra de suelos o zahorras, incluso determinación del índice de plasticidad, s/UNE EN ISO 17892-12						
			7				7,000	
								7,00
01.03.04	**ud**	**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO SUELOS** Ensayo proctor, modificado sobre una muestra de suelos o zahorras, s/UNE 103501.						
			7				7,000	
								7,00
01.03.05	**ud**	**CNTDº EN MATERIA ORGÁNICA SUELOS** Determinación del contenido en materia orgánica de una muestra de suelos o zahorras, realizada s/UNE 103204						
			7				7,000	
								7,00
01.03.06	**ud**	**PERMEABILIDAD DE SUELOS FINOS** Permeabilidad bajo carga variable en suelos cohesivos						
			4				4,000	
								4,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
SUBCAPÍTULO 01.04 GRAVAS DRENANTES								
01.04.01	**ud**	**GRANULOMETRÍA DE SUELOS** Análisis granulométricos de suelos o zahorras por tamizado, s/UNE EN ISO17892-4.						
			2				2,000	
								2,00
01.04.02	**ud**	**LÍMITES DE ATTERBERG DE SUELOS** Determinación de los límites de Atterberg de una muestra de suelos o zahorras, incluso determinación del índice de plasticidad, s/UNE EN ISO 17892-12						
			2				2,000	
								2,00
01.04.03	**ud**	**EQUIVALENTE DE ARENA SUELOS** Ensayo para determinación del equivalente de arena de una muestra de suelos o zahorras, s/NLT 113.						
			2				2,000	
								2,00
01.04.04	**ud**	**DESGASTE DE LOS ÁNGELES;ZAHORRAS** Ensayo para determinación de la resistencia al desgaste de los áridos mediante la máquina de los ángeles, s/UNE-EN 933-.						
			2				2,000	
								2,00
01.04.05	**ud**	**PERMEABILIDAD DE SUELOS FINOS** Permeabilidad bajo carga variable en suelos cohesivos						
			2				2,000	
								2,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
SUBCAPÍTULO 01.05 ZAHORRAS ARTIFICIALES								
01.05.01	**ud**	**TOMA DE MUESTRAS SUELOS** Toma de muestras de suelos en excavaciones, s/UNE 103100.						
			1				1,000	
								1,00
01.05.02	**ud**	**GRANULOMETRÍA DE SUELOS** Análisis granulométricos de suelos o zahorras por tamizado, s/UNE EN ISO17892-4.						
			1				1,000	
								1,00
01.05.03	**ud**	**LÍMITES DE ATTERBERG DE SUELOS** Determinación de los límites de Atterberg de una muestra de suelos o zahorras, incluso determinación del índice de plasticidad, s/UNE EN ISO 17892-12						
			1				1,000	
								1,00
01.05.04	**ud**	**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO SUELOS** Ensayo proctor, modificado sobre una muestra de suelos o zahorras, s/UNE 103501.						
			1				1,000	
								1,00
01.05.05	**ud**	**ÍNDICE C.B.R. SUELOS** Determinación del índice C.B.R., en laboratorio, de una muestra de suelos o zahorras, s/UNE 103502.						
			1				1,000	
								1,00
01.05.06	**ud**	**CNTDº EN MATERIA ORGÁNICA SUELOS** Determinación del contenido en materia orgánica de una muestra de suelos o zahorras, realizada s/UNE 103204						
			1				1,000	
								1,00
01.05.07	**ud**	**EQUIVALENTE DE ARENA SUELOS** Ensayo para determinación del equivalente de arena de una muestra de suelos o zahorras, s/NLT 113.						
			1				1,000	
								1,00
01.05.08	**ud**	**DESGASTE DE LOS ÁNGELES;ZAHORRAS** Ensayo para determinación de la resistencia al desgaste de los áridos mediante la máquina de los ángeles, s/UNE-EN 933-.						
			1				1,000	
								1,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
01.05.09	**ud**	**ÍNDICE DE LAJAS ARIDOS** Ensayo para determinación de los índices de lajas y agujas del árido grueso para fabricación de mezclas bituminosas, s/UNE-EN 933-3.						
			1				1,000	
								1,00
01.05.10	**ud**	**PORCENTAJE DE CARAS DE FRACTURA** Determinación del porcentaje de caras de fractura s/UNE-EN 933-5						
			1				1,000	
								1,00
01.05.11	**ud**	**CNTDº EN AZUFRES TOTALES SUELOS** Determinación cuantitativa del contenido en azufres totales en suelos, s/UNE 1744-1.						
			1				1,000	
								1,00
01.05.12	**ud**	**HUMEDAD Y DENSIDAD Y SITU (NUCLEAR)** Densidad y Humedad "In situ" por el método de los isotopos radiactivos s/Norma ASTM-D6938-23						
			9				9,000	
								9,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
SUBCAPÍTULO 01.06 LAMINA DE POLIETILENO								
01.06.01	**ud**	**DETERMINACIÓN DENSIDAD DE LÁMINA** Ensayo de determinación de Densidad de Lámina de PEAD según norma UNE-EN ISO 1183-1						
			3				3,000	
								3,00
01.06.02	**ud**	**ESPESOR LÁMINA Y VARIACIÓN EN BORDE** Determinación del espesor de lámina de PEAD y variación en el borde según norma UNE-EN ISO 1849-2						
			3				3,000	
								3,00
01.06.03	**ud**	**CONTENIDO EN NEGRO DE CARBONO** Ensayo para la determinación del contenido en negro de carbono en láminas de PEAD según norma UNE 53375-2						
			3				3,000	
								3,00
01.06.04	**ud**	**DISPERSIÓN DEL NEGRO DE HUMO** Ensayo para la determinación de la dispersión del negro de humo según ISO 18553						
			3				3,000	
								3,00
01.06.05	**ud**	**DETERMINACIÓN DE RESISTENCIA A TRACCIÓN** Determinación de la resistencia a tracción según norma UNE EN ISO 527-3						
			3				3,000	
								3,00
01.06.06	**ud**	**DETERMINACIÓN DE ALARGAMIENTO EN LA ROTURA** Determinación del alargamiento en la rotura según norma UNE EN ISO 527-3						
			3				3,000	
								3,00
01.06.07	**ud**	**ENSAYO DE PUNZONADO ESTÁTICO** Ensayo de punzonado estático (CBR) según norma UNE-EN ISO 12236						
			3				3,000	
								3,00
01.06.08	**ud**	**RESISTENCIA AL DESGARRO** Ensayo de resistencia al desgarro en láminas de PEAD según norma UNE-EN ISO 34-1						
			3				3,000	
								3,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
01.06.09	**ud**	**DETERMINACION DEL TIEMPO DE INDUCCIÓN A OXID.** Determinación del tiempo de inducción a la oxidación en láminas de PEAD según la norma UNE-EN ISO 11357-6						
			3				3,000	
								3,00
01.06.10	**ud**	**RESISTENCIA A FISURACIÓN** Ensayo de resistencia a la fisuración bajo tensión debida al ambiente según norma ASTM D 5397						
			3				3,000	
								3,00
01.06.11	**ud**	**ASPEREZA DEL TEXTURIZADO** Ensayo de determinación de la altura de tacos de la lámina texturizada según norma ASTM D7466						
			3				3,000	
								3,00
01.06.12	**ud**	**ENSAYOS DE SOLDADURA** Partida de seguimiento en obra del Plan de Control de Calidad por Técnico especialista, para supervisión de todos los aspectos de la instalación de las láminas impermeables, incluyendo: - Ensayo de aire a presión en el 100% de las soldaduras dobles con canal de comprobación conforme a UNE 104481-3-2 - Ensayo de pelado y/o desgarro, conforme a UNE 104304 en soldadura de geomembrana - Ensayo del 100% de las soldaduras de extrusión empleando potenciómetros de campo s/norma UNE 104425						
			1				1,000	
								1,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
SUBCAPÍTULO 01.07 GEOTEXTILES								
01.07.01	**ud**	**DETERMINACIÓN DE LA MATERIA PRIMA** Determinación de la materia prima de geotextiles según norma ISO 11357-3						
		Geotextil 500 g/m^2	2				2,000	
		Geotextil 300 g/m^2	2				2,000	
		Geotextil 150 g/m^2	2				2,000	
								6,00
01.07.02	**ud**	**DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO GEOTEXTIL** Determinación del peso unitario de geotextiles según norma UNE EN ISO 9864						
		Geotextil 500 g/m^2	2				2,000	
		Geotextil 300 g/m^2	2				2,000	
		Geotextil 150 g/m^2	2				2,000	
								6,00
01.07.03	**ud**	**ENSAYO DE PUNZONADO ESTÁTICO** Ensayo de punzonado estático (CBR) según norma UNE-EN ISO 12236						
		Geotextil 500 g/m^2	2				2,000	
		Geotextil 300 g/m^2	2				2,000	
		Geotextil 150 g/m^2	2				2,000	
								6,00
01.07.04	**ud**	**DETERMINACIÓN DE RESISTENCIA A TRACCIÓN** Determinación de la resistencia a tracción según norma UNE EN ISO 10319						
		Geotextil 500 g/m^2	2				2,000	
		Geotextil 300 g/m^2	2				2,000	
		Geotextil 150 g/m^2	2				2,000	
								6,00
01.07.05	**ud**	**DETERMINACIÓN DE ALARGAMIENTO EN LA ROTURA** Determinación del alargamiento en la rotura según norma UNE EN ISO 10319						
		Geotextil 500 g/m^2	2				2,000	
		Geotextil 300 g/m^2	2				2,000	
		Geotextil 150 g/m^2	2				2,000	
								6,00
01.07.06	**ud**	**RESISTENCIA A PERFORACIÓN POR CAIDA DE CONO** Ensayo de resistencia a la perforación dinámica por caida de cono según norma UNE-EN ISO 13433						
		Geotextil 500 g/m^2	2				2,000	
		Geotextil 300 g/m^2	2				2,000	
		Geotextil 150 g/m^2	2				2,000	
								6,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
01.07.07	**ud**	**ENSAYO DE ESPESOR BAJO CARGA DE 2 KN/m2**						
		Ensayo de espesor bajo carga de 2 KN/m² según norma UNE EN ISO 9863-1						
		Geotextil 500 g/m²	2				2,000	
		Geotextil 300 g/m²	2				2,000	
		Geotextil 150 g/m²	2				2,000	
								6,00
01.07.08	**ud**	**MEDIDA DE ABERTURA CARACTERÍSTICA**						
		Medida de abertura característica en geotextiles según norma EN ISO 12956						
		Geotextil anticolmatante 150 g/m²	2				2,000	
								2,00
01.07.09	**ud**	**PERMEABILIDAD NORMAL AL PLANO A 2 KPa**						
		Ensayo de permeabilidad normal al plano a 2 Kpa según norma UNE EN ISO 11058						
		Geotextil anticolmatante 150 g/m²	2				2,000	
								2,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
SUBCAPÍTULO 01.08 MANTA BENTONITA								
01.08.01	**ud**	**DETERM. PESO GEOTEXT. Y CONT. BENTONITA** Determinación del peso unitario con determinación de los pesos unitarios de los geotextiles y del contenido en bentonitasegún norma UNE EN 9864						
			2				2,000	
								2,00
01.08.02	**ud**	**ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE BENTONITA** Ensayo de permeabilidad de la bentonita, con determinación del índice de flujo y la conductividad hidráulica, según la norma UNE EN 16416						
			2				2,000	
								2,00
01.08.03	**ud**	**ENSAYO DE TRACCIÓN Y ALARGAMIENTO** Ensayo de tracción y alargamiento según UNE EN ISO 10319						
			2				2,000	
								2,00
01.08.04	**ud**	**ENSAYO DE PUNZONADO ESTÁTICO** Ensayo de punzonado estático (CBR) según norma UNE-EN ISO 12236						
			2				2,000	
								2,00
01.08.05	**ud**	**ENSAYO DE RESISTENCIA AL PELADO BENTONITA** Ensayo de resistencia al pelado del geocompuesto bentonítico según la norma ASTM D 6496						
			2				2,000	
								2,00
01.08.06	**ud**	**DETERMINACIÓN ESPESOR BENTONITA** Determinación del espesor de bentonita bajo carga de 2 KN/m² según norma UNE EN ISO 9863-1						
			2				2,000	
								2,00
01.08.07	**ud**	**PORCENTAJE DE MONTMORILLONITA** Ensayo de determinación del porcentaje de Montmorillonita						
			2				2,000	
								2,00
01.08.08	**ud**	**ENSAYO DE RESISTENCIA AL CORTE** Ensayo de resistencia al corte directo en seco y húmedo según UNE 103401						
			2				2,000	
								2,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
01.08.09	**ud**	**ENSAYO DE ÍNDICE DE HINCHAMIENTO DE BENTONITA** Ensayo para la determinación del índice de hinchamiento de la bentonita según la norma ASTM D 5890						
			2				2,000	
								2,00
01.08.10	**ud**	**ENSAYO DE PÉRDIDA DE FLUIDO POR FILTRADO** Ensayo de pérdida de fluido por filtrado de la bentonita según la norma ASTM D 5891						
			2				2,000	
								2,00

CAPÍTULO 02 CONTROL DE CALIDAD SELLADO

SUBCAPÍTULO 02.01 CAPA DE REGULARIZACIÓN

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
02.01.01	**ud**	**TOMA DE MUESTRAS SUELOS** Toma de muestras de suelos en excavaciones, s/UNE 103100.						
			36				36,000	
								36,00
02.01.02	**ud**	**GRANULOMETRÍA DE SUELOS** Análisis granulométricos de suelos o zahorras por tamizado, s/UNE EN ISO17892-4.						
			36				36,000	
								36,00
02.01.03	**ud**	**CNTDº EN MATERIA ORGÁNICA SUELOS** Determinación del contenido en materia orgánica de una muestra de suelos o zahorras, realizada s/UNE 103204						
			36				36,000	
								36,00
02.01.04	**ud**	**CONTENIDO YESOS, SUELOS** Determinación del contenido de yeso en suelos, s/UNE 103206.						
			36				36,000	
								36,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
SUBCAPÍTULO 02.02 TIERRAS DE COBERTURA								
02.02.01	**ud**	**TOMA DE MUESTRAS SUELOS** Toma de muestras de suelos en excavaciones, s/UNE 103100.						
			26				26,000	
								26,00
02.02.02	**ud**	**GRANULOMETRÍA DE SUELOS** Análisis granulométricos de suelos o zahorras por tamizado, s/UNE EN ISO17892-4.						
			26				26,000	
								26,00
02.02.03	**ud**	**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO SUELOS** Ensayo proctor, modificado sobre una muestra de suelos o zahorras, s/UNE 103501.						
			26				26,000	
								26,00
02.02.04	**ud**	**CNTDº EN MATERIA ORGÁNICA SUELOS** Determinación del contenido en materia orgánica de una muestra de suelos o zahorras, realizada s/UNE 103204						
			26				26,000	
								26,00
02.02.05	**ud**	**CONTENIDO YESOS, SUELOS** Determinación del contenido de yeso en suelos, s/UNE 103206.						
			26				26,000	
								26,00
02.02.06	**ud**	**ENSAYO TRIAXIAL SUELOS** Determinación de los parámetros resistentes de una muestra de suelo en el equipo triaxial, s/UNE EN ISO 17892-9						
			26				26,000	
								26,00
02.02.07	**ud**	**HUMEDAD Y DENSIDAD Y SITU (NUCLEAR)** Densidad y Humedad "In situ" por el método de los isotopos radiactivos s/Norma ASTM-D6938-23						
			516				516,000	
								516,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
SUBCAPÍTULO 02.03 TIERRA VEGETAL DE COBERTURA								
02.03.01	**ud**	**TOMA DE MUESTRAS SUELOS** Toma de muestras de suelos en excavaciones, s/UNE 103100.						
			58				58,000	
								58,00
02.03.02	**ud**	**GRANULOMETRÍA DE SUELOS** Análisis granulométricos de suelos o zahorras por tamizado, s/UNE EN ISO17892-4.						
			58				58,000	
								58,00
02.03.03	**ud**	**DETERMINACIÓN pH** Determinación del pH de una muestra de suelos, realizada s/UNE 13037.						
			58				58,000	
								58,00
02.03.04	**ud**	**ENSAYO CONDUCTIVIDAD** Determinación de la conductividad de una muestra de suelos, realizada s/UNE 13038.						
			58				58,000	
								58,00
02.03.05	**ud**	**CNTDº EN MATERIA ORGÁNICA SUELOS** Determinación del contenido en materia orgánica de una muestra de suelos o zahorras, realizada s/UNE 103204						
			58				58,000	
								58,00
02.03.06	**ud**	**CONTENIDO EN NITRÓGENO TOTAL** Ensayo para determinación del contenido de nitrógeno total de una muestra de suelos.						
			58				58,000	
								58,00
02.03.07	**ud**	**CONTENIDO DE FÓSFORO EN SUELOS** Determinación del contenido de fósforo de una muestra de suelos, realizada s/UNE 77324.						
			58				58,000	
								58,00
02.03.08	**ud**	**CONTENIDO DE POTASIO EN SUELOS** Determinación del contenido de potasio de una muestra de suelos						
			58				58,000	
								58,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
02.03.09	**ud**	**CONTENIDO DE MAGNESIO EN SUELOS** Determinación del contenido de magnesio de una muestra de suelos						
			58				58,000	
								58,00
02.03.10	**ud**	**CONTENIDO DE CALCIO EN SUELOS** Determinación del contenido de calcio de una muestra de suelos						
			58				58,000	
								58,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
SUBCAPÍTULO 02.04 ENSAYOS EN ENMIENDA ORGÁNICA								
02.04.01	**ud**	**GRANULOMETRÍA DE SUELOS** Análisis granulométricos de suelos o zahorras por tamizado, s/UNE EN ISO17892-4.						
			18				18,000	
								18,00
02.04.02	**ud**	**ENSAYO CONDUCTIVIDAD** Determinación de la conductividad de una muestra de suelos, realizada s/UNE 13038.						
			18				18,000	
								18,00
02.04.03	**ud**	**DETERMINACIÓN pH** Determinación del pH de una muestra de suelos, realizada s/UNE 13037.						
			18				18,000	
								18,00
02.04.04	**ud**	**DETERMINACIÓN HUMEDAD NATURAL** Determinación de la humedad natural de una muestra de suelos, realizada s/UNE 103300						
			18				18,000	
								18,00
02.04.05	**ud**	**CONTENIDO EN NITRÓGENO TOTAL** Ensayo para determinación del contenido de nitrógeno total de una muestra de suelos.						
			18				18,000	
								18,00
02.04.06	**ud**	**CONTENIDO EN NITRÓGENO ORGÁNICO** Ensayo para determinación del contenido de nitrógeno orgánico de una muestra de suelos.						
			18				18,000	
								18,00
02.04.07	**ud**	**CONTENIDO EN NITRÓGENO AMONIACAL** Ensayo para determinación del contenido de nitrógeno amoniacal N-NH4 de una muestra de suelos.						
			18				18,000	
								18,00
02.04.08	**ud**	**CONTENIDO EN OXIDOS DE FOSFORO** Ensayo para determinación del contenido de óxidos de fósforo P2O5 de una muestra de suelos.						
			18				18,000	
								18,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
02.04.09	**ud**	**CONTENIDO EN OXIDOS DE POTASIO** Ensayo para determinación del contenido de óxidos de fósforo K2O5 de una muestra de suelos.						
			18				18,000	
								18,00
02.04.10	**ud**	**CNTDº EN MATERIA ORGÁNICA SUELOS** Determinación del contenido en materia orgánica de una muestra de suelos o zahorras, realizada s/UNE 103204						
			18				18,000	
								18,00
02.04.11	**ud**	**CNTDº EN METALES PESADOS** Determinación del contenido en metales pesados (Cd, Cr, Cu, Pb, Hg, Ni y Zn) de una muestra de suelos, realizada s/UNE 13650.						
			18				18,000	
								18,00
02.04.12	**ud**	**ANÁLISIS IMPUREZAS, PIEDRAS Y GRAVAS** Ensayo para la determinación de las impurezas, piedras y gravas en una muestra de suelo, segín BS PAS 100						
			18				18,000	
								18,00
02.04.13	**ud**	**ANÁLISIS IMPUR., VIDRIOS, METALES, PLAST.** Ensayo para la determinación de las impurezas, vidrios, metales y plásticos en una muestra de suelo, segín BS PAS 100						
			18				18,000	
								18,00
02.04.14	**ud**	**TEST DE AUTOCALENTAMIENTO (ROTTEGRADE)** Test de autocalentamiento máximo según EN 16087-2 para determinar el grado de madurez RotteGrade de un suelo						
			18				18,000	
								18,00
02.04.15	**ud**	**PRESENCIA SALMONELA SPP** Enasyo para la determinación del contenido de salmonela SPP de una muestra de suelos, realizada s/UNE EN ISO 6579.						
			18				18,000	
								18,00
02.04.16	**ud**	**PRESENCIA ESCHERICHIA COLI** Enasyo para la determinación del contenido de escherichia coli de una muestra de suelos, realizada s/ISO 11866-3.						
			18				18,000	
								18,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
SUBCAPÍTULO 02.05 MEZCLA TIERRA Y BIOESTABILIZADO								
02.05.01	**ud**	**TOMA DE MUESTRAS SUELOS** Toma de muestras de suelos en excavaciones, s/UNE 103100.						
			76				76,000	
								76,00
02.05.02	**ud**	**GRANULOMETRÍA DE SUELOS** Análisis granulométricos de suelos o zahorras por tamizado, s/UNE EN ISO17892-4.						
			76				76,000	
								76,00
02.05.03	**ud**	**DETERMINACIÓN pH** Determinación del pH de una muestra de suelos, realizada s/UNE 13037.						
			76				76,000	
								76,00
02.05.04	**ud**	**ENSAYO CONDUCTIVIDAD** Determinación de la conductividad de una muestra de suelos, realizada s/UNE 13038.						
			76				76,000	
								76,00
02.05.05	**ud**	**CNTDº EN MATERIA ORGÁNICA SUELOS** Determinación del contenido en materia orgánica de una muestra de suelos o zahorras, realizada s/UNE 103204						
			76				76,000	
								76,00
02.05.06	**ud**	**CONTENIDO EN NITRÓGENO TOTAL** Ensayo para determinación del contenido de nitrógeno total de una muestra de suelos.						
			76				76,000	
								76,00
02.05.07	**ud**	**CONTENIDO DE FÓSFORO EN SUELOS** Determinación del contenido de fósforo de una muestra de suelos, realizada s/UNE 77324.						
			76				76,000	
								76,00
02.05.08	**ud**	**CONTENIDO DE POTASIO EN SUELOS** Determinación del contenido de potasio de una muestra de suelos						
			76				76,000	
								76,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
02.05.09	**ud**	**CONTENIDO DE MAGNESIO EN SUELOS** Determinación del contenido de magnesio de una muestra de suelos						
			76				76,000	
								76,00
02.05.10	**ud**	**CONTENIDO DE CALCIO EN SUELOS** Determinación del contenido de calcio de una muestra de suelos						
			76				76,000	
								76,00
02.05.11	**ud**	**HUMEDAD Y DENSIDAD Y SITU (NUCLEAR)** Densidad y Humedad "In situ" por el método de los isotopos radiactivos s/Norma ASTM-D6938-23						
			258				258,000	
								258,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
SUBCAPÍTULO 02.06 GRAVAS DRENANTES								
02.06.01	**ud**	**GRANULOMETRÍA DE SUELOS** Análisis granulométricos de suelos o zahorras por tamizado, s/UNE EN ISO17892-4.						
			10				10,000	
								10,00
02.06.02	**ud**	**LÍMITES DE ATTERBERG DE SUELOS** Determinación de los límites de Atterberg de una muestra de suelos o zahorras, incluso determinación del índice de plasticidad, s/UNE EN ISO 17892-12						
			10				10,000	
								10,00
02.06.03	**ud**	**EQUIVALENTE DE ARENA SUELOS** Ensayo para determinación del equivalente de arena de una muestra de suelos o zahorras, s/NLT 113.						
			10				10,000	
								10,00
02.06.04	**ud**	**DESGASTE DE LOS ÁNGELES;ZAHORRAS** Ensayo para determinación de la resistencia al desgaste de los áridos mediante la máquina de los ángeles, s/UNE-EN 933-.						
			10				10,000	
								10,00
02.06.05	**ud**	**PERMEABILIDAD DE SUELOS FINOS** Permeabilidad bajo carga variable en suelos cohesivos						
			10				10,000	
								10,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
SUBCAPÍTULO 02.07 ZAHORRAS ARTIFICIALES								
02.07.01	**ud**	**TOMA DE MUESTRAS SUELOS**						
		Toma de muestras de suelos en excavaciones, s/UNE 103100.						
			1				1,000	
								1,00
02.07.02	**ud**	**GRANULOMETRÍA DE SUELOS**						
		Análisis granulométricos de suelos o zahorras por tamizado, s/UNE EN ISO17892-4.						
			1				1,000	
								1,00
02.07.03	**ud**	**LÍMITES DE ATTERBERG DE SUELOS**						
		Determinación de los límites de Atterberg de una muestra de suelos o zahorras, incluso determinación del índice de plasticidad, s/UNE EN ISO 17892-12						
			1				1,000	
								1,00
02.07.04	**ud**	**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO SUELOS**						
		Ensayo proctor, modificado sobre una muestra de suelos o zahorras, s/UNE 103501.						
			1				1,000	
								1,00
02.07.05	**ud**	**ÍNDICE C.B.R. SUELOS**						
		Determinación del índice C.B.R., en laboratorio, de una muestra de suelos o zahorras, s/UNE 103502.						
			1				1,000	
								1,00
02.07.06	**ud**	**CNTDº EN MATERIA ORGÁNICA SUELOS**						
		Determinación del contenido en materia orgánica de una muestra de suelos o zahorras, realizada s/UNE 103204						
			1				1,000	
								1,00
02.07.07	**ud**	**EQUIVALENTE DE ARENA SUELOS**						
		Ensayo para determinación del equivalente de arena de una muestra de suelos o zahorras, s/NLT 113.						
			1				1,000	
								1,00
02.07.08	**ud**	**DESGASTE DE LOS ÁNGELES;ZAHORRAS**						
		Ensayo para determinación de la resistencia al desgaste de los áridos mediante la máquina de los ángeles, s/UNE-EN 933-.						
			1				1,000	
								1,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
02.07.09	**ud**	**ÍNDICE DE LAJAS ARIDOS** Ensayo para determinación de los índices de lajas y agujas del árido grueso para fábricación de mezclas bituminosas, s/UNE-EN 933-3.						
			1				1,000	
								1,00
02.07.10	**ud**	**PORCENTAJE DE CARAS DE FRACTURA** Determinación del porcentaje de caras de fractura s/UNE-EN 933-5						
			1				1,000	
								1,00
02.07.11	**ud**	**CNTDº EN AZUFRES TOTALES SUELOS** Determinación cuantitativa del contenido en azufres totales en suelos, s/UNE 1744-1.						
			1				1,000	
								1,00
02.07.12	**ud**	**HUMEDAD Y DENSIDAD Y SITU (NUCLEAR)** Densidad y Humedad "In situ" por el método de los isotopos radiactivos s/Norma ASTM-D6938-23						
			7				7,000	
								7,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
SUBCAPÍTULO 02.08 LÁMINAS PEAD IMPERMEABLES								
02.08.01	**ud**	**DETERMINACIÓN DENSIDAD DE LÁMINA** Ensayo de determinación de Densidad de Lámina de PEAD según norma UNE-EN ISO 1183-1						
		Lámina lisa	7				7,000	
		Lámina texturizada	20				20,000	
								27,00
02.08.02	**ud**	**ESPESOR LÁMINA Y VARIACIÓN EN BORDE** Determinación del espesor de lámina de PEAD y variación en el borde según norma UNE-EN ISO 1849-2						
		Lámina lisa	7				7,000	
		Lámina texturizada	20				20,000	
								27,00
02.08.03	**ud**	**CONTENIDO EN NEGRO DE CARBONO** Ensayo para la determinación del contenido en negro de carbono en láminas de PEAD según norma UNE 53375-2						
		Lámina lisa	7				7,000	
		Lámina texturizada	20				20,000	
								27,00
02.08.04	**ud**	**DISPERSIÓN DEL NEGRO DE HUMO** Ensayo para la determinación de la dispersión del negro de humo según ISO 18553						
		Lámina lisa	7				7,000	
		Lámina texturizada	20				20,000	
								27,00
02.08.05	**ud**	**DETERMINACIÓN DE RESISTENCIA A TRACCIÓN** Determinación de la resistencia a tracción según norma UNE EN ISO 527-3						
		Lámina lisa	7				7,000	
		Lámina texturizada	20				20,000	
								27,00
02.08.06	**ud**	**DETERMINACIÓN DE ALARGAMIENTO EN LA ROTURA** Determinación del alargamiento en la rotura según norma UNE EN ISO 527-3						
		Lámina lisa	7				7,000	
		Lámina texturizada	20				20,000	
								27,00
02.08.07	**ud**	**ENSAYO DE PUNZONADO ESTÁTICO** Ensayo de punzonado estático (CBR) según norma UNE-EN ISO 12236						
		Lámina lisa	7				7,000	
		Lámina texturizada	20				20,000	
								27,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
02.08.08	**ud**	**RESISTENCIA AL DESGARRO** Ensayo de resistencia al desgarro en láminas de PEAD según norma UNE-EN ISO 34-1						
		Lámina lisa	7				7,000	
		Lámina texturizada	20				20,000	
								27,00
02.08.09	**ud**	**DETERMINACION DEL TIEMPO DE INDUCCIÓN A OXID.** Determinación del tiempo de inducción a la oxidación en láminas de PEAD según la norma UNE-EN ISO 11357-6						
		Lámina lisa	7				7,000	
		Lámina texturizada	20				20,000	
								27,00
02.08.10	**ud**	**RESISTENCIA A FISURACIÓN** Ensayo de resistencia a la fisuración bajo tensión debida al ambiente según norma ASTM D 5397						
		Lámina lisa	7				7,000	
		Lámina texturizada	20				20,000	
								27,00
02.08.11	**ud**	**ASPEREZA DEL TEXTURIZADO** Ensayo de determinación de la altura de tacos de la lámina texturizada según norma ASTM D7466						
		Lámina texturizada	20				20,000	
								20,00
02.08.12	**ud**	**ENSAYOS DE SOLDADURA** Partida de seguimiento en obra del Plan de Control de Calidad por Técnico especialista, para supervisión de todos los aspectos de la instalación de las láminas impermeables, incluyendo: - Ensayo de aire a presión en el 100% de las soldaduras dobles con canal de comprobación conforme a UNE 104481-3-2 - Ensayo de pelado y/o desgarro, conforme a UNE 104304 en soldadura de geomebrana - Ensayo del 100% de las soldaduras de extrusión empleando potenciómetros de campo s/norma UNE 104425						
			1				1,000	
								1,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
SUBCAPÍTULO 02.09 GEOTEXTILES								
02.09.01	**ud**	**DETERMINACIÓN DE LA MATERIA PRIMA** Determinación de la materia prima de geotextiles según norma ISO 11357-3						
		Geotextil antipunzonamiento 300 g/m²	14				14,000	
		Geotextil anticolmatante 150 g/m²	14				14,000	
								28,00
02.09.02	**ud**	**DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO GEOTEXTIL** Determinación del peso unitario de geotextiles según norma UNE EN ISO 9864						
		Geotextil antipunzonamiento 300 g/m²	14				14,000	
		Geotextil anticolmatante 150 g/m²	14				14,000	
								28,00
02.09.03	**ud**	**ENSAYO DE PUNZONADO ESTÁTICO** Ensayo de punzonado estático (CBR) según norma UNE-EN ISO 12236						
		Geotextil antipunzonamiento 300 g/m²	14				14,000	
		Geotextil anticolmatante 150 g/m²	14				14,000	
								28,00
02.09.04	**ud**	**DETERMINACIÓN DE RESISTENCIA A TRACCIÓN** Determinación de la resistencia a tracción según norma UNE EN ISO 10319						
		Geotextil antipunzonamiento 300 g/m²	14				14,000	
		Geotextil anticolmatante 150 g/m²	14				14,000	
								28,00
02.09.05	**ud**	**DETERMINACIÓN DE ALARGAMIENTO EN LA ROTURA** Determinación del alargamiento en la rotura según norma UNE EN ISO 10319						
		Geotextil antipunzonamiento 300 g/m²	14				14,000	
		Geotextil anticolmatante 150 g/m²	14				14,000	
								28,00
02.09.06	**ud**	**RESISTENCIA A PERFORACIÓN POR CAIDA DE CONO** Ensayo de resistencia a la perforación dinámica por caida de cono según norma UNE-EN ISO 13433						
		Geotextil antipunzonamiento 300 g/m²	14				14,000	
		Geotextil anticolmatante 150 g/m²	14				14,000	
								28,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
02.09.07	**ud**	**ENSAYO DE ESPESOR BAJO CARGA DE 2 KN/m2** Ensayo de espesor bajo carga de 2 KN/m² según norma UNE EN ISO 9863-1						
		Geotextil antipunzonamiento 300 g/m²	14				14,000	
		Geotextil anticolmatante 150 g/m²	14				14,000	
								28,00
02.09.08	**ud**	**MEDIDA DE ABERTURA CARACTERÍSTICA** Medida de abertura característica en geotextiles según norma EN ISO 12956						
		Geotextil anticolmatante 150 g/m²	14				14,000	
								14,00
02.09.09	**ud**	**PERMEABILIDAD NORMAL AL PLANO A 2 KPa** Ensayo de permeabilidad normal al plano a 2 Kpa según norma UNE EN ISO 11058						
		Geotextil anticolmatante 150 g/m²	14				14,000	
								14,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
SUBCAPÍTULO 02.10 GEODRÉN								
02.10.01	**ud**	**ENSAYO DE CAPACIDAD DE FLUJO EN PLANO** Ensayo de capacidad de flujo en el plano según UNE EN 12958						
			39				39,000	
								39,00
02.10.02	**ud**	**DETERMINACIÓN DE RESISTENCIA A TRACCIÓN** Determinación de la resistencia a tracción según norma UNE EN ISO 10319						
			39				39,000	
								39,00
02.10.03	**ud**	**ENSAYO DE PUNZONADO ESTÁTICO** Ensayo de punzonado estático (CBR) según norma UNE-EN ISO 12236						
			39				39,000	
								39,00
02.10.04	**ud**	**RESISTENCIA A PERFORACIÓN POR CAIDA DE CONO** Ensayo de resistencia a la perforación dinámica por caida de cono según norma UNE-EN ISO 13433						
			39				39,000	
								39,00
02.10.05	**ud**	**PERMEABILIDAD NORMAL AL PLANO A 2 KPa** Ensayo de permeabilidad normal al plano a 2 Kpa según norma UNE EN ISO 11058						
			39				39,000	
								39,00
02.10.06	**ud**	**MEDIDA DE ABERTURA CARACTERÍSTICA** Medida de abertura característica en geotextiles según norma EN ISO 12956						
			39				39,000	
								39,00
02.10.07	**ud**	**DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO GEODREN** Determinación del peso unitario de geocompuestos drenantes según norma UNE N ISO 9864						
			39				39,000	
								39,00
02.10.08	**ud**	**ENSAYO DE ESPESOR BAJO CARGA DE 2 KN/m2** Ensayo de espesor bajo carga de 2 KN/m² según norma UNE EN ISO 9863-1						
			39				39,000	
								39,00

ANEJO Nº 15: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

ANEJO Nº15: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

1. MEMORIA **3**
  1.1. MEMORIA INFORMATIVA **3**
    1.1.1. Objetivo del estudio de seguridad y salud 3
    1.1.2. Denominación de la obra 3
    1.1.3. Plazo de ejecución 4
    1.1.4. Personal previsto 4
    1.1.5. Coordinador en la fase de proyecto 5
    1.1.6. Accesos a las obras 5
    1.1.7. Servicios Afectados e interferencias 5
    1.1.8. Justificación del estudio de seguridad y salud 6
  1.2. MEMORIA DESCRIPTIVA **7**
    1.2.1. Unidades constructivas que componen la obra 7
    1.2.2. Maquinaria y medios auxiliares a emplear en la obra 7
  1.3. SISTEMA DE EVALUACIÓN DE RIESGOS **8**
  1.4. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS. MEDIDAS PREVENTIVAS **9**
    1.4.1. Riesgos laborables evitables completamente 9
      1.4.1.1. Riesgos indirectos producto de omisiones de la empresa 9
      1.4.1.2. Riesgos derivados de puestos de trabajo ocupados por menores, disminuidos físicos, psíquicos o sensoriales, embarazadas o en periodo de lactancia 11
    1.4.2. Interferencias con el exterior de la obra. Accesos y daños a terceros 12
    1.4.3. Riesgos derivados de la climatología 14
    1.4.4. Riesgos laborables no evitables procedentes del interior de la obra 15
      1.4.4.1. Unidades de obra 15
      1.4.4.2. Equipos de trabajo 28
      1.4.4.3. Protecciones colectivas 69
  1.5. SERVICIO DE PREVENCIÓN **71**
    1.5.1. Servicio técnico de prevención 71
    1.5.2. Delegado de prevención 72
    1.5.3. Vigilante de prevención 72
    1.5.4. Comité de seguridad y salud 72
    1.5.5. Servicios sanitarios comunes 73
    1.5.6. Instalaciones de higiene provisionales 73
    1.5.7. Servicio médico 76
    1.5.8. Reconocimiento médico 76
    1.5.9. Enfermedades profesionales 77

1.5.10. Primeros auxilios....77
1.5.10.1. Acciones a seguir 77
1.5.10.2. Botiquín instalado en obra....78
1.5.10.3. Comunicaciones inmediatas en caso de accidente laboral....79
1.5.10.4. Actuaciones administrativas en caso de accidente laboral 80
1.5.11. Formación e información al trabajador 80
1.6. ORGANIZACIÓN, PLANIFICACIÓN Y CONTROL PREVENTIVO 81
1.6.1. Planificación preventiva 81
1.6.2. Organización preventiva 84
1.6.3. Control preventivo....85
2. PLANOS....89
3. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES 109
3.1. NORMATIVA LEGAL DE APLICACIÓN 109
3.2. PRESCRIPCIONES DE LA MAQUINARIA 111
3.3. PRESCRIPCIONES DE ÚTILES Y HERRAMIENTAS....111
3.4. CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN 111
3.4.1. Equipos de protección individual (EPI's) 112
3.4.2. Protecciones colectivas. 114
3.5. CERTIFICACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD....116
3.6. SEGUROS DE RESPONSABILIDAD CIVIL 116
3.7. OBLIGACIONES DE LAS PARTES IMPLICADAS 117
3.8. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD 118
3.9. LIBRO DE INCIDENCIAS....119
4. PRESUPUESTO 121

ANEJO Nº15: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

1. MEMORIA

1.1. MEMORIA INFORMATIVA

1.1.1. Objetivo del estudio de seguridad y salud

El presente Estudio de Seguridad y Salud tiene por objeto definir las condiciones de seguridad y salud en el trabajo, así como las medidas preventivas adecuadas al riesgo que conlleve la ejecución, conservación, entretenimiento y mantenimiento de las obras objeto del Proyecto, de acuerdo con el Real Decreto 1627/97 de 24 de octubre, así como la Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Laborales. En todo caso se tendrán en cuenta todas recomendaciones consignadas en el Pliego de Condiciones.

El presente Estudio será de aplicación a todo el personal de la obra, tanto contratista como subcontratistas, así como a trabajadores autónomos que pudieran contratarse para trabajos específicos, debiendo esta circunstancia ser tenida en cuenta a la hora de la realización del Plan de Seguridad y Salud por parte de la empresa adjudicataria de los trabajos.

Con la elaboración de este Estudio de Seguridad y Salud y su aplicación, se pretenden conseguir los siguientes objetivos:

- Establecer unas Normas de Actuación, basadas en el estudio de las características propias de la obra, encaminadas a eliminar los riesgos técnicos derivados de los trabajos, que se han de realizar y de las actuaciones humanas peligrosas, con el fin de reducir accidentes y sus consecuencias.
- Crear la Organización necesaria y dictar las Normas particulares que hagan aplicable, en la práctica, las Disposiciones Legales de carácter general existentes en materia de Seguridad y Salud Laboral en el trabajo.
- Dar cumplimiento a lo exigido en las “Instrucciones” y Normas sobre Seguridad y Salud Laboral en el Trabajo.

1.1.2. Denominación de la obra

PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA FASE II MEDIANTE EL RECRECIDO DEL VIARIO PERIMETRAL EN EL DEPÓSITO CONTROLADO DE COLA DE LA MANCOMUNIDAD DE GESTIÓN DE RESIDUOS DEL SUR EN COMPLEJO AMBIENTAL LA MARAÑOSA

1.1.3. Plazo de ejecución

Para la ejecución de las obras, la fecha prevista del inicio de obra se adaptará al ritmo de explotación de la Fase IV.

Está prevista la interrupción temporal del depósito de residuos en la Fase IV para permitir el acopio de la excavación de las tierras de cobertura de la Ampliación de la Fase II, a partir de noviembre de 2027.

Puesto que la duración estimada de la ejecución de las obras es de OCHO (8) MESES, entonces el inicio de las obras no debería comenzar más tarde de enero de 2027, dejando de ese modo un margen de unos 3 meses entre el final de las obras y el inicio de explotación en el recrecido para la tramitación, preparación de la documentación final de obra y recepción de las obras.

Finalizada la vida útil del recrecido propuesto en el presente proyecto, comenzarán las obras para el sellado con una duración estimada de las obras de sellado de OCHO (8) MESES, previendo la fecha prevista tras la finalización de la explotación, al finalizar el mes de junio de 2031.

1.1.4. Personal previsto

Se incluyen a continuación la totalidad de operarios que en proyecto se prevé serán necesarios en algún momento de la obra, debiendo ser dimensionadas las instalaciones de seguridad y salud para este número máximo de trabajadores:

- Actuaciones de movimiento de tierras y obra civil
  - Una cuadrilla dirigida por 1 encargado y formada por:
    - Oficial 1ª: 1
    - Ayudante 1
    - Peones: 2

- Actuaciones de ejecución de tuberías de desgasificación
  - Una cuadrilla dirigida por 1 encargado y formada por:
    - Oficial 1ª: 1
    - Ayudante 1
    - Peones: 2

- Actuaciones de instalación de geosintéticos
  - Una cuadrilla dirigida por 1 encargado y formada por:
    - Oficial 1ª: 1

o Ayudante	1
o Peones:	2

En el mes de más afluencia habrá 15 trabajadores.

1.1.5. Coordinador en la fase de proyecto

No se precisa coordinador en materia de seguridad y salud durante la elaboración del Proyecto, al intervenir un solo proyectista y su correspondiente equipo en la redacción del mismo, de acuerdo con el artículo 3 del Real Decreto 1627/1997 de disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

1.1.6. Accesos a las obras

El actual Depósito Controlado de cola de la Mancomunidad de Gestión de Residuos del Sur en Complejo Ambiental La Marañosa se localiza en la confluencia de los términos municipales de Pinto, Getafe y San Martín de la Vega, en la zona centro-sur de la Comunidad de Madrid. Se accede a sus instalaciones a través del camino asfaltado que, con sentido este-noreste, parte aproximadamente del punto kilométrico 20+200 de la carretera A-4 a la altura de la localidad de Pinto, y se dirige hacia La Marañosa.

1.1.7. Servicios Afectados e interferencias

Se tendrán en cuenta las afecciones producidas en las intersecciones de los accesos a la obra con carreteras, salidas de camiones y/o maquinaria, y las producidas en el interior del recinto debiendo coordinar las actuaciones de adecuación de la coronación y las obras de sellado con la explotación del resto de Fases del Depósito Controlado y las conexiones de la red de desgasificación con las instalaciones existentes en la actualidad.

Entre estas afecciones se encuentran las siguientes:

a) Afecciones a la explotación de la Fase IV del Depósito Controlado, al tener que cortar el acceso por el viario norte, para lo cual se propone realizar el acceso a la Fase IV desde el viario sur, durante la ejecución de las obras del recrecido del viario.

b) Necesidad de sustitución de los báculos y línea de alumbrado existente al aumentar la cota del viario, para lo cual se realizará el desmontaje y acopio de los báculos existentes, y se proyecta una nueva línea de alumbrado en la nueva cota de la rasante, volviendo a colocar los báculos desmontados.

c) Paralelismo a una línea eléctrica aérea, que para evitar la afección del derrame de los taludes a los postes eléctricos y la elevación del terreno bajo la línea eléctrica que disminuyera la altura libre bajo los conductores, se proyecta una escollera en el pie de talud en este tramo de unos 320 m y reduciendo la superficie ocupada.

d) Acceso a subestación eléctrica: para permitir el acceso a la subestación eléctrica se ejecutarán dos rampas pavimentadas hasta la nueva cota del viario en los puntos en los que en la actualidad se accede a la subestación eléctrica desde el viario.

e) Acceso a la planta de tratamiento de lixiviados por ósmosis inversa, para lo que se plantea el ejecutar en este tramo del viario los carriles a una doble altura, de modo que en uno de los carriles se mantenga la cota similar a la cota actual del viario y permitir el acceso a la planta de lixiviados, y el otro carril se encuentre elevado y de ese modo permitir el mantenimiento de las instalaciones del Depósito Controlado.

f) Acceso a la rampa norte de explotación de la Fase IV: debido al estrechamiento del viario, que se produce al ejecutar dos carriles a diferente cota para permitir el acceso a la planta de lixiviados, se proyecta el ensanche de la variante del viario por el norte de la planta de lixiviados y de la balsa de pluviales actual. Se realizará una demolición del pavimento actual, y el ensanche y cajeado del nuevo viario, hasta una anchura de 8,00 m, de modo que por esta variante se realice el tránsito de los camiones hacia la rampa norte de la Fase IV.

1.1.8. Justificación del estudio de seguridad y salud

Desde el punto de vista legal, el estudio pretende dar cumplimiento al Real Decreto 1627/97 de 24 de octubre, por el que se establece la obligatoriedad de la realización de un estudio de seguridad y salud en las obras de construcción incluidas en alguno de estos supuestos:

- Que el Presupuesto Base de Licitación incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.000,00 €.
- Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- Que el volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500 horas.
- Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

La obra está dentro de los supuestos de la Ley y por tanto, es necesario redactar el presente Estudio de Seguridad y Salud.

1.2. MEMORIA DESCRIPTIVA

1.2.1. Unidades constructivas que componen la obra

El Proyecto consta de las siguientes unidades de obra:

- Terraplenes
- Obras de perfilado de taludes y coronación.
- Rellenos.
- Encofrados.
- Armaduras.
- Obras de hormigón.
- Ejecución de red de desgasificación con tuberías, ERMs y antorcha
- Capas granulares.
- Capas geosintéticas.
- Rellenos de tierra vegetal de cobertura y plantaciones
- Señalización.

1.2.2. Maquinaria y medios auxiliares a emplear en la obra

Maquinaria:

- Hormigoneras
- Grupo electrógeno
- Compresor
- Compactadoras manuales
- Carretillas elevadoras de horquillas
- Explanadora
- Retroexcavadoras
- Palas cargadoras
- Camiones basculantes
- Grúas
- Motor volquetes pequeños
- Rodillo vibrante
- Vibradores
- Sierras circulares

- Taladros
- Equipos de soldadura eléctrica
- Equipos de oxicorte
- Reglas vibrantes

Medios auxiliares:

- Elementos y sistemas de apuntalamiento y entibación de tierras y encofrados
- Paneles encofrantes
- Baldes o cubos de hormigonado
- Contenedores
- Grupos de corte y soldadura
- Herramientas eléctricas portátiles
- Herramientas manuales

1.3. SISTEMA DE EVALUACIÓN DE RIESGOS

El método de evaluación empleado está basado en el indicado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, en el que se valoran dos parámetros, PROBABILIDAD (P) y GRAVEDAD (G), siendo los criterios de clasificación para cada uno de ellos los siguientes:

Probabilidad	Gravedad	Valor
Nunca ha ocurrido	< 1 día de baja	1
Se tienen noticias	1 a 15 días de baja	3
Ocurre en un 20% de los casos	15 a 90 días de baja	5
Ocurre en un 50% de los casos	> 3 meses de baja	7
Resulta lógico y seguro	Caso de muerte	10

Sistema de evaluación de riesgos

La valoración de la evaluación se obtendrá multiplicando los dos factores (P) x (G), correspondiendo los valores obtenidos a los siguientes niveles de riesgo:

Valores de 1 a 3	Riesgo Trivial (I ó Tr)
Valores de 5 a 9	Riesgo Tolerable (II ó To)
Valores de 10 a 24	Riesgo Moderado (III ó M)
Valores de 25 a 48	Riesgo Importante (IV ó Im)
Valores mayores de 49	Riesgo Intolerable (V ó In)

Empleando el mismo método también se evalúa el riesgo residual, valorando tanto de la probabilidad como de la gravedad, teniendo en cuenta las medidas preventivas que se proponen.

Los peligros detectados en obra deberán evitarse siempre que sea posible y en caso contrario, deberán re-evaluarse siguiendo el mismo método, y según el nivel de riesgo obtenido deberán plantearse y tomarse diferentes acciones en determinados periodos:

- Riesgo trivial. No se requiere acción específica.
- Riesgo tolerable. No se necesita mejorar la acción preventiva, sin embargo, se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
- Riesgo moderado. Se deben hacer esfuerzo para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un periodo determinado (3 –5 días). Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer con más precisión la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.
- Riesgo importante. No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados (1 – 2 días).
- Riesgo intolerable. No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.

1.4. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS. MEDIDAS PREVENTIVAS

1.4.1. Riesgos laborables evitables completamente

1.4.1.1. Riesgos indirectos producto de omisiones de la empresa

Relación de actuaciones de Empresa cuya omisión genera riesgos indirectos:

- Notificación a la Autoridad Laboral de apertura del centro de trabajo acompañada del Estudio Básico de Seguridad y Salud (Art. 19 R.D.: 1627/1997).
- Existencia del Libro de Incidencias en el centro de trabajo y en poder del Coordinador o de la Dirección Facultativa (Art. 13 R.D. 1627/1997).
- Existencia en obra de un coordinador de la ejecución nombrado por el Promotor cuando en su ejecución intervengan más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos (Art. 3.2 R.D. 1627/1997).

- Relación de la naturaleza de los agentes físicos, químicos y biológicos que presumiblemente se prevea puedan ser utilizados y sus correspondientes intensidades, concentraciones o niveles de presencia (Art. 4.7.b. Ley 31/1995 y Art. 41 Ley 31/1995).
- Planificación, organización y control de la actividad preventiva (Art. 4.7 Ley 31/1995) integrados en la planificación, organización y control de la obra (Art. 1.1 R.D. 39/1997) incluidos los procesos técnicos y línea jerárquica de la empresa con compromiso prevencionista en todos sus niveles, creando un conjunto coherente que integre la técnica, la organización del trabajo y las condiciones en que se efectúe el mismo, las relaciones sociales y factores ambientales (Art. 15. g. Ley 31/1995 y Art. 16 Ley 31/1995).
- Creación del Comité de Seguridad y Salud cuando la plantilla supere los 50 trabajadores (Art. 38 Ley 31/1995).
- Crear o contratar los servicios de prevención (Cap. IV Ley 31/1995 y Art. 12 y 16 del R.D. 39/1997).
- Contratar auditoría o evaluación externa a fin de someter a la misma el Servicio de Prevención de la empresa que no hubiera concertado el servicio de prevención con una entidad especializada. (Cap. v. R.D. 39/1997).
- Creación o contratación externa de la estructura de información prevencionista ascendente y descendente (Art. 18 Ley 31/1995):
- Formación prevencionista en y de todos los niveles jerárquicos (Art. 19 Ley 31/1995).
- Consulta y participación de los trabajadores en la Prevención (Cap. V Ley 31/1995).
- Creación y apertura del Archivo Documental de acuerdo con el Art. 23 y Art. 47.4 de la Ley 31/1995.
- Creación del control de bajas laborales, y poseer relación de los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que hayan causado al trabajador una inactividad laboral superior a un día de trabajo (Art. 23.1.e. Ley 31/1995).
- Creación y mantenimiento, tanto humano como material, de los servicios de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de los trabajadores en caso de emergencia, comprobando periódicamente su correcto funcionamiento (Art. 20 Ley 31/1995).
- Establecimiento de normas de régimen interior de empresas, también denominado por la CE "política general de calidad de vida" (Art. 15.1.g Ley 31/1995 y Art. 1 R.D. 39/1997).
- Organizar los reconocimientos médicos iniciales y periódicos, caso de ser necesarios estos últimos (Art. 22 Ley 31/1995).
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra (Art. 9. f. R.D.: 1627/1997).
- Adoptar las medidas necesarias para eliminar los riesgos inducidos y/o generados por el entorno o proximidad de la Obra (Art. 10.j. R.D. 1627/1997, Art. 15.g Ley 31/1995).
- Crear o poseer en la obra:
  - o Cartel con los datos del Aviso Previo (Anexo III, R.D. 1627/1997).
  - o Señales de seguridad (prohibición, obligación, advertencia y salvamento).

- Poseer en obra la dirección y teléfono del hospital o centro sanitario concertado y del más cercano.
- Desinfectantes y/o descontaminantes, caso de ser necesarios.
- Documentación de las empresas de servicio de agua, gas, electricidad, teléfonos y saneamiento sobre existencia o no de líneas eléctricas, acometidas o redes y su dirección, profundidad y medida, tamaño, nivel o tensión, etc.
- Espacios destinados a acopios y delimitar los dedicados a productos peligrosos.
- Informes de los fabricantes, importadores o suministradores de las máquinas, equipos, productos, materias primas, útiles de trabajo, sustancias químicas y elementos para la protección de los trabajadores, de acuerdo con el Art. 41 Ley 31/1995 (deberán de estar depositados en el archivo documental. Art. 23 y 47.4 Ley 31/1995).

Medidas a adoptar a fin de evitar los riesgos:

Las medidas a adoptar consistirán en el cumplimiento de las actuaciones descritas en el apartado anterior.

1.4.1.2. Riesgos derivados de puestos de trabajo ocupados por menores, disminuidos físicos, psíquicos o sensoriales, embarazadas o en periodo de lactancia

- Sintonizando con los Art. 25, 26 y 27 Ley 31/1995, estos trabajadores no serán empleados en aquellos puestos de trabajo en los que, a causa de sus características personales, estado biológico o por su discapacidad física, psíquica o sensorial debidamente reconocida, puedan ellos, los demás trabajadores u otras personas relacionadas con la empresa, ponerse en situación de peligro o, en general, cuando se encuentren manifiestamente en estado o situación transitoria que no responda a las exigencias psicofísicas de los respectivos puestos de trabajo.
- Igualmente, el empresario deberá tener en cuenta los factores de riesgo que pueden incidir en la función procreadora de los trabajadores o trabajadoras, en particular por la exposición a agentes físicos, químicos y biológicos que puedan ejercer efectos mutagénicos o de toxicidad para la procreación, tanto en los aspectos de la fertilidad, como del desarrollo de la descendencia.
- En el caso en que las condiciones de un puesto de trabajo pudieran influir negativamente en la salud de la trabajadora embarazada o del feto, y así lo certifique el médico de la Seguridad Social que asista facultativamente a la trabajadora, ésta deberá desempeñar un puesto de trabajo o función diferente y compatible con su estado.

- En relación con los menores, el empresario deberá tener en cuenta la falta de experiencia e inmadurez de los mismos antes de encargarles el desempeño de un trabajo, cuidando al mismo tiempo de formarles e informarles adecuadamente.
- De todo lo mencionado anteriormente, el empresario hará evaluación de los puestos de trabajo destinados a los trabajadores de las características mencionadas que serán recogidas en el Plan de Seguridad y Salud Laboral de la obra y registrado en el Archivo Documental.

1.4.2. Interferencias con el exterior de la obra. Accesos y daños a terceros

De las modificaciones del entorno que la obra produce derivan riesgos que pueden producir daños a terceras personas no implicadas en la ejecución de la misma, con motivo de la intrusión de éstos a la zona de obras, debidas a circulación de vehículos de transporte de tierras por la carretera de acceso a la obra, aperturas de zanjas, proyección de materiales sobre personas y vehículos. Dichos riesgos son los siguientes:

- Caídas a distinto nivel.
- Caídas de objetos por desplome.
- Caídas de objetos desprendidos.
- Atropellos.
- Golpes con o por caídas de objetos.
- Proyecciones de partículas o fragmentos.

En los enlaces con las vías de circulación actuales, habrá riesgos derivados de la obra fundamentalmente por circulación de vehículos, al tener que acceder, transitar y salir de la obra con materiales.

En este sentido se estará a lo dispuesto en la vigente Ordenanza General de Obras, Servicios e Instalaciones en las vías y espacios públicos, colocándose en su caso los cerramientos o balizamientos adecuados que impidan el acceso a todo vehículo o persona ajenos a la obra.

Las carreteras se mantendrán limpias de tierra, barro o gravilla.

Riesgos:

Riesgo	**Probabilidad**	**Severidad**	**VALOR**
Colisiones con la maquinaria o vehículos de obra en maniobra de acceso	MEDIA	BAJA	LEVE
Pérdida de control de vehículos de las carreteras adyacentes por presencia de tierra en la calzada.	MEDIA	BAJA	LEVE

- Riesgos evitables:

Pérdida de control de vehículos de las calles adyacentes por presencia de tierra en la calzada.

Medidas o medios para evitar el riesgo:

Mantener las carreteras adyacentes limpias de gravilla y tierras mediante barrido y limpieza de las mismas.

- Riesgos no evitables:

Colisiones con la maquinaria en las maniobras de acceso.

Precauciones y medidas:

Señalización de las obras y limitación de velocidad, así como el correcto mantenimiento de las luces y avisos de maquinaria.

- Riesgos residuales:

Que las señales se caigan o desaparezcan, despiste de los conductores o fallo en las luces y avisos de maquinaria. La eficacia que se considera es no superior al 75%.

Formación e información de los trabajadores que sufren riesgos residuales:

Manera correcta de colocar la señalización y mantenimiento y limpieza de la misma, así como de las luces y los avisos de maquinaria.

Por la posible coincidencia de los trabajos objeto del presente Estudio, en obra prevalecerán todas las instrucciones del Coordinador en materia de Seguridad y Salud de la obra. Así mismo, el Contratista de las obras deberá tener conocimiento de las normas básicas en materia de Seguridad y Salud de los trabajos de las obras circundantes, en especial en temas de accesos, señalización y circulación en el interior de las mismas.

1.4.3. Riesgos derivados de la climatología

En la construcción, por tratarse en su mayor parte de trabajos a la intemperie, el puesto de trabajo y el confort ambiental están condicionados por los factores ambientales derivados de la climatología.

Así, atendiendo a la climatología y de acuerdo con el factor atmosférico reinante, se enumeran las condiciones de trabajo y riesgos derivados:

- La lluvia torna resbaladizos los suelos y superficies y perturba la visibilidad.
- La nieve y el hielo inutilizan los elementos de protección, incluso modifican las características portantes de elementos (hormigón helado) o alteran la estabilidad de los terrenos.
- Las descargas eléctricas atmosféricas son causa de la interrupción del trabajo por su peligrosidad.
- La incidencia de los rayos solares puede producir insolaciones y deslumbramientos.
- La temperatura elevada comunica al cuerpo más calor del que puede eliminar, produciéndose malestar, irritabilidad, errores de atención, descenso de la habilidad manual y bajo rendimiento.
- Temperaturas muy bajas provocan anoxia de las extremidades, sopor, congelación.
- La humedad elevada puede originar accidentes y enfermedades profesionales además de influir sobre el bienestar térmico dificultando la evaporación a través de la piel.
- La humedad escasa provoca sequedad de mucosas con alteración del epitelio, produciendo irritación en las vías respiratorias y ojos.
- La velocidad del viento puede ocasionar oscilaciones peligrosas, inesperadas o no, pudiendo provocar la pérdida de equilibrio del trabajo, incluso el desplome de objetos y/o paramentos.
- La luz diurna matutina y vespertina dificultan la visibilidad.

Por lo tanto, según el factor atmosférico reinante, se extremarán las medidas preventivas y protecciones colectivas, generales y particulares, de la actividad o trabajo a desarrollar en la obra, incluso llegando a paralizar los trabajos:

- Trabajos de movimiento de tierras o en altura en presencia de nieve, hielo o lluvia.
- Trabajos en altura o movimientos de cargas suspendidas con vientos superiores a los 60 Km./h y 40 Km./m, en particular en los trabajos de cubierta, realizando controles e inspecciones de la capacidad portante de elementos estructurales (hormigones helados), terrenos (después heladas, nevadas y fuertes lluvias), apoyos de andamiadas, anclajes, etc., antes de la reanudación de los trabajos, y protegiendo a los trabajadores con EPIs adecuados (trajes impermeables; ropa de trabajo adecuada a la temperatura; botas de goma o material plástico sintético, impermeable y suela contra los deslizamientos; sombreros de paja; etc.).

1.4.4. Riesgos laborables no evitables procedentes del interior de la obra

1.4.4.1. Unidades de obra

Medidas preventivas de aplicación a todos los oficios. Organización y condiciones de trabajo:

- Se mantendrá el lugar de trabajo ordenado y limpio mediante la recogida y retirada de escombros, etc., con el fin de evitar caídas, torceduras, etc.
- En todo momento se deberán mantener las zonas de paso libres de materiales o restos de los mismos, señalizando aquellas zonas cuyo paso esté cortado y utilizando pasos alternativos.
- Los trabajadores deberán acceder a las zonas de trabajo por lugares de tránsito fácil y seguro, sin verse obligados a realizar saltos o movimientos extraordinarios.
- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes.
- Se prohíbe lanzar cascotes, escombros o cualquier tipo de material o herramienta por las aberturas o huecos.
- Se ordenarán adecuadamente las herramientas manuales y útiles empleados, de modo que sean sustituidos aquellos que se encuentren en mal estado.
- Las herramientas y útiles de trabajo se utilizarán para los fines para los que han sido concebidos.
- Se evitará abandonar cualquier herramienta, y en especial las de corte, en los lugares de paso de personas.
- Está prohibido retirar las carcasas o resguardos de protección de las máquinas empleadas.
- Antes de la utilización de cualquier máquina se comprobará que se encuentra en óptimas condiciones y con todos los resguardos y elementos de seguridad en buen estado.
- Las fuentes de ruido se situarán lo más alejadas posible.
- De forma general, no se trabajará en la vertical de otro tajo desde donde puedan desprenderse objetos.

- Para prevenir los contactos eléctricos se instalarán diferenciales acompañados de toma de tierra, se conectarán los receptores con las clavijas normalizadas adecuadas (no conectar cables desnudos o cables en los que haya sido anulada la toma de tierra) y se usarán herramientas manuales provistas de doble aislamiento.
- Los conductores eléctricos tendrán un aislamiento de 1000 V.
- Todas las zonas en las que haya que trabajar estarán suficientemente iluminadas En caso de disponer de iluminación portátil se efectuará utilizando portalámparas estancos con mango aislante y rejilla de protección de la bombilla, o mediante focos de iluminación fijos anclados en paramentos verticales a no menos de 2 m de altura.
- En época de frío y ante la necesidad de hacer fuego, se evitarán éstos en la proximidad de materiales combustibles, utilizando para tal fin recipientes metálicos aislados, estarán protegidos del viento y vigilados.
- Se deberá utilizar y cuidar correctamente los equipos de protección individual.
- Para la manipulación manual de cargas se tendrán en cuenta las siguiente recomendaciones:
    - Asegurar un buen apoyo de los pies manteniéndolos separados.
    - Mantener la espalda recta. Doblar las rodillas, no la espalda, sin alterar de este modo el centro de gravedad del cuerpo.
    - Utilizar los músculos más fuertes y mejor preparados (brazos y piernas).
    - Mantener la carga tan próxima al cuerpo como sea posible “abrazando” el peso, pues aumenta mucho la capacidad de levantamiento. Llevar la carga equilibrada, levantándola gradualmente y sin sacudidas.
    - No girar nunca la cintura cuando se tiene una carga entre las manos. Es preferible pivotar sobre los pies evitando el giro del tronco.
    - No levantar una carga pesada por encima de la cintura en un solo movimiento.
    - Controlar el levantamiento de cargas pesadas, sobre todo cuando se hace por encima de los hombros. Emplear medios mecánicos o hacerlo entre varias personas.
    - El levantamiento y transporte de cargas, empujar carretillas, contenedores, etc., deberá hacerse sin brusquedades y evitando siempre el encorvamiento de la espalda.
    - Si la carga es excesiva, pedir ayuda a un compañero.
    - Utilizar siempre que sea necesario elementos auxiliares.
- Estará prohibido el consumo de alcohol y droga en la obra y el acceso a la misma a personas bajo los efectos de dichas sustancias.
- No se deberá correr por la obra, en cualquier de las fases de ejecución de la misma, en caso de emergencia se evacuará el lugar de trabajo de forma ordenada.

A continuación, se evalúan los riesgos y se enumeran las medidas preventivas, protecciones colectivas y protecciones individuales de las principales unidades de obra.

IMPLANTACIÓN EN OBRA

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

PELIGRO IDENTIFICADO	ANÁLISIS DEL RIESGO				ANÁLISIS DEL RIESGO RESIDUAL*				% EFICACIA
	Proba-bilidad	Grave-dad	Nivel de riesgo		Proba-bilidad	Grave-dad	Nivel de riesgo		(Ri-Rf / Ri) x100
Caída de personas al mismo nivel: *debido principalmente a tropiezo con materiales.*	3	5	15	III	1	3	3	I	80%
Caída de objetos en manipulación: *debido principalmente a materiales, herramientas.*	3	3	9	II	1	3	3	I	67%
Caída de objetos desprendidos: *debido principalmente al transporte aéreo de equipos.*	3	7	21	III	1	3	3	I	86%
Choque contra objetos inmóviles: *debido principalmente a zonas de paso, accesos.*	3	5	15	III	1	3	3	I	80%
Golpes / cortes por objetos o herramientas: *debido principalmente a objetos o herramientas cortantes, punzantes, abrasivas.*	3	3	9	II	1	1	1	I	89%
Atrapamiento o aplastamiento por o entre objetos: *debido principalmente descarga de equipos.*	3	7	21	III	1	3	3	I	86%
Sobreesfuerzos: debido principalmente a *sobrecarga, posturas.*	5	5	25	IV	1	3	3	I	88%
Atropellos o golpes con vehículos.	5	7	35	IV	3	3	9	II	75%

* TRAS APLICAR LAS MEDIDAS PREVENTIVAS PROPUESTAS

MEDIOS AUXILIARES Y MAQUINARIA QUE SE PREVÉ EMPLEAR

Medios auxiliares	Maquinaria
— Herramientas manuales.	— Máquinas herramienta.

Se tendrán en cuenta la identificación y evaluación de riesgos así como las medidas preventivas especificadas para los medios auxiliares y maquinaria a emplear.

MEDIDAS PREVENTIVAS

Organización y condiciones de trabajo

- Establecer los accesos diferenciados para el personal y vehículos.
- Balizamiento y señalización de la obra.
- Los equipos necesarios se acopiarán o instalarán en lugares adecuados, evitando las pendientes y los terrenos inestables.

Protecciones colectivas	Equipos de protección individual
— Orden y limpieza. — Señalización y balizamiento.	— Casco de seguridad. — Guantes de protección. — Calzado de seguridad. — Faja de protección lumbar. — Ropa de trabajo adecuada.

INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

PELIGRO IDENTIFICADO	ANÁLISIS DEL RIESGO				ANÁLISIS DEL RIESGO RESIDUAL*				% EFICACIA
	Proba-bilidad	Grave-dad	Nivel de riesgo		Proba-bilidad	Grave-dad	Nivel de riesgo		(Ri-Rf / Ri) x100
Caída de personas a distinto nivel: desde medios auxiliares, principalmente.	5	5	25	IV	1	3	3	I	88%
Caída de personas al mismo nivel.	3	3	9	II	1	1	1	I	89%
Golpes / cortes por objetos o herramientas: debido principalmente a objetos o herramientas cortantes, punzantes.	7	3	21	III	3	1	3	I	86%
Sobreesfuerzos: por posturas forzadas, principalmente.	3	5	15	III	3	1	3	I	80%
Contactos térmicos: con elementos calientes (operaciones de calentamiento del macarrón), quemaduras por maniobras incorrectas en las líneas.	3	7	21	III	3	1	3	I	86%
Contactos eléctricos: directos con partes activas de la instalación, indirectos.	5	7	35	IV	3	3	9	II	75%

* TRAS APLICAR LAS MEDIDAS PREVENTIVAS PROPUESTAS

MEDIOS AUXILIARES Y MAQUINARIA QUE SE PREVÉ EMPLEAR

Medios auxiliares	Maquinaria
— Andamios metálicos en general. — Escaleras de mano. — Herramientas en general.	— Máquinas herramienta.

Se tendrán en cuenta la identificación y evaluación de riesgos así como las medidas preventivas especificadas para los medios auxiliares y maquinaria a emplear.

MEDIDAS PREVENTIVAS

Organización y condiciones de trabajo

Acometida eléctrica

- La instalación eléctrica provisional de obra será realizada por instalador autorizado.
- Para la prevención de posibles contactos eléctricos indirectos, el sistema de protección elegido es el de puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte, por intensidad de defecto (interruptores diferenciales).
- Los equipos y materiales utilizados asegurarán la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico, garantizando que el trabajador no pueda contactar accidentalmente con cualquier otro elemento a potencial distinto al suyo.
- Los trabajadores deben disponer de un apoyo sólido y estable, que les permita tener las manos libres, y de una iluminación que les permita realizar su trabajo en condiciones de visibilidad adecuadas. Los trabajadores no deben llevar objetos conductores, tales como pulseras, relojes,

cadenas o cierres de cremallera metálicos que pudieran contactar accidentalmente con elementos en tensión.

- La zona de trabajo debe señalizarse y/o delimitarse mediante balizamiento siempre que otros trabajadores o personas ajenas pudieran penetrar en dicha zona y accedan a elementos en tensión.
- Los trabajos se suspenderán en caso de tormenta, lluvia o viento fuerte, nevadas, o cualquier otra condición ambiental desfavorable que dificulte la visibilidad y la manipulación de las herramientas.
- Los trabajos en instalaciones interiores deberán interrumpirse en caso de tormenta.

Cables

- El calibre o sección del cableado será de acuerdo a la carga eléctrica que ha de soportar, en función de la maquinaria e iluminación prevista.
- Todos los conductores utilizados serán aislados de tensión nominal de 1000 voltios como mínimo y sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos en este sentido.
- Caso de tener que efectuar empalmes entre mangueras (protección recomendable IP. 447), se tendrá en cuenta lo siguiente:
    - Siempre estarán elevados.
    - Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas, estancos, antihumedad.
    - Los empalmes, definitivos se ejecutarán utilizando cajas de empalmes normalizados estancos de seguridad.
- La interconexión de los cuadros secundarios en planta baja, se efectuará mediante canalizaciones enterradas, o bien mediante mangueras, en cuyo caso serán colgadas a una altura sobre el pavimento en torno a los 2 m, para evitar accidentes por agresión a las mangueras por uso a ras del suelo.
- El trazado de las mangueras de suministro eléctrico no coincidirá con el de suministro provisional de agua a las plantas.
- Las mangueras de alargadera si son para cortos períodos de tiempo, podrán llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.

Interruptores

- Se ajustarán expresamente a los especificados en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.

- Las cajas de interruptores serán colgadas, bien de los paramentos verticales, bien de pies derechos estables.

Cuadros eléctricos

- Serán metálicos de tipo para la intemperie, con puerta y cerraja de seguridad (con llave).
- Pese a ser de tipo para la intemperie, se protegerán del agua de lluvia mediante viseras eficaces como protección adicional.
- Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.
- Poseerán adherida sobre la puerta, una señal normalizada de "peligro, riesgo eléctrico".
- Se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien, a pies derechos firmes.
- Poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie, en numero determinado según el calculo realizado (grado de protección recomendable IP. 447).
- Los cuadros eléctricos de distribución, se ubicarán siempre en lugares de fácil acceso.
- Los postes provisionales de los que colgar las mangueras eléctricas no se ubicarán a menos de 2 m (como norma general) del borde de una excavación, carretera y asimilables.
- Los cuadros eléctricos en servicio, permanecerán cerrados con las cerraduras de seguridad de triángulo (o de llave) en servicio.
- No se permite la utilización de fusibles rudimentarios (trozos de cableado, hilos, etc.).

Tomas de energía

- Las tomas de corriente irán provistas de interruptores de corte omnipolar que permita dejarlas sin tensión cuando no hayan de ser utilizadas.
- Las tomas de corriente de los cuadros se efectuarán de los cuadros de distribución mediante clavijas normalizadas blindadas (protegidas contra contactos directos).
- La instalación poseerá interruptores automáticos. Su cálculo se efectuará siempre minorando, con el fin de que actúen dentro del margen de seguridad; es decir antes de que el conductor al que protegen llegue a la carga máxima admisible.
- Los interruptores automáticos se hallarán instalados en todas las líneas de toma de corriente de los cuadros de distribución, así como en las de alimentación a las máquinas, aparatos y máquinas - herramienta de funcionamiento eléctrico.
- Los circuitos generales, estarán igualmente protegidos con interruptores automáticos o magnetotérmicos.
- Todos los circuitos eléctricos se protegerán asimismo, mediante disyuntores diferenciales.
- Los disyuntores diferenciales, se instalaran de acuerdo con las siguientes sensibilidades:

- 300 mA, sensibilidad mínima siempre que las masas de toda la maquinaria estén puestas a tierra.
- 30 mA para alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.
- 30 mA para las instalaciones eléctricas de alumbrado no portátil.

Toma de tierra

- La red general de tierra deberá ajustarse a las especificaciones detalladas en la Instrucción MIBT.039 del vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, así como todos aquellos aspectos especificados en la Instrucción MI.BT.023 mediante los cuales pueda mejorarse la instalación.
- Tendrá una resistencia máxima de 80 ohmios para cuadros con interruptores diferenciales de 300 mA de sensibilidad. Para los interruptores de 30 mA de sensibilidad se admiten resistencias máximas de 800 ohmios.
- Caso de tener que disponer de un transformador en la obra, será dotado de una toma de tierra ajustada a los Reglamentos vigentes y a las normas propias de la compañía eléctrica suministradora en la zona.
- Las partes metálicas de todo equipo eléctrico, dispondrán de toma de tierra.
- El neutro de la instalación estará puesto a tierra.
- La toma de tierra se efectuará a través de una pica junto al cuadro general, desde el que se distribuirá a la totalidad de los receptores de la instalación.
- El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos. Únicamente podrá utilizarse conductor o cable de cobre desnudo de 35 mm2 de sección como mínimo en los tramos enterrados horizontalmente y que serán considerados como electrodo artificial de la instalación.
- Los receptores eléctricos dotados de sistema de protección por doble aislamiento y los alimentados mediante transformador de separación de circuitos, carecerán de conductor de protección, a fin de evitar su referenciación a tierra. El resto de carcasas de motores o máquinas, se conectarán debidamente a la red general de tierra.
- Las tomas de tierra estarán situadas en el terreno de tal forma, que su funcionamiento y eficacia sea el requerido por la instalación.
- La conductividad del terreno se aumentará, vertiendo en el lugar de hincado de la pica agua de forma periódica.

Alumbrado

- Las masas de los receptores fijos de alumbrado, se conectarán a la red general de tierra mediante el correspondiente conductor de protección. Los aparatos de alumbrado portátiles, excepto los utilizados con pequeñas tensiones, serán de tipo protegido contra los chorros de agua (Grado de protección recomendable IP.447).

- La energía eléctrica que deba suministrarse a las lámparas portátiles para la iluminación de tajos encharcados (o húmedos), se servirá a través de un transformador de corriente con separación de circuitos, que la reduzca a 24 Voltios.
- La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.
- Las zonas de paso de la obra estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.

Mantenimiento y reparaciones

- El personal de mantenimiento de la instalación será electricista, y en posesión de carné de instalador electricista.
- Toda la maquinaria eléctrica se revisará periódicamente, y en especial en el momento en el que se detecte un fallo, momento en el que se la declarará fuera de servicio mediante desconexión eléctrica y el cuelgue del rótulo correspondiente en el cuadro de gobierno.
- La maquinaria eléctrica será revisada por personal especialista en cada tipo de máquina.
- Se prohíben las revisiones o reparaciones bajo corriente. Antes de iniciar una reparación se desconectará la máquina de la red eléctrica, instalando en el lugar de conexión un letrero visible, en el que se lea: " NO CONECTAR, HOMBRES TRABAJANDO EN LA RED".
- La ampliación o modificación de líneas, cuadros y asimilables, solo la efectuarán los electricistas.

Protecciones colectivas	Equipos de protección individual
— Orden y limpieza. — Señalización y balizamiento. — Descarga de líneas. — Toma de tierra.	— Herramientas aislantes. — Comprobadores de tensión. — Casco de seguridad. — Guantes de protección. — Calzado de protección aislante de la electricidad. — Ropa de trabajo adecuada.

EXCAVACIÓN EN ZANJAS Y POZOS

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

PELIGRO IDENTIFICADO	ANÁLISIS DEL RIESGO				ANÁLISIS DEL RIESGO RESIDUAL*				% EFICACIA
	Proba-bilidad	Grave-dad	Nivel de riesgo		Proba-bilidad	Grave-dad	Nivel de riesgo		(Ri-Rf / Ri) x100
Caída de personas a distinto nivel: al interior de las zanjas o pozos.	5	5	25	IV	1	3	3	I	88%
Caída de personas al mismo nivel.	5	3	15	III	1	1	1	I	93%
Caída de objetos por desplome o derrumbamiento: debido principalmente a masas de tierras, rocas.	5	5	25	IV	1	3	3	I	88%
Caída de objetos desprendidos: tierras, rocas, principalmente.	3	7	21	III	1	3	3	I	86%
Choques contra objetos inmóviles: partes salientes de las máquinas, principalmente.	3	5	15	III	1	3	3	I	80%
Proyección de fragmentos o partículas: debido principalmente al refino manual de zanjas y pozos.	7	3	21	III	3	1	3	I	86%
Exposición a sustancias nocivas: polvo, principalmente.	7	3	21	III	3	1	3	I	86%
Exposición a agentes físicos: ruido.	5	3	15	III	3	1	3	I	80%

* TRAS APLICAR LAS MEDIDAS PREVENTIVAS PROPUESTAS

MEDIOS AUXILIARES Y MAQUINARIA QUE SE PREVÉ EMPLEAR

Medios auxiliares	Maquinaria
— Escaleras de mano.	— Retroexcavadora.
— Herramientas manuales.	— Camión bañera.
	— Rodillo compactador manual.
	— Máquinas herramienta.

Se tendrán en cuenta la identificación y evaluación de riesgos así como las medidas preventivas especificadas para los medios auxiliares y maquinaria a emplear.

MEDIDAS PREVENTIVAS

Organización y condiciones de trabajo

- Antes del comienzo de los trabajos se conocerán las características del terreno, y se tendrá en cuenta la proximidad de edificaciones y sus cimentaciones, la existencia de fuentes de vibración (carreteras, etc.), la existencia de rocas o materiales que pudieran rodar, la existencia y/o proximidad de instalaciones de agua, gas, electricidad y alcantarillado.
- Con carácter general, se deberá considerar peligrosa toda excavación que, en terrenos poco coherentes supere una profundidad de 0,80 m y en terrenos coherentes 1,30 m. En estos casos las excavaciones de zanjas se ejecutarán con una inclinación de talud provisional o con entibación, en ambos casos adecuado a las características del terreno.
- Para profundidades inferiores a 0,80 m en terrenos poco coherentes y 1,30 m en terrenos coherentes y sin solicitación de viales o cimentaciones, podrán realizarse cortes verticales sin

entibar (la Norma Tecnológica NTE-ADZ/1976 “Acondicionamiento del terreno. Desmontes: zanjas y pozos” establece el criterio para determinar si el corte del terreno puede considerarse sin solicitación de cimentación próxima o vial, dándose ésta circunstancia cuando se verifique que $P \leq (h + d/2)$ ó $P \leq d/2$, respectivamente, siendo P la profundidad del corte, h la profundidad del plano de apoyo de la cimentación próxima (en caso de cimentación con pilotes h se medirá hasta la cara inferior del encepado) y d la distancia horizontal desde el borde de coronación del corte a la cimentación o vial). En terrenos sueltos o que estén solicitados deberá llevarse a cabo una entibación adecuada.

- Los productos de la excavación que no hayan de retirarse de inmediato, así como los materiales que hayan de acopiarse, se apilarán a la distancia suficiente del borde de la excavación para que no supongan una sobre carga que pueda dar lugar a desprendimientos o corrimientos de tierras de los taludes, debiéndose adoptar como criterio mínimo siguiente: $d \geq h/2$ y $d \geq h$ (en terrenos arenosos), siendo d la distancia del acopio de materiales a la zanja y h la profundidad de la zanja.
- En zanjas de profundidad mayor de 1,30 m, siempre que haya operarios trabajando en su interior, se mantendrá uno de retén en el exterior, que podrá actuar como ayudante de trabajo y dará la alarma caso de producirse alguna emergencia.
- Las zanjas abiertas no deberán ser saltadas por los trabajadores, deberán utilizarse los pasos dispuestos.
- Si al excavar surgiera cualquier anomalía como terrenos blandos o inundados, emanaciones de gas, conducciones enterradas no identificadas inicialmente, restos de construcciones, restos arqueológicos, etc., se suspenderá la excavación hasta que se tomen las medidas oportunas.
- Una vez excavada una zona se procederá a su vallado o balizamiento a una distancia del borde no menor de 1,50 m.

Protecciones colectivas	Equipos de protección individual
— Orden y limpieza.	— Casco de seguridad.
— Señalización y balizamiento.	— Calzado de seguridad.
— Entibaciones.	— Protectores auditivos contra el ruido.
— Taludes naturales.	— Ropa de trabajo adecuada.

COLOCACIÓN DE TUBERÍA LIGERA

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

PELIGRO IDENTIFICADO	ANÁLISIS DEL RIESGO				ANÁLISIS DEL RIESGO RESIDUAL*				% EFICACIA
	Proba-bilidad	Grave-dad	Nivel de riesgo		Proba-bilidad	Grave-dad	Nivel de riesgo		(Ri-Rf / Ri) x100
Caída de personas a distinto nivel: al interior de zanjas y pozos, principalmente.	5	5	25	IV	1	3	3	I	88%
Caída de personas al mismo nivel.	7	3	21	III	3	1	3	I	86%
Caída de objetos por desplome o derrumbamiento: debido principalmente a masas de tierra, rocas.	7	5	35	IV	3	3	9	II	74%
Caída de objetos en manipulación: tuberías, materiales, herramientas, principalmente.	7	3	21	III	3	1	3	I	86%
Caída de objetos desprendidos: debido principalmente a acopio de tubos, tierra, rocas.	7	5	35	IV	3	3	9	II	74%
Golpes / cortes por objetos o herramientas: debido principalmente a objetos o herramientas cortantes, punzantes, abrasivas.	7	3	21	III	3	1	3	I	74%
Proyección de fragmentos o partículas: debido principalmente al corte de tubos.	10	3	30	IV	3	1	3	I	90%
Contacto con sustancias cáusticas y/o corrosivas: cementos, hormigones, productos sellantes o adherentes, principalmente.	10	5	50	V	3	1	3	I	94%

* TRAS APLICAR LAS MEDIDAS PREVENTIVAS PROPUESTAS

MEDIOS AUXILIARES Y MAQUINARIA QUE SE PREVÉ EMPLEAR

Medios auxiliares	Maquinaria
— Carretón o carretilla de mano.	— Hormigonera eléctrica o de gasóleo.
— Herramientas manuales.	— Camión de transporte de materiales.
	— Máquinas herramienta.

Se tendrán en cuenta la identificación y evaluación de riesgos así como las medidas preventivas especificadas para los medios auxiliares y maquinaria a emplear.

MEDIDAS PREVENTIVAS

Organización y condiciones de trabajo

- Los materiales que hayan de acopiarse, se apilarán a la distancia suficiente del borde de la excavación para que no supongan una sobre carga que pueda dar lugar a desprendimientos o corrimientos de tierras de los taludes, debiéndose adoptar como criterio mínimo siguiente: $d \geq h/2$ y $d \geq h$ (en terrenos arenosos), siendo d la distancia del acopio de materiales a la zanja y h la profundidad de la zanja.
- Los materiales se acopiarán en una superficie lo más horizontal posible sobre durmientes de madera y de manera que los tubos no puedan deslizarse o rodar.

- Las zanjas abiertas no deberán ser saltadas por los trabajadores, deberán utilizarse los pasos dispuestos.

Protecciones colectivas	Equipos de protección individual
— Orden y limpieza. — Señalización y balizamiento. — Pasarelas sobre zanjas. — Entibaciones. — Taludes naturales.	— Casco de seguridad. — Botas de seguridad. — Guantes de protección. — Ropa de trabajo adecuada.

MANIPULACIÓN MANUAL DE FERRALLA

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

PELIGRO IDENTIFICADO	ANÁLISIS DEL RIESGO				ANÁLISIS DEL RIESGO RESIDUAL*				% EFICACIA
	Proba-bilidad	Grave-dad	Nivel de riesgo		Proba-bilidad	Grave-dad	Nivel de riesgo		(Ri-Rf / Ri) x100
Caída de personas al mismo nivel: *debido principalmente a falta de orden y limpieza*	5	3	15	III	1	1	1	I	93%
Caída de objetos en manipulación: *materiales, herramientas, principalmente.*	3	5	15	III	1	3	3	I	80%
Pisadas sobre objetos: *debido principalmente a falta de orden y limpieza.*	5	3	15	III	1	1	1	I	93%
Golpes / cortes por objetos o herramientas: *debido principalmente a objetos o herramientas cortantes, punzantes, abrasivas y manejo de los propios redondos.*	7	3	21	III	3	1	3	I	86%
Atrapamientos y aplastamiento: *debido principalmente a las operaciones de carga y descarga del material y con partes móviles de las máquinas.*	7	3	21	III	3	1	3	I	86%
Sobreesfuerzos: *por posiciones forzadas o por manejo de cargas excesivas.*	3	5	15	III	1	3	1	I	80%
Exposición a contactos térmicos: *debido a operaciones de soldadura*	3	7	21	III	1	3	3	I	86%

*** TRAS APLICAR LAS MEDIDAS PREVENTIVAS PROPUESTAS**

MEDIOS AUXILIARES Y MAQUINARIA QUE SE PREVÉ EMPLEAR

Medios auxiliares	Maquinaria
— Herramientas manuales.	— Máquinas herramienta. — Dobladora Mecánica de Ferralla. — Cizalla eléctrica. — Soldadura Eléctrica.

Se tendrán en cuenta la identificación y evaluación de riesgos así como las medidas preventivas especificadas para los medios auxiliares y maquinaria a emplear.

MEDIDAS PREVENTIVAS

Organización y condiciones de trabajo

- Se habilitará en obra un espacio dedicado al acopio clasificado de los redondos de ferralla, próximo al lugar de montaje de armaduras.
- Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera.
- La ferralla montada (pilares, parrillas, etc.) se almacenará en los lugares de acopio separados del lugar de montaje.
- Los desperdicios o recortes de hierro y acero, se acopiarán en un lugar adecuado para su posterior carga y traslado fuera de la obra.
- Se efectuará un barrido periódico de puntas, alambres y recortes de ferralla en torno al banco de trabajo.

Protecciones colectivas	Equipos de protección individual
—	— Casco de seguridad. — Botas de seguridad. — Guantes de protección. — Cinturón porta – herramientas. — Ropa de trabajo adecuada.

Se tendrán en cuenta la identificación y evaluación de riesgos así como las medidas preventivas especificadas para las protecciones colectivas a emplear.

1.4.4.2. Equipos de trabajo

Disposiciones relativas a la utilización de los equipos de trabajo (R.D. 1215/97, Anexo II):

Las disposiciones del presente anexo se aplicarán cuando exista el riesgo correspondiente para el equipo de trabajo considerado.

Condiciones generales de utilización de los equipos de trabajo:

- Los equipos de trabajo se instalarán, dispondrán y utilizarán de modo que se reduzcan los riesgos para los usuarios del equipo y para los demás trabajadores.
  En su montaje se tendrá en cuenta la necesidad de suficiente espacio libre entre los elementos móviles de los equipos de trabajo y los elementos fijos o móviles de su entorno y de que puedan suministrarse de manera segura las energías y sustancias utilizadas o producidas por equipo.
- Los trabajadores deberán poder acceder y permanecer en condiciones de seguridad en todos los lugares necesarios para utilizar, ajustar o mantener los equipos de trabajo.
  Los equipos de trabajo no deberán utilizarse de forma o en operaciones o en condiciones no consideradas por el fabricante si previamente se ha realizado una evaluación de los riesgos que ello conllevaría y se han tomado las medidas pertinentes para su eliminación o control.
- Antes de utilizar un equipo de trabajo se comprobará que sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas y que su conexión o puesta en marcha no representan un peligro para terceros.
  Los equipos de trabajo dejarán de utilizarse si se producen deterioros, averías u otras circunstancias que comprometan la seguridad de su funcionamiento.
- Cuando se empleen equipos de trabajo con elementos peligrosos accesibles que no puedan ser totalmente protegidos, deberán adoptarse las precauciones y utilizarse las protecciones individuales apropiadas para reducir los riesgos al mínimo posible.
  En particular, deberán tomarse las medidas necesarias para evitar, en su caso, el atrapamiento de cabello, ropas de trabajo u otros objetos que pudiera llevar el trabajador.
- Cuando durante la utilización de un equipo de trabajo sea necesario limpiar o retirar residuos cercanos a un elemento peligroso, la operación deberá realizarse con los medios auxiliares adecuados y que garanticen una distancia de seguridad suficiente.
- Los equipos de trabajo deberán ser instalados y utilizados de forma que no se puedan caer, volcar o desplazarse de forma incontrolada, poniendo en peligro la seguridad e los trabajadores.

- Los equipos de trabajo no deberán someterse a cargas, sobrepresiones, velocidades o tensiones excesivas que puedan poner en peligro la seguridad del trabajador que los utiliza o la de terceros.
- Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda dar lugar a proyecciones o radiaciones peligrosas, sea durante su funcionamiento normal o en caso de anomalía previsible, deberán adoptarse las medidas de prevención o protección adecuadas para garantizar la seguridad de los trabajadores que utilicen o se encuentren en sus proximidades.
- Los equipos de trabajo llevados o guiados manualmente, cuyo movimiento pueda suponer un peligro para los trabajadores situados en sus proximidades, se utilizará con las debidas precauciones, respetándose, en todo caso, una distancia de seguridad suficiente. A tal fin los trabajadores que los manejen deberán disponer de condiciones adecuadas de control y visibilidad.
- En ambientes especiales tales como locales mojados o de alta conductividad, locales con alto riesgo de incendio, atmósferas explosivas o ambientes corrosivos, no se emplearán equipos de trabajo que en dicho entorno supongan un peligro para la seguridad de los trabajadores.
- Los equipos de trabajo que puedan ser alcanzados por rayos durante su utilización deberán estar protegidos contra sus efectos por dispositivos o medidas adecuadas
- El montaje y desmontaje de los equipos de trabajo deberá realizarse de manera segura, especialmente mediante el cumplimiento de las instrucciones del fabricante cuando las haya.
- Las operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de equipos de trabajo que puedan suponer un peligro para la seguridad de los trabajadores se realizarán a tras haber parado o desconectado el equipo, haber comprobado la inexistencia de energías residuales peligrosas y haber tomado las medidas necesarias para evitar su puesta en marcha o conexión accidental mientras esté efectuándose la operación.

Cuando la parada o desconexión no sea posible, se adoptarán las medidas necesarias para que estas operaciones se realicen de forma segura o fuera de las zonas peligrosas.

- Cuando un equipo de trabajo deba disponer de un diario de mantenimiento, éste permanecerá actualizado.
- Los equipos de trabajo que se retiren de servicio deberán permanecer con sus dispositivos de protección o deberán tomarse las medidas necesarias para imposibilitar su uso. En caso contrario, dichos equipos deberán permanecer con sus dispositivos de protección.
- Las herramientas manuales deberán ser de características y tamaño adecuados a la operación a realizar. Su colocación y transporte no deberá implicar riesgos para la seguridad de los trabajadores.

Condiciones de utilización de equipos de trabajo para la elevación de cargas:

- Los equipos de trabajo desmontables o móviles que sirvan para la elevación de cargas deberán emplearse de forma que se pueda garantizar la estabilidad del equipo durante su empleo en las condiciones previsibles, teniendo en cuenta la naturaleza del suelo.
- La elevación de los trabajadores sólo estará permitida mediante equipos de trabajo y accesorios previstos a tal efecto.

  No obstante, cuando con carácter excepcional hayan de utilizarse para tal fin equipos de trabajo no previstos para ello, deberán tomarse las medidas pertinentes para garantizar la seguridad de los trabajadores y disponer de una vigilancia adecuada.

  Durante la permanencia de trabajadores en equipos de trabajo destinados a levantar cargas, el puesto de mando deberá estar ocupado permanentemente. Los trabajadores elevados deberán disponer de un medio de comunicación seguro y deberá estar prevista su evacuación en caso de peligro.
- A menos que fuera necesario para efectuar correctamente los trabajos, deberán tomarse medidas para evitar la presencia de trabajadores bajo las cargas suspendidas.

  No estará permitido el paso de las cargas por encima de lugares de trabajo no protegidos, ocupados habitualmente por trabajadores. Si ello fuera posible, por no poderse garantizar la correcta realización de los trabajos de otra manera, deberán definirse y aplicarse procedimientos adecuados.
- Los accesorios de elevación deberán seleccionarse en función de las cargas que se manipulen, de los puntos de presión, del dispositivos del enganche y de las condiciones atmosféricas, y teniendo en cuenta la modalidad y la configuración del amarre. Los ensamblajes de accesorios de elevación deberán estar claramente marcados para permitir que el usuario conozca sus características, si no se desmontan tras el empleo.
- Los accesorios de elevación deberán almacenarse de forma que no se estropeen o deterioren.

Equipos de trabajo para la elevación de cargas no guiadas:

- Si dos o más equipos de trabajo para elevación de cargas no guiadas se instalan o se montan en un lugar de trabajo de manera que sus campos de acción se solapen, deberán adoptarse medidas adecuadas para evitar las colisiones entre las cargas o los elementos de los propios equipos.
- Durante el empleo de un equipo de trabajo móvil para la elevación de cargas no guiadas deberán adoptarse medidas para su balanceo, vuelco, y en su caso, desplazamiento y deslizamiento. Deberá comprobarse la correcta realización de estas medidas.
- Si el operador de un equipo de trabajo para la elevación de cargas no guiadas no puede observar el trayecto completo de la carga ni directamente ni mediante los dispositivos auxiliares que faciliten las informaciones útiles, deberá designarse un encargado de señales en comunicación con operador para guiarle, y deberán adoptarse medidas de organización para evitar colisiones de la carga que puedan poner en peligro a los trabajadores.
- Los trabajos deberán organizarse de forma que, mientras un trabajador esté colgando o descolgando una carga a mano, pueda realizar con toda seguridad esas operaciones, garantizando en particular que dicho trabajador conserve el control, directo o indirecto, de las mismas.
- Todas las operaciones de levantamiento deberán estar correctamente planificadas, vigiladas adecuadamente y efectuadas con miras a proteger la seguridad de los trabajadores.

  En particular, cuando dos o más equipos de trabajo para la elevación de cargas no guiadas deban elevar simultáneamente una carga, deberá elaborarse una buena coordinación de los operadores.
- Si algún equipo de trabajo para la elevación de cargas no guiadas puede mantener las cargas en caso de avería parcial o total de la alimentación de energía, deberán adoptarse medidas apropiadas para evitar que los trabajadores se expongan a los riesgos correspondientes.

  Las cargas suspendidas no deberán quedar sin vigilancia, salvo si es imposible el acceso a la zona de peligro y si la carga se ha colgado con toda seguridad y se mantiene de forma completamente segura.
- El empleo al aire libre de equipos de trabajo para la elevación de cargas no guiadas deberá cesar cuando las condiciones meteorológicas se degraden hasta el punto de causar perjuicio a la seguridad de funcionamiento y provocar de esa manera que los trabajadores corran riesgos. Deberán adoptarse medidas adecuadas de protección, destinadas especialmente a impedir el vuelco del equipo de trabajo, para evitar riesgos a los trabajadores.

A continuación, se evalúan los riesgos y se enumeran las medidas preventivas y las protecciones individuales de los principales medios auxiliares y maquinaria.

CARRETÓN, CARRETILLA DE MANO O CHINO

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

PELIGRO IDENTIFICADO	ANÁLISIS DEL RIESGO				ANÁLISIS DEL RIESGO RESIDUAL*				% EFICACIA
	Proba-bilidad	Grave-dad	Nivel de riesgo		Proba-bilidad	Grave-dad	Nivel de riesgo		(Ri-Rf / Ri) x100
Caída de personas al mismo nivel: al tropezar, principalmente.	3	5	15	III	1	3	3	I	80%
Caída de objetos en manipulación: debido principalmente a sobrecarga de la carretilla.	5	3	15	III	1	3	3	I	80%
Choques y golpes contra objetos inmóviles: debido principalmente a los caminos de circulación.	3	3	9	II	1	1	1	I	89%
Golpes / cortes por objetos o herramientas: debido principalmente a objetos o herramientas cortantes, punzantes, abrasivas,...	3	3	9	II	1	3	3	I	67%
Atrapamiento o aplastamiento por o entre objetos.	5	3	15	III	3	1	3	I	80%
Sobreesfuerzos: debido principalmente a posturas forzadas o a sobrecarga.	3	7	21	III	1	5	5	II	76%

* TRAS APLICAR LAS MEDIDAS PREVENTIVAS PROPUESTAS

MEDIDAS PREVENTIVAS

Organización y condiciones de trabajo

- Si se deben salvar obstáculos o diferencias de nivel en recorrido de trabajo de la carretilla, colocar un pasarela sobre el obstáculo o diferencia de nivel, con un ángulo de inclinación lo más suave posible.
- Las pasarelas para el paso de carretillas deberán tener como mínimo 60 cm de ancho.
- El camino de circulación de las carretillas de mano debe mantenerse limpio de materiales.
- Se evitará que los materiales a transportar en la carretilla sobresalgan por los lados, para evitar chocar.
- Se procurará cargar la carretilla de manera uniforme para evitar que se desequilibre.
- Se tendrán en cuenta las recomendaciones sobre manipulación manual de cargas para evitar sobreesfuerzos.

Equipos de protección individual
— Casco de seguridad. — Guantes de protección. — Botas de seguridad. — Ropa de trabajo adecuada.

ESLINGAS, CABLES, CADENAS Y SIMILARES

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

PELIGRO IDENTIFICADO	ANÁLISIS DEL RIESGO				ANÁLISIS DEL RIESGO RESIDUAL*				% EFICACIA
	Proba-bilidad	Grave-dad	Nivel de riesgo		Proba-bilidad	Grave-dad	Nivel de riesgo		(Ri-Rf / Ri) x100
Caída de objetos por desplome o derrumbamiento: debido principalmente a la rotura de eslabones, cables.	5	10	50	V	1	10	10	III	80%
Caída de objetos en desprendidos: debido principalmente a la rotura de eslabones, cables.	5	10	50	V	1	10	10	III	80%
Golpes / cortes por objetos herramientas: debido principalmente a hilos de acero rotos, rebabas.	7	3	21	III	3	1	3	I	86%

* TRAS APLICAR LAS MEDIDAS PREVENTIVAS PROPUESTAS

MEDIDAS PREVENTIVAS

Organización y condiciones de trabajo

- La seguridad en la utilización del medio auxiliar para elevación de cargas comienza con la elección de éste, que deberá ser adecuado a la carga y a los esfuerzos que ha de soportar.
- En ningún caso deberá superarse la carga de trabajo de la eslinga, cable, cadenas, etc., debiéndose conocer, por tanto, el peso de las cargas a elevar.
- En ningún caso, se emplearán eslingas, cables, cadenas, etc., de las que se desconozca su carga máxima de trabajo. En cada uno deberá figurar la carga de trabajo y la etiqueta de homologación.
- En caso de elevación de cargas con eslingas, cables, cadenas, etc., en las que trabajen los ramales inclinados, se deberá verificar la carga efectiva que van a soportar.
- Al considerar el ángulo de los ramales para determinar la carga máxima admitida por las eslingas, cables, cadenas, etc., debe tomarse el ángulo mayor.
- Es recomendable que el ángulo entre ramales no sobrepase los 90º y en ningún caso deberá sobrepasar los 120º, debiéndose evitar para ello las eslingas, cables, cadenas, etc., cortos.
- Cuando se utilice una eslinga, cables, cadenas, etc., de tres o cuatro ramales, el ángulo mayor que es preciso tener en cuenta es el formado por los ramales opuestos en diagonal.
- En la carga a elevar, los enganches o puntos de fijación de la eslinga, cables, cadenas, etc., no permitirá el deslizamiento de ésta, debiéndose emplear, de ser necesario, distanciadores,

etc. al mismo tiempo los citados puntos deberán encontrarse convenientemente dispuestos en relación al centro de gravedad.

- En la elevación de piezas de gran longitud es conveniente el empleo de pórticos.
- Los ganchos serán normalizados y dotados de pestillos de seguridad.
- Está prohibido utilizar como gancho alambre o hierro doblado en forma de S ni acero cementado.
- Se recomienda emplear cables en los oque la fijación del gancho al cable sea por medio de manguito de aleación pretensado.
- Las eslingas, cables, cadenas, etc., no deberán trabajar formando ángulos agudos, debiendo estar dotadas de guardacabos adecuados.
- Las eslingas, cables, cadenas, etc., no se apoyarán nunca sobre aristas vivas, para lo cual deberán intercalarse cantoneras o escuadras de protección.
- Los ramales de dos eslingas, cables, cadenas, etc., no deberán cruzarse, es decir, no montarán sobre otros, sobre el gancho de elevación, ya que uno de los cables estaría comprimido por el otro pudiendo, incluso, llegar a romperse.
- Antes de la elevación completa de la carga, se deberá tensar suavemente la eslinga, cable, cadena, etc., y elevar aquella no más de 10 cm para verificar su amarre y equilibrio. Mientras se tensan las eslingas, cables, cadenas, etc., no se deberá tocar la carga ni las propias eslingas, cables, cadenas, etc.
- Cuando haya de moverse una eslinga, cable, cadena, etc., aflojarla lo suficiente para desplazarla sin que roce contra la carga.
- Nunca se tratará de desplazar una eslinga, cable, cadena, etc., situándose bajo la carga.
- Nunca deberá permitirse que el cable gire respecto a su eje.
- La eslinga no deberá estar expuesta a radiaciones térmicas importantes ni alcanzar una temperatura superior a los 60º C. Si la eslinga está constituida exclusivamente por cable de acero, la temperatura que no debería alcanzarse sería de 80º. No exponer las eslingas al rigor del sol o al efecto de temperaturas elevadas.
- Las eslingas, cables, cadenas, etc., se almacenarán en lugar seco, bien ventilado y libre de atmósferas corrosivas o polvorientas.
- No estarán en contacto directo con el suelo, suspendiéndolas de soportes de madera con perfil redondeado o depositándolas sobre estanterías, estacas o paletas.
- A fin de evitar roturas imprevistas, es necesario inspeccionar periódicamente el estado de todos los elementos que constituyen la eslinga, cable, cadena, etc.
- La frecuencia de las inspecciones estará en relación con el empleo de las eslingas y la severidad de las condiciones de servicio. Como norma general se inspeccionarán diariamente por el personal especializado que las utilicen, cuando su uso sea diario.
- Las eslingas de cables de acero deberán engrasarse con una frecuencia que dependerá de las condiciones de trabajo, pudiéndose determinar a través de las inspecciones. Para el engrase deberán seguirse las instrucciones del fabricante, poniendo especial cuidado para que el alma

del cable recupere la grasa perdida: limpiar previamente el cable mediante cepillo o con aire comprimido, siendo aconsejable la utilización de un disolvente para eliminar los retos de grasa vieja, utilizar el lubricante adecuado y engrasar el cable a fondo.

- Aunque una eslinga trabaje en condiciones óptimas, llega un momento en que sus componentes se han debilitado, siendo necesario retirarla del servicio y sustituirla por otra nueva.
- El agotamiento de una cable se puede determinar de acuerdo con el número de alambres rotos que según la O.G.S.H.T es de: más del 10% de los mismos contados a los largo de dos tramos del cableado, separados entre sí por una distancia inferior a ocho veces su diámetro.
- También se considera un cable agotado: por rotura de un cordón; cuando la pérdida de sección de un cordón del cable, debido a rotura de sus alambres visibles en un paso de cableado, alcance el 40% de la sección total del cordón; cuando la disminución de diámetro del cable en un punto cualquiera del mismo alcance del 10% en los cables de cordones o el 3% los cables cerrados; cuando la pérdida de sección efectiva, por rotura de alambres visibles, en dos pasos de cableado alcance el 20% de la sección total.
- Además de los criterios señalados para la sustitución de un cable, también deberá retirarse si presenta algún otro defecto considerado como grave, como por ejemplo aplastamiento, formación de nudos, cocas, etc.
- Asimismo, una eslinga se desechará cuando presente deficiencias graves en los accesorios y terminales, tales como: puntos de picadura u oxidación; deformaciones permanentes (doblados, aplastamientos, alargamientos, etc.); zonas aplanadas debido al desgaste; grietas; deslizamiento del cable respecto a los terminales; tuercas aflojadas; cuando presente más del 10% de hilos rotos.
- Las cadenas se desecharán cuando presenten fisuras, grietas, en los eslabones, o soldaduras.

Equipos de protección individual
— Casco de seguridad.
— Botas de seguridad.
— Guantes de protección.
— Ropa de trabajo adecuada.

HERRAMIENTAS MANUALES

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

PELIGRO IDENTIFICADO	ANÁLISIS DEL RIESGO				ANÁLISIS DEL RIESGO RESIDUAL*				% EFICACIA
	Proba-bilidad	Grave-dad	Nivel de riesgo		Proba-bilidad	Grave-dad	Nivel de riesgo		(Ri-Rf / Ri) x100
Caída de personas al mismo nivel: al tropezar con las herramientas, principalmente.	3	5	15	III	3	1	3	I	80%
Caída de objetos en manipulación: debido principalmente a herramientas.	5	3	15	III	3	1	3	I	80%
Pisadas sobre objetos: debido principalmente a pisadas sobre herramientas con elementos cortantes, punzantes.	3	7	21	III	1	3	3	I	86%
Golpes / cortes por objetos o herramientas: debido principalmente a herramientas con elementos cortantes, punzantes, abrasivos, por despido de la propia herramienta o del material con el que se está trabajando.	3	3	9	II	1	1	1	I	89%
Proyección de fragmentos o partículas: por despido de la propia herramienta o del material con el que se está trabajando, principalmente.	3	5	15	III	1	1	1	I	93%
Sobreesfuerzos: debido principalmente a gestos violentos, repetitivos.	3	3	9	II	1	1	1	I	89%

* TRAS APLICAR LAS MEDIDAS PREVENTIVAS PROPUESTAS

MEDIDAS PREVENTIVAS

Organización y condiciones de trabajo

- Selección de la herramienta correcta para el trabajo a realizar.
- Mantenimiento de las herramientas en buen estado.
- Uso correcto de las herramientas.
- Evitar un entorno que dificulte su uso correcto.
- Guardar las herramientas en lugar seguro.
- Asignación personalizada de las herramientas siempre que sea posible.
- No se deben utilizar las herramientas con otros fines que los suyos específicos, ni sobrepasar las prestaciones para las que técnicamente han sido concebidas.
- Utilizar la herramienta adecuada para cada tipo de operación.
- No trabajar con herramientas estropeadas.
- Utilizar los elementos auxiliares o accesorios que cada operación exija para realizarla en las mejores condiciones de seguridad.
- Las herramientas serán recogidas por cada uno de los operarios debiendo retornarlas a su lugar de almacenamiento cuando finalice los trabajos con la misma.

- Periódicamente se deben inspeccionar las herramientas y las que se encuentren deterioradas retirarlas.
- Las herramientas no se deben llevar en los bolsillos, sean punzantes, cortantes o no.
- Cuando se deban subir escaleras o realizar maniobras de ascenso o descenso, las herramientas se llevarán de forma que las manos queden libres.

Alicates

- Los alicates de corte lateral deben llevar una defensa sobre el filo de corte para evitar las lesiones producidas por el desprendimiento de los extremos cortos de alambre.
- Quijadas sin desgastes o melladas y mangos en buen estado.
- Tornillo o pasador en buen estado.
- Herramienta sin grasa o aceites.
- Los alicates no deben utilizarse en lugar de las llaves, ya que sus mordazas son flexibles y frecuentemente resbalan. Además, tienden a redondear los ángulos de las cabezas de los pernos y tuercas, dejando marcas de las mordazas sobre las superficies.
- No utilizar para cortar materiales más duros que las quijadas.
- Utilizar exclusivamente para sujetar, doblar o cortar.
- No colocar los dedos entre los mangos.
- No golpear piezas u objetos con los alicates.
- Mantenimiento.
- Engrasar periódicamente el pasador de la articulación.

Cinceles

- Las esquinas de los filos de corte deben ser redondeadas si se usan para cortar.
- Deben estar limpios de rebabas.
- Los cinceles deben ser lo suficientemente gruesos para que no se curven ni alabeen al ser golpeados. Se deben desechar los cinceles más o menos fungiformes utilizando sólo el que presente una curvatura de 3 cm de radio.
- Para uso normal, la colocación de una protección anular de esponja de goma, puede ser una solución útil para evitar golpes en manos con el martillo de golpear.
- Siempre que sea posible utilizar herramientas soporte.
- Cuando se pique metal debe colocarse una pantalla o blindaje que evite que las partículas desprendidas pueden alcanzar a los operarios que realizan el trabajo o estén en sus proximidades.

- Para cinceles grandes, éstos deben ser sujetados con tenazas o un sujetador por un operario y ser golpeadas por otro.
- Los ángulos de corte correctos son: un ángulo de 60º para el afilado y rectificado siendo el ángulo de corte más adecuado en las utilizaciones más habituales el de 70º.
- Para metales más blandos utilizar ángulos de corte más agudos.
- El martillo utilizado para golpearlo debe ser suficientemente pesado.
- El cincel debe ser sujetado con la palma de la mano hacia arriba, sosteniendo el cincel con los dedos pulgar, índice y corazón.

Cuchillos – navajas

- El martillo utilizado para golpearlo debe ser suficientemente pesado.
- Hoja sin defectos, bien afilada y punta redondeada.
- Utilizar el cuchillo de forma que el recorrido de corte se realice en dirección contraria al cuerpo.
- Utilizar sólo la fuerza manual para cortar absteniéndose de utilizar los pies para obtener fuerza suplementaria.
- No dejar los cuchillos debajo de cartones, trapos, etc., o entre otras herramientas en cajones o cajas de trabajo.
- Extremar las precauciones al cortar objetos en pedazos cada vez más pequeños.
- No deben utilizarse como abrelatas, destornilladores, etc.
- Los cuchillos deben limpiarse manteniendo el filo de corte girado hacia fuera de la mano que lo limpia.
- Uso del cuchillo adecuado en función del tipo de corte a realizar.
- Guardar los cuchillos simultáneamente.

Destornilladores

- Mango en buen estado con superficies laterales prismáticas o con surcos o nervaduras para transmitir el esfuerzo de torsión de la muñeca.
- El destornillador ha de ser del tamaño adecuado al del tornillo a manipular.
- Desechar destornilladores con el mango roto, hoja doblada o la punta rota o retorcida pues ello puede hacer que se salga de la ranura originando lesiones en manos.
- Utilizar sólo para apretar o aflojar tornillos.
- No utilizar en lugar de punzones, cuñas, palancas o similares.
- La punta del destornillador debe tener los lados paralelos y afilados.
- No debe sujetarse con las manos la pieza a trabajar sobre todo si es pequeña. En su lugar debe utilizarse un banco o superficie plana o sujetarla con un tornillo de banco.

- Emplear siempre que sea posible sistemas mecánicos de atornillado o desatornillado.

Escoplos y punzones

- El punzón debe ser recto y sin cabeza de hongo.
- Utilizarlos sólo para marcar superficies de metal de otros metales más blandos que la punta del punzón, alinear agujeros en diferentes zonas de un material.
- Golpear fuerte, secamente, en buena dirección y uniformemente.
- No utilizar si la punta está deformada.
- Deben sujetarse formando ángulo recto con la superficie para evitar que se resbalen.

Limas

- Mantener el mango y la espiga en buen estado.
- Mango afianzado firmemente a la cola de la lima.
- Funcionamiento correcto de la virola.
- Limpiar con cepillo de alambre y mantener sin grasa.
- Selección de la lima según la clase de material, grado de acabado (fino o basto).
- No utilizar limas sin su mango liso o con grietas.
- No utilizar la lima para golpear o como palanca o cincel.
- La forma correcta de sujetar una lima es coger firmemente el mango con una mano y utilizar los dedos pulgar e índice de la otra para guiar la punta. La lima se empuja con la palma de la mano haciéndola resbalar sobre la superficie de la pieza y con la otra mano se presiona hacia abajo para limar. Evitar presionar en el momento del retorno.
- Evitar rozar una lima contra otra.
- No limpiar la lima golpeándola contra cualquier superficie dura como puede ser un tornillo de banco.

Llaves

- Quijadas y mecanismos en perfecto estado.
- Dentado de las quijadas en buen estado.
- Cremallera y tornillo de ajuste deslizando correctamente.
- No desbastar las bocas de las llaves fijas pues se destemplan o pierden paralelismo las caras interiores.
- Las llaves deterioradas no se reparan, se reponen.
- Evitar la exposición a calor excesivo.

- Efectuar la torsión girando hacia el operario, nunca empujándolo.
- Al girar asegurarse que los nudillos no se golpean contra algún objeto.
- Utilizar una llave de dimensiones adecuadas al perno o tuerca a apretar o desapretar.
- Utilizar la llave en forma que esté completamente abrazada y asentada a la tuerca y formando ángulo recto con el eje del tornillo que aprieta.
- No debe sobrecargarse la capacidad de una llave utilizando una prolongación de tubo sobre el mango, utilizar otra como alargo o golpear con un martillo.
- Es más seguro utilizar una llave más pesada o de estrías.
- Para tuerca o pernos difíciles de aflojar utilizar llaves de tubo de gran resistencia.
- La llave de boca variable debe abrazar totalmente en su interior a la tuerca y debe girarse en la dirección que suponga que la fuerza la soporta la quijada fija. Tirar siempre de la llave evitando empujar sobre ella.
- Utilizar con preferencia la llave de boca fija en vez de la de boca ajustable.
- No utilizar las llaves para golpear.

Martillos y mazos

- Cabezas sin rebabas.
- Mangos de madera de longitud proporcional al peso de la cabeza y sin astillas.
- Fijado con cuñas introducidas oblicuamente respecto al eje de la cabeza del martillo de forma que la presión se distribuya uniformemente en todas las direcciones radiales.
- Desechar mangos reforzados con cuerdas o alambre.
- Antes de utilizar un martillo asegurarse que el mango está perfectamente unido a la cabeza. Un sistema es la utilización de cuñas anulares.
- Seleccionar un martillo de tamaño y dureza adecuados para cada una de las superficies a golpear.
- Observar que la pieza a golpear se apoya sobre una base sólida no endurecida para evitar rebotes.
- Sujetar el mango por el extremo.
- Se debe procurar golpear sobre la superficie de impacto con toda la cara del martillo.
- En el caso de tener que golpear clavos, éstos se deben sujetar por la cabeza y no por el extremo.
- No utilizar un martillo con el mango deteriorado o reforzado con cuerdas o alambres.
- No utilizar martillos con la cabeza floja o cuña suelta.
- No utilizar un martillo para golpear otro o para dar vueltas a otras herramientas como palanca.

Picos

- Mantener afiladas sus puntas y mango sin astillas.
- Mango acorde al peso y longitud del pico.
- Hoja bien adosada.
- No utilizar para golpear o romper superficies metálicas o para enderezar herramientas como el martillo o similares.
- No utilizar un pico con el mango dañado o sin él.
- Desechar picos con las puntas dentadas o estriadas.
- Mantener libre de otras personas la zona cercana al trabajo.

Sierras

- Las sierras deben tener afilados los dientes con la misma inclinación para evitar flexiones alternativas y estar bien ajustados.
- Mangos bien fijados y en perfecto estado.
- Hoja tensada (no excesivamente).
- Antes de serrar fijar firmemente la pieza a serrar.
- Utilizar sierras de acero al tungsteno endurecido o semiflexible para metales blandos o semiduros con el siguiente número de dientes: hierro fundido, acero blando y latón, 14 dientes cada 25 cm; acero estructural y para herramientas, 18 dientes cada 25 cm; tubos de bronce o hierro, conductores metálicos, 24 dientes cada 25 cm; chapas, flejes, tubos de pared delgada, láminas, 32 dientes cada 25 cm.
- Utilizar hojas de aleación endurecido del tipo alta velocidad para materiales duros y especiales con el siguiente número de dientes: aceros duros y templados, 14 dientes cada 25 cm; aceros especiales y aleados, 24 dientes cada 25 cm; aceros rápidos e inoxidables, 32 dientes cada 25 cm.
- Instalar la hoja en la sierra teniendo en cuenta que los dientes deben estar alineados hacia la parte opuesta del mango.
- Utilizar la sierra cogiendo el mango con la mano derecha quedando el dedo pulgar en la parte superior del mismo y la mano izquierda el extremo opuesto del arco. El corte se realiza dando a ambas manos un movimiento de vaivén y aplicando presión contra la pieza cuando la sierra es desplazada hacia el frente dejando de presionar cuando se retrocede.
- Cuando el material a cortar sea muy duro, antes de iniciar se recomienda hacer una ranura con una lima para guiar el corte y evitar así movimientos indeseados al iniciar el corte.
- Serrar tubos o barras girando la pieza.

Tijeras

- Las tijeras de cortar chapa tendrán unos topes de protección de los dedos.
- Engrasar el tornillo de giro periódicamente.
- Mantener la tuerca bien atrapada.
- Utilizar sólo la fuerza manual para cortar absteniéndose de utilizar los pies para obtener fuerza suplementaria.
- Realizar los corte en dirección contraria al cuerpo.
- Utilizar tijeras sólo para cortar metales blandos.
- Las tijeras deben ser lo suficientemente resistentes como para que el operario sólo necesite una mano y pueda emplear la otra para separar los bordes del material cortado. El material debe estar bien sujeto antes de efectuar el último corte, para evitar que los borde cortado no presionen contra las manos.
- No utilizar tijeras con las hojas melladas.
- No utilizar las tijeras como martillo o destornillador.
- Si se es diestro se debe cortar de forma que la parte cortada desechable quede a la derecha de las tijeras y la inversa si se es zurdo.
- Si las tijeras disponen de sistema de bloqueo, accionarlo cuando no se utilicen.
- Utilizar vainas de material duro para el transporte.

Equipos de protección individual
— Casco de seguridad.
— Botas de seguridad.
— Guantes de protección.
— Ropa de trabajo adecuada.

MAQUINARIA GENERAL

DOCUMENTACIÓN EXIGIBLE A LA MAQUINARIA

Las máquinas comercializadas o puestas en servicio a partir del 29 de diciembre de 2009, que es la fecha de aplicación del **Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas**, deben de reunir los siguientes requisitos:

- Irán provistas del marcado CE.
- Deberán disponer de la declaración CE de conformidad, redactada en castellano, y en la que se incluirá, el nombre y dirección del fabricante o del representante legalmente establecido en la Comunidad, descripción de la máquina y todas las disposiciones pertinentes a las que se ajuste la máquina.
- Deberán de ir provistas del manual de instrucciones redactado en castellano, en el que se indique la puesta en servicio, a utilización, el mantenimiento, etc.

La maquinaria existente con anterioridad al 29 de diciembre de 2009, fecha de entrada en vigor del Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas, deben de reunir los siguientes requisitos:

- Si fueron adquiridas con posterioridad al 1 de Enero de 1995, el propietario está obligado a garantizar, a través de un mantenimiento adecuado, que las prestaciones en materia de seguridad se conserven a lo largo de la vida de la misma.
- Si fueron adquiridas con anterioridad al 1 de Enero de 1995, con carácter general, no irán con el marcado CE, ni acompañadas de la declaración CE de conformidad ni del manual del fabricante. Estas máquinas deberán de estar adecuadas a las exigencias de seguridad estipuladas en el Real Decreto 1644/2008 mediante la acreditación por parte de una entidad o persona competente.

Independientemente de estos requisitos, se tendrá en cuenta, en su caso, la legislación específica para cada máquina.

MEDIDAS PREVENTIVAS GENERALES PARA VEHÍCULOS

Organización y condiciones de trabajo

- La maquinaria deberá de contar con los permisos de circulación necesarios, siempre que esté matriculada, libro de instrucciones del fabricante y libro de mantenimiento, cuando proceda.
- Se prohibirá la circulación fuera de la obra a toda la maquinaria que carezca de matrícula y de rotativo luminoso.
- Cualquier operario que vaya a usar la máquina deberá de leer antes las instrucciones proporcionadas por el fabricante, para conocer el manejo y los riesgos a los que se está expuesto durante la manipulación.
- Está terminantemente prohibido el transporte de personas fuera de la cabina o en el interior si no hay un sitio dispuesto para ello.
- La maquinaria estará dotada de luces marcha atrás, servofrenos, frenos de mano, avisador acústico de marcha atrás, retrovisores, pórtico de seguridad antivuelco y antiimpactos y de extintor.
- Se utilizarán los neumáticos con la presión recomendada por el fabricante.
- Se prohibirá la realización de replanteos o de mediciones en las zonas donde este operando las máquinas.
- Las subidas y bajadas de la cabina, se efectuarán frontalmente a esta, utilizando para ello los peldaños y asideros.
- La circulación por el interior de la obra, se realizará por los caminos establecidos, evitando superar pendientes del 20 % y a velocidad moderada.
- Se evitarán blandones y barrizales en los caminos de circulación de la obra.
- Disminuir la velocidad de marcha en los cruces y en los lugares donde la visibilidad no sea perfecta debido a cualquier obstáculo. Debe detenerse en aquellas esquinas o curvas sin visibilidad, avanzar únicamente cuando se compruebe que el camino está despejado, no sin antes haber avisado de su presencia con toque de bocina o procedimiento similar.
- El conductor de la máquina, deberá de respetar las señales internas de la obra, y deberá de utilizar el casco de seguridad cuando abandone la cabina de la máquina.
- Se evitará el desplazamiento y estacionamiento de la máquina a una distancia inferior a 2 metros del borde de zanjas, pozos o cortes del terreno, no sujetos mediante muros. En saco de ser necesaria una aproximación inferior a la citada, se deberá de entibar la zona afectada por el estacionamiento de la máquina, dotándose, además el lugar de un tope firme y fuerte para limitar el movimiento de la máquina.
- La máquina se colocará en el lugar más horizontal posible para garantizar su estabilidad, y en su caso se extenderán los estabilizadores antes de iniciar los trabajos. En terrenos blandos, se colocarán tablones o placas de reparto para situar los estabilizadores.
- Se garantizará la visibilidad mediante la limpieza y conservación de lunas y retrovisores.

- Las operaciones de mantenimiento en el motor se realizarán por personal formado para realizar dichos trabajos.

CAMIÓN BAÑERA

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

PELIGRO IDENTIFICADO	ANÁLISIS DEL RIESGO				ANÁLISIS DEL RIESGO RESIDUAL*				% EFICACIA
	Probabilidad	Gravedad	Nivel de riesgo		Probabilidad	Gravedad	Nivel de riesgo		(Ri-Rf / Ri) x100
Caída de personas a distinto nivel: debido principalmente al subir y bajar de la cabina.	3	3	9	II	1	3	3	I	67%
Choques y Golpes contra objetos móviles: debido principalmente a golpes al bajar o subir la caja.	3	10	30	IV	1	7	7	II	77%
Choques y Golpes contra objetos inmóviles: debido principalmente a golpes al bajar o subir la caja	1	7	7	II	1	3	3	I	58%
Atrapamiento o aplastamiento por o entre objetos: debido principalmente al movimiento de la caja.	1	10	10	III	1	3	3	I	70%
Atrapamiento o aplastamiento por vuelco de máquinas o vehículos: debido principalmente a vuelco del camión	1	10	10	III	1	1	1	I	90%
Exposición a contactos térmicos: debido principalmente a las labores de mantenimiento.	3	7	21	IV	1	3	3	I	86%
Exposición a contactos eléctricos: debido principalmente a trabajos en proximidad de líneas eléctricas aéreas.	3	10	30	IV	1	5	5	II	83%
Atropellos o choques con o contra vehículos: debido principalmente a circulación por la obra.	1	7	7	II	1	3	3	I	58%

*** TRAS APLICAR LAS MEDIDAS PREVENTIVAS PROPUESTAS**

MEDIDAS PREVENTIVAS

Organización y condiciones de trabajo

- Se tendrán en cuenta las medidas preventivas especificadas para vehículos.
- Las cargas se instalarán sobre la caja de forma uniforme, compensando los pesos de la manera más uniformemente repartida posible.
- Estará prohibido comenzar el desplazamiento mientras la caja permanezca elevada tras la descarga del material.
- Una vez llegado al tope de la caja, si se transportan materiales sueltos, se procederá a su tapado mediante una lona o red para evitar su caída o derrame durante su transporte.
- Se deberá emplear una escalerilla dotada de ganchos de inmovilización para acceder a las cajas de los camiones.

- Antes de levantar la caja del camión, hay que cerciorarse de que el camión se encuentra estacionado en superficie horizontal y no existen líneas eléctricas aéreas en su radio de acción.
- El conductor deberá de permanecer dentro de la cabina mientras se realiza la carga del camión.

Equipos de protección individual
— Casco de seguridad. — Guantes de protección. — Botas de seguridad. — Ropa de trabajo adecuada.

CAMIÓN BOMBA DE HORMIGÓN

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

PELIGRO IDENTIFICADO	ANÁLISIS DEL RIESGO				ANÁLISIS DEL RIESGO RESIDUAL*				% EFICACIA
	Proba-bilidad	Grave-dad	Nivel de riesgo		Proba-bilidad	Grave-dad	Nivel de riesgo		(Ri-Rf / Ri) x100
Caída de personas a distinto nivel: debido principalmente al subir y bajar de la cabina.	3	3	9	II	1	3	3	I	67%
Caída de personas al mismo nivel: debido principalmente al manejo de la manguera	3	5	15	III	1	3	3	I	80%
Choques y Golpes contra objetos inmóviles: debido principalmente a extensiones del brazo hidráulico.	3	7	21	III	1	3	3	I	86%
Golpes / cortes por objetos o herramientas: debido principalmente a la impulsión de la manguera.	5	3	15	III	3	1	3	I	80%
Proyección de fragmentos o partículas: debido principalmente al hormigón.	5	3	15	III	1	1	1	I	94%
Atrapamiento o aplastamiento por o entre objetos: debido principalmente a correas de transmisión.	3	7	21	III	1	3	3	I	86%
Atrapamiento o aplastamiento por vuelco de máquinas o vehículos: debido principalmente a vuelco del camión	1	10	10	III	1	1	1	I	90%
Sobreesfuerzos: debido principalmente al manejo de la manguera.	5	3	15	III	3	1	3	I	80%
Exposición a contactos térmicos: debido principalmente a contacto con partes del motor.	1	7	7	II	1	1	1	I	86%
Exposición a contactos eléctricos: debido principalmente a realización de labores de mantenimiento.	3	3	9	II	1	1	1	I	89%
Atropellos o choques con o contra vehículos: debido principalmente a circulación por la obra.	1	7	7	II	1	3	3	I	58%

*** TRAS APLICAR LAS MEDIDAS PREVENTIVAS PROPUESTAS**

MEDIDAS PREVENTIVAS

Organización y condiciones de trabajo

- Se tendrán en cuenta las medidas preventivas especificadas para vehículos.
- Habrá que tener muy presente la consistencia del hormigón a bombear, siendo esta la establecida por el fabricante en función del equipo de bombeo y las distancia a la que hay que bombear.
- Ante los riesgos por mal uso de la máquina, se vigilará que el brazo de elevación de la manguera se utiliza exclusivamente para lo que fue diseñado, es decir para transportar hormigón en sus tuberías.

- Antes de proceder al bombeo, se comprobara que la tubería de transporte tiene todos sus acoplamientos y codos perfectamente estancos, y que las partes susceptibles de movimiento durante el bombeo, están perfectamente arriostradas a puntos fuertes.
- Antes de verter el hormigón en la tolva, se comprobará que está instalada la parrilla. Si la bomba está en marcha, no deberá tocarse nunca directamente con las manos, la tolva o el tubo oscilante. Si se deben efectuar trabajos en la tolva o en el tubo oscilante, primero se parará el motor y se purgará la presión del acumulador a través del grifo.
- Se controlará que la manguera de vertido, sea manejada por un mínimo de dos trabajadores, ya que la manguera de salida conserva la fuerza residual del bombeo, más la de la sobrepresión del paso del hormigón hacia el vertido. Esta fuerza podría dominar al trabajador, por lo que la manguera de salida deberá manejarse por dos trabajadores.
- La salida de la “pelota de limpieza” del circuito, se realiza por proyección violenta. Para evitar el riesgo de golpes está previsto usar la red de detención de la proyección de la pelota. Los trabajadores se alejarán del radio de acción de su posible trayectoria.
- Comprobar y cambiar, en su caso, cada aproximadamente 1000 m3 ya bombeados, los acoplamientos, juntas, codos y tuberías.
- Se comprobará, y se cambiará en su caso, cada aproximadamente 1000 m3 ya bombeados, los acoplamientos, juntas y codos.
- Después de hormigonar, se lavará y limpiará el interior de los tubos de impulsión, y antes de hormigonar de nuevo se bombeará con hormigón pobre para lubricar las tuberías, comprobando que no existen trabajadores en la trayectoria de proyección.
- Se limpiarán los tapones de hormigón existentes, antes de proceder a desmontarla, comprobando que no existen trabajadores en la trayectoria de proyección.

Equipos de protección individual
— Casco de seguridad. — Guantes de goma o P.V.C. — Gafas de seguridad. — Botas de seguridad. — Ropa de trabajo adecuada.

CAMIÓN CUBA HORMIGONERA

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

PELIGRO IDENTIFICADO	ANÁLISIS DEL RIESGO				ANÁLISIS DEL RIESGO RESIDUAL*				% EFICACIA
	Proba-bilidad	Grave-dad	Nivel de riesgo		Proba-bilidad	Grave-dad	Nivel de riesgo		(Ri-Rf / Ri) x100
Caída de personas a distinto nivel: debido principalmente al subir y bajar de la cabina.	3	3	9	II	1	3	3	I	67%
Caída de objetos en manipulación: debido principalmente a la canaleta de vertido.	3	7	21	III	1	3	3	I	86%
Choques y Golpes contra objetos móviles: debido principalmente a las partes del camión.	3	7	21	III	1	3	3	I	86%
Golpes / cortes por objetos o herramientas: debido principalmente a la canaleta de vertido.	5	3	15	III	3	1	3	I	80%
Proyección de fragmentos o partículas: debido principalmente a salpicaduras de hormigón.	5	3	15	III	1	1	1	I	94%
Atrapamiento o aplastamiento por o entre objetos: debido principalmente a la canaleta.	3	7	21	III	1	3	3	I	86%
Atrapamiento o aplastamiento por vuelco de máquinas o vehículos: debido principalmente a vuelco del camión	1	10	10	III	1	1	1	I	90%
Exposición a contactos térmicos: debido principalmente a contacto con partes del motor.	1	7	7	II	1	1	1	I	86%
Exposición a contactos eléctricos: debido principalmente a realización de labores de mantenimiento.	3	3	9	II	1	1	1	I	89%
Atropellos o golpes con vehículos: debido principalmente a la circulación por la obra.	3	3	9	II	1	1	1	I	89%

*** TRAS APLICAR LAS MEDIDAS PREVENTIVAS PROPUESTAS**

MEDIDAS PREVENTIVAS

Organización y condiciones de trabajo

- Se tendrán en cuenta las medidas preventivas especificadas para vehículos.
- Sujetar los tramos de canaleta por los asideros para evitar atrapamientos al colocarlos.
- Después de realizar el vertido, se deberá limpiar la cuba y la canaleta.

Equipos de protección individual
— Casco de seguridad.
— Guantes de protección.
— Botas de seguridad.
— Ropa de trabajo adecuada.

CAMIÓN DE TRANSPORTE DE MATERIALES

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

PELIGRO IDENTIFICADO	ANÁLISIS DEL RIESGO				ANÁLISIS DEL RIESGO RESIDUAL*				% EFICACIA
	Proba bilidad	Grave dad	Nivel de riesgo		Proba bilidad	Grave dad	Nivel de riesgo		(Ri-Rf / Ri) x100
Caída de personas a distinto nivel: debido principalmente al subir y bajar de la cabina.	3	3	9	II	1	3	3	I	67%
Caída de objetos en manipulación: debido principalmente al manejo de la carga.	3	10	30	IV	1	7	7	II	77%
Choques y Golpes contra objetos móviles: debido principalmente a golpes con elementos existentes en la obra.	3	10	30	IV	1	7	7	II	77%
Choques y Golpes contra objetos inmóviles:debido principalmente golpes con elementos existentes en la obra.	1	7	7	II	1	3	3	I	58%
Atrapamiento o aplastamiento por o entre objetos: debido principalmente a partes móviles del camión.	1	10	10	III	1	3	3	I	70%
Atrapamiento o aplastamiento por vuelco de máquinas o vehículos: debido principalmente a vuelco del camión	1	10	10	III	1	1	1	I	90%
Exposición a contactos térmicos: debido principalmente a las labores de mantenimiento.	3	7	21	IV	1	3	3	I	86%
Exposición a contactos eléctricos: debido principalmente a trabajos en proximidad de líneas eléctricas aéreas.	3	10	30	IV	1	5	5	II	83%
Atropellos o choques con o contra vehículos: debido principalmente a circulación por la obra.	1	7	7	II	1	3	3	I	58%

* TRAS APLICAR LAS MEDIDAS PREVENTIVAS PROPUESTAS

MEDIDAS PREVENTIVAS

Organización del trabajo

- Se tendrán en cuenta las medidas preventivas especificadas para vehículos.
- Las cargas se instalarán sobre la caja de forma uniforme, compensando los pesos de la manera más uniformemente repartida posible.
- Una vez llegado al tope de la caja, si se transportan materiales sueltos, se procederá a su tapado mediante una lona o red para evitar su caída o derrame durante su transporte.
- Se deberá emplear una escalerilla dotada de ganchos de inmovilización para acceder a las cajas de los camiones.
- Cuando el camión de transporte de materiales disponga de una pluma para carga y descarga, se comprobará el buen estado de los ganchos y elemento de elevación, y que se encuentran desplegados los estabilizadores. El trabajador que manipule la pluma, deberá de tener visible en todo momento la carga.

Equipos de protección individual
— Casco de seguridad.
— Guantes de protección.
— Botas de seguridad.
— Ropa de trabajo adecuada.

COMPRESOR

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

PELIGRO IDENTIFICADO	ANÁLISIS DEL RIESGO				ANÁLISIS DEL RIESGO RESIDUAL*				% EFICACIA
	Probabilidad	Gravedad	Nivel de riesgo		Probabilidad	Gravedad	Nivel de riesgo		(Ri-Rf / Ri) x100
Caída de objetos por desplome o derrumbamiento: debido principalmente a la carga y descarga.	3	5	15	III	1	3	3	I	80%
Golpes y cortes por objetos o herramientas: debido principalmente a operaciones de puesta en marcha y paro.	3	5	15	III	1	3	3	I	80%
Golpes y cortes por objetos o herramientas: debido principalmente a al movimiento de las mangueras.	3	5	15	III	3	1	3	3	80%
Atrapamiento o aplastamiento por o entre objetos: debido principalmente a elementos móviles	1	10	10	III	1	1	1	I	90%
Atrapamiento o aplastamiento por vuelco de máquinas o vehículos: debido principalmente a su ubicación.	1	10	10	III	1	3	3	I	70%
Exposición a contactos térmicos: debido principalmente a contacto con partes calientes.	3	5	15	III	1	3	3	I	80%
Exposición a agentes físicos: l ruido.	3	3	9	III	1	1	1	I	89%

* TRAS APLICAR LAS MEDIDAS PREVENTIVAS PROPUESTAS

MEDIDAS PREVENTIVAS

Organización y condiciones de trabajo

- La operación de carga y descarga y colocación del compresor, se realizará mediante un eslingado a 4 puntos del compresor, garantizando así la seguridad de la carga.
- Las carcasas protectoras estarán siempre cerradas, para evitar posibles atrapamientos y reducir también la emisión de ruido al ambiente.
- El compresor, se colocará lo más lejano posible al puesto de trabajo, para evitar las molestias producidas por el ruido generado.
- Las operaciones de abastecimiento de combustible del compresor se realizarán con el motor parado.
- Se vigilará el estado de las mangueras, comunicando los deterioros detectados para que sean subsanados.
- No se utilizará el chorro de aire comprimido para la limpieza del cuerpo.
- Se deberán de controlar la situación de las mangueras antes de poner el compresor en funcionamiento.

Equipos de protección individual
— Casco de seguridad.
— Botas de seguridad.
— Protectores auditivos.
— Guantes de protección.
— Ropa de trabajo adecuada.

GRUA AUTOTRANSPORTADA

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

PELIGRO IDENTIFICADO	ANÁLISIS DEL RIESGO				ANÁLISIS DEL RIESGO RESIDUAL*				% EFICACIA
	Proba-bilidad	Grave-dad	Nivel de riesgo		Proba-bilidad	Grave-dad	Nivel de riesgo		(Ri-Rf / Ri) x100
Caída de personas a distinto nivel: debido principalmente al subir y bajar de la cabina.	3	3	9	II	1	3	3	I	67%
Caída de objetos por desplome o derrumbamiento: debido principalmente a operaciones de carga y descarga.	3	5	15	III	1	3	3	I	80%
Choques y Golpes contra objetos inmóviles: debido principalmente a la extensión del brazo hidráulico.	3	7	21	III	1	3	3	I	86%
Atrapamiento o aplastamiento por o entre objetos: debido principalmente a correas de transmisión.	3	7	21	III	1	3	3	I	86%
Atrapamiento o aplastamiento por vuelco de máquinas o vehículos: debido principalmente a mala estabilidad	3	10	30	IV	1	10	10	III	67%
Exposición a contactos térmicos: debido principalmente a contacto con partes del motor.	1	7	7	II	1	1	1	I	86%
Exposición a contactos eléctricos: debido principalmente a contacto con líneas eléctricas aéreas.	3	10	30	IV	1	10	10	III	67%
Atropellos o golpes con vehículos: debido principalmente a circulación por obra.	3	10	30	IV	1	10	10	III	67%
Exposición a agentes físicos: ruido	3	7	21	IV	1	3	3	I	86%

* TRAS APLICAR LAS MEDIDAS PREVENTIVAS PROPUESTAS

MEDIDAS PREVENTIVAS

Organización y condiciones del trabajo

- Se tendrán en cuenta las medidas preventivas especificadas para vehículos.
- Los ganchos de la grúa estarán provistos de pestillo de seguridad.
- Se comprobará el correcto apoyo de los gatos estabilizadores antes de realizar las maniobras. En terrenos blandos, se colocarán tablones o placas de reparto para situar los estabilizadores.
- Se guardarán las distancias de seguridad (3 m) en la circulación junto a bordes de vaciados, zanjas y taludes.
- Antes de iniciar cualquier desplazamiento de la máquina, se comprobará que el brazo de la grúa está totalmente inmovilizado y en posición de desplazamiento.
- Todas las personas ajenas, deberán de permanecer fuera del radio de acción de la grúa.

- La persona que maneje la grúa deberá de tener la carga siempre a la vista, si esto no fuera posible las maniobras serán dirigidas por un señalista.
- Esta prohibido superar la carga máxima admisible de la grúa y la extensión máxima del brazo en función de la carga.
- La zona de maniobra del brazo estará libre de obstáculos y previamente habrá sido señalizada y acotada para evitar el paso de personal durante las maniobras.
- Siempre que sea posible las cargas suspendidas se manejarán mediante cuerdas o cabos para la correcta colocación y guiado de la carga.
- Se levantará una sola carga cada vez.
- Esta prohibido que cualquier persona se suba a la carga.
- No se abandonará nunca la máquina, con la carga suspendida.

Equipos de protección individual
— Casco de seguridad. — Botas de seguridad. — Protectores auditivos. — Guantes de protección. — Ropa de trabajo adecuada.

HORMIGONERA ELÉCTRICA O DE GASÓLEO

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

PELIGRO IDENTIFICADO	ANÁLISIS DEL RIESGO				ANÁLISIS DEL RIESGO RESIDUAL*				% EFICACIA
	Probabilidad	Gravedad	Nivel de riesgo		Probabilidad	Gravedad	Nivel de riesgo		(Ri-Rf / Ri) x100
Choques y golpes por objetos o herramientas: debido principalmente a partes móviles.	3	7	21	III	1	3	3	I	86%
Atrapamiento o aplastamiento por o entre objetos: debido principalmente a partes correa y piñón de distribución.	3	7	21	III	1	3	3	I	86%
Sobreesfuerzos: debido principalmente a operaciones de traslado.	5	5	25	IV	1	1	1	I	96%
Exposición a contactos eléctricos: debidos principalmente a contactos con elementos en tensión.	3	3	9	II	1	3	3	I	67%
Exposición a sustancias nocivas: debido principalmente a salpicaduras de pasta.	5	3	15	III	3	1	3	I	80%
Exposición a agentes físicos: ruido	5	3	15	III	1	3	3	I	80%

* TRAS APLICAR LAS MEDIDAS PREVENTIVAS PROPUESTAS

MEDIDAS PREVENTIVAS

Organización y condiciones de trabajo

- El punto de contacto entre el piñón y la correa de distribución estará protegida mediante un resguardo.
- La zona de ubicación del motor y la correa estará protegida mediante un resguardo.
- No estará permitido el uso de la hormigonera con la carcasa del motor y transmisión abierta.
- Estará prohibido introducir el extremo de la pala en el interior de la boca de la cuba.
- Estarán dotadas de un pestillo de bloqueo del bombo, para evitar movimientos no deseados.
- Las operaciones de limpieza del interior de la cuba se realizarán con la máquina parada y desconectada de la red eléctrica, en caso de ser alimentada eléctricamente.
- En caso de trabajo continuado cerca de la hormigonera, el trabajador deberá utilizar cascos de protección auditiva.
- Los mandos eléctricos de accionamiento, en su caso, deberán ser estancos.
- El traslado manual lo ejecutarán los trabajadores necesarios para evitar sobreesfuerzos

Equipos de protección individual
— Casco de seguridad. — Botas de seguridad. — Guantes de protección. — Cascos de protección auditiva. — Ropa de trabajo adecuada.

MÁQUINAS HERRAMIENTAS

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

PELIGRO IDENTIFICADO	ANÁLISIS DEL RIESGO				ANÁLISIS DEL RIESGO RESIDUAL*				% EFICACIA
	Probabilidad	Gravedad	Nivel de riesgo		Probabilidad	Gravedad	Nivel de riesgo		(Ri-Rf / Ri) x100
Caída de objetos en manipulación: debido principalmente su utilización.	5	7	35	IV	3	3	9	II	74%
Golpes y Cortes por objetos o herramientas: debido principalmente a herramientas cortantes, punzantes, abrasivas.	5	7	35	IV	3	1	3	I	91%
Proyección de fragmentos o partículas: debido principalmente a trabajos de corte.	5	5	25	IV	3	1	3	I	88%
Exposición a contactos térmicos: debido principalmente a contacto con partes calientes.	3	5	15	III	1	3	3	I	80%
Exposición a contactos eléctricos: debidos principalmente a falta de doble aislamiento.	3	3	9	II	1	3	3	I	67%
Exposición a agentes físicos: ruido	5	3	15	III	1	3	3	I	80%

* TRAS APLICAR LAS MEDIDAS PREVENTIVAS PROPUESTAS

MEDIDAS PREVENTIVAS

Organización y condiciones de trabajo

- Las máquinas - herramientas eléctricas a utilizar estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento.
- Las máquinas - herramientas con capacidad de corte, tendrán el disco protegido mediante una carcasa.

Equipos de protección individual

— Casco de seguridad.
— Botas de seguridad.
— Guantes de protección.
— Gafas de seguridad antiproyecciones.
— Protectores auditivos.
— Mascarilla anti-polvo con filtro mecánico o específico.
— Ropa de trabajo adecuada.

MARTILLO ELÉCTRICO

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

PELIGRO IDENTIFICADO	ANÁLISIS DEL RIESGO				ANÁLISIS DEL RIESGO RESIDUAL*				% EFICACIA
	Probabilidad	Gravedad	Nivel de riesgo		Probabilidad	Gravedad	Nivel de riesgo		(Ri-Rf / Ri) x100
Caída de objetos en manipulación: debido principalmente a caída del martillo.	5	7	35	IV	1	7	7	II	80%
Golpes / cortes por objetos o herramientas: debido principalmente golpes con el martillo.	3	7	21	III	1	3	3	I	86%
Proyección de fragmentos o partículas: debido principalmente a fragmentos del material manipulado.	5	5	25	IV	1	3	3	I	88%
Exposición a Sobreesfuerzos: debido principalmente al mal uso del martillo.	5	3	15	III	3	1	3	I	80%
Exposición a contactos eléctricos: debidos principalmente a cables de conexión.	3	5	15	III	1	3	3	I	80%
Exposición a sustancias nocivas: debidos principalmente al polvo desprendido del material manipulado.	5	5	25	IV	1	3	3	I	88%
Exposición a agentes físicos, ruido: debidos principalmente al ruido generado durante la utilización.	7	3	21	III	1	3	3	I	86%

* TRAS APLICAR LAS MEDIDAS PREVENTIVAS PROPUESTAS

MEDIDAS PREVENTIVAS

Organización y condiciones de trabajo

- Previamente a la realización de los trabajos, se conocerá los trazados de las conducciones enterradas, y se solicitará el corte de suministro a la compañía correspondiente.
- El martillo se agarrará fuertemente y se mantendrá a una altura entre cintura y pecho.
- No se deberá de apoyar el cuerpo sobre el martillo.
- Se utilizarán los equipos de protección individual durante el manejo del martillo eléctrico.
- Se revisarán visualmente los cables de alimentación, sustituyéndolos si estos se encontrarán en mal estado.
- El picado de elementos o paramentos, se realizará humedeciéndolos previamente, para disminuir la emisión de polvo desprendido de la realización de los trabajos.
- Una vez acabado el trabajo, se desconectará el cable de conexión a corriente.
- No se dejará el martillo hincado sobre el suelo, pared o roca.
- Se vigilará el estado de las mangueras, comunicando los deterioros detectados para que sean subsanados.

Equipos de protección individual
— Casco de seguridad. — Botas de seguridad. — Guantes de protección. — Cascos de protección auditiva. — Cinturón o arnés de seguridad (para trabajos puntuales). — Ropa de trabajo adecuada.

PALA CARGADORA

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

PELIGRO IDENTIFICADO	ANÁLISIS DEL RIESGO				ANÁLISIS DEL RIESGO RESIDUAL*				% EFICACIA
	Proba-bilidad	Grave-dad	Nivel de riesgo		Proba-bilidad	Grave-dad	Nivel de riesgo		(Ri-Rf / Ri) x100
Caída de personas a distinto nivel: debido principalmente al ascenso y descenso de la cabina.	3	3	9	II	1	1	1	1	89%
Caída de objetos por desplome o derrumbamiento: debido principalmente a derrumbe de tierras.	3	10	30	III	1	5	5	II	83%
Choques y golpes contra objetos móviles: debido principalmente a partes móviles, como pueda ser el cazo.	3	5	15	III	1	3	I	3	80%
Golpes / cortes por objetos o herramientas: debido principalmente a las partes móviles.	3	3	9	II	1	1	1	I	89%
Atrapamiento por vuelco de maquinaria: debido principalmente a trabajos en terrenos inestables o al borde de taludes.	3	10	30	IV	1	7	7	II	77%
Exposición a contactos térmicos: debido principalmente a labores de mantenimiento.	1	5	5	II	1	1	1	I	80%
Exposición a contactos eléctricos: debido principalmente a contactos con líneas aéreas o subterráneas.	5	10	50	V	1	10	10	III	80%
Incendio: debido principalmente a afección de conductos de gas enterrados.	3	10	30	IV	1	7	7	II	77%
Atropellos o choques con o contra vehículos: debido principalmente a la circulación por la obra.	3	7	21	III	1	3	3	I	86%
Exposición a agentes físicos: ruido.	3	3	9	II	1	1	1	I	89%

* TRAS APLICAR LAS MEDIDAS PREVENTIVAS PROPUESTAS

MEDIDAS PREVENTIVAS

Organización y condiciones de trabajo

- Se tendrán en cuenta las medidas preventivas especificadas para vehículos.
- No se utilizará bajo ningún concepto para transportar personas.
- Estará prohibido el utilizar la pala como andamio o apoyo para subir personas.
- No se deberá de colocar la cuchara por encima de la cabina del camión.
- No se abandonarán la máquina con el motor en marcha ni con la cuchara elevada.
- Cuando se transporte la pala con tierra o escombro se hará con la pala en posición lo más baja posible para aumentar la estabilidad.
- Al finalizar el trabajo de la máquina, la pala quedará apoyada en el suelo sobre la máquina,
- Si la parada es prolongada se desconectará la batería y se retirará la llave de contacto.

Equipos de protección individual
– Casco de seguridad (de uso obligatorio al abandonar la cabina). – Protección auditiva. – Calzado de seguridad. – Ropa de trabajo adecuada.

RETROEXCAVADORA

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

PELIGRO IDENTIFICADO	ANÁLISIS DEL RIESGO				ANÁLISIS DEL RIESGO RESIDUAL*				% EFICACIA
	Proba-bilidad	Grave-dad	Nivel de riesgo		Proba-bilidad	Grave-dad	Nivel de riesgo		(Ri-Rf / Ri) x100
Caída de personas a distinto nivel: debido principalmente al ascender o descender de la cabina.	3	3	9	II	1	1	1	1	89%
Caída de objetos por desplome o derrumbamiento: debido principalmente a derrumbe de tierras.	3	10	30	IV	1	5	5	II	83%
Choques y golpes contra objetos móviles: debido principalmente a partes móviles, como el brazo de la máquina.	3	5	15	III	1	3	I	3	80%
Golpes / cortes por objetos o herramientas: debido principalmente a las partes móviles.	3	3	9	II	1	1	1	I	89%
Atrapamiento por o entre objetos: debido principalmente a partes móviles de la máquina.	3	7	21	IV	1	5	5	II	76%
Atrapamiento por vuelco de maquinaria: debido principalmente a trabajos en terrenos inestables o al borde de taludes.	3	10	30	IV	1	7	7	II	77%
Exposición a contactos térmicos: debido principalmente a labores de mantenimiento.	1	5	5	II	1	1	1	I	80%
Exposición a contactos eléctricos: debido principalmente a contactos con líneas aéreas o subterráneas.	5	10	50	V	1	10	10	III	80%
Incendio: debido principalmente a afección de conductos de gas enterrados.	3	10	30	IV	1	7	7	II	77%
Atropellos o choques con o contra vehículos: debido principalmente a la circulación por la obra.	3	7	21	III	1	3	3	I	86%
Exposición a agentes físicos: ruido.	3	3	9	II	1	1	1	I	89%

*** TRAS APLICAR LAS MEDIDAS PREVENTIVAS PROPUESTAS**

MEDIDAS PREVENTIVAS

Organización y condiciones de trabajo

- Se tendrán en cuenta las medidas preventivas especificadas para vehículos.
- No se utilizará bajo ningún concepto para transportar personas.
- Estará prohibido el utilizar la pala como andamio o apoyo para subir personas.
- Para trabajos en ladera, se dispondrá el brazo de modo que esté siempre en la parte superior, para aumentar la estabilidad de la máquina.
- Ninguna persona se colocará dentro del radio de acción de la máquina, señalizándolo convenientemente.
- No se abandonarán las máquinas con el motor en marcha ni con la cuchara elevada.
- Durante los desplazamientos de la máquina, el cazo permanecerá plegado.
- Si la parada es prolongada se desconectará la batería y se retirará la llave de contacto.
- Al finalizar el trabajo de la máquina, el cazo quedará apoyada en el suelo.

Equipos de protección individual
– Casco de seguridad (de uso obligatorio al abandonar la cabina). – Protección auditiva. – Calzado de seguridad. – Ropa de trabajo adecuada.

RODILLO COMPACTADOR

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

PELIGRO IDENTIFICADO	ANÁLISIS DEL RIESGO				ANÁLISIS DEL RIESGO RESIDUAL*				% EFICACIA
	Proba-bilidad	Grave-dad	Nivel de riesgo		Proba-bilidad	Grave-dad	Nivel de riesgo		(Ri-Rf / Ri) x100
Caída de personas a distinto nivel: debido principalmente al subir o bajar de la cabina.	3	3	9	II	1	1	I	I	89%
Golpes / cortes por objetos o herramientas: debido principalmente a partes de la máquina.	5	5	25	IV	3	3	9	II	64%
Atrapamiento o aplastamiento por o entre objetos: debido principalmente a giros del rodillo.	3	10	30	IV	1	5	5	II	84%
Atrapamiento o aplastamiento por vuelco de máquinas o vehículos: debido principalmente a vuelco del rodillo	3	10	30	IV	1	5	5	II	84%
Exposición a contactos térmicos: debido principalmente a contacto con partes del motor.	3	3	9	II	1	1	1	I	89%
Exposición a contactos eléctricos: debido principalmente a realización de labores de mantenimiento.	5	3	15	III	3	1	3	I	80%
Atropellos o golpes con vehículos: debido principalmente a circulación por la obra a velocidad inadecuada.	3	7	21	III	1	7	7	II	67%
Exposición a agentes físicos, ruido: debido principalmente al manejo continuado a del máquina	3	3	9	II	1	3	3	I	67%
Exposición a agentes físicos, vibraciones: debido principalmente al manejo continuado a del máquina	3	3	9	III	1	3	3	I	67%

*** TRAS APLICAR LAS MEDIDAS PREVENTIVAS PROPUESTAS**

MEDIDAS PREVENTIVAS

Organización y condiciones de trabajo

- Se tendrán en cuenta las medidas preventivas especificadas para vehículos.
- No acceder a la máquina encaramándose por los rodillos.

Equipos de protección individual
— Casco de seguridad. — Protectores auditivos. — Guantes de seguridad (para labores de mantenimiento). — Gafas de seguridad (para labores de mantenimiento). — Ropa de trabajo adecuada.

RODILLO COMPACTADOR MANUAL

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

PELIGRO IDENTIFICADO	ANÁLISIS DEL RIESGO				ANÁLISIS DEL RIESGO RESIDUAL*				% EFICACIA
	Proba-bilidad	Grave-dad	Nivel de riesgo		Proba-bilidad	Grave-dad	Nivel de riesgo		(Ri-Rf / Ri) x100
Caída de personas al mismo nivel: debido principalmente a tropiezo con materiales.	3	3	9	II	1	1	I	I	89%
Golpes / cortes por objetos o herramientas: debido principalmente a partes de la máquina.	5	5	25	IV	3	3	9	II	64%
Atrapamiento o aplastamiento por o entre objetos: debido principalmente a giros del rodillo.	3	10	30	IV	1	5	5	II	84%
Atrapamiento o aplastamiento por vuelco de máquinas o vehículos: debido principalmente a vuelco del rodillo	3	10	30	IV	1	5	5	II	84%
Sobreesfuerzos: debido principalmente a movimientos bruscos.	3	3	9	II	1	3	3	I	66%
Exposición a contactos térmicos: debido principalmente a contacto con partes del motor.	3	3	9	II	1	1	1	I	89%
Exposición a contactos eléctricos: debido principalmente a realización de labores de mantenimiento.	5	3	15	III	3	1	3	I	80%
Exposición a agentes físicos, ruido: debido principalmente al manejo continuado a del máquina	3	3	9	II	1	3	3	I	67%
Exposición a agentes físicos, vibraciones: debido principalmente al manejo continuado a del máquina	3	3	9	III	1	3	3	I	67%

* TRAS APLICAR LAS MEDIDAS PREVENTIVAS PROPUESTAS

MEDIDAS PREVENTIVAS

Organización y condiciones de trabajo

- Es conveniente la delimitación de la zona de compactación mediante una correcta señalización de la zona de trabajo.
- Los desplazamientos de la máquina serán frontales, avanzando o retrocediendo, pero nunca lateralmente.
- Se prohíbe puentear el dispositivo hombre muerto, para evitar el avance descontrolado de la máquina.

Equipos de protección individual
— Casco de seguridad. — Guantes de protección. — Botas de seguridad. — Protectores auditivos. — Ropa de trabajo adecuada.

VIBRADOR ELÉCTRICO

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

PELIGRO IDENTIFICADO	ANÁLISIS DEL RIESGO				ANÁLISIS DEL RIESGO RESIDUAL*				% EFICACIA
	Probabilidad	Gravedad	Nivel de riesgo		Probabilidad	Gravedad	Nivel de riesgo		(Ri-Rf / Ri) x100
Caída de objetos manipulados: debido principalmente a la caída del propio vibrador.	3	3	9	II	1	1	1	I	89%
Golpes y cortes por objetos o herramientas: debido principalmente a golpes con la manguera.	5	3	15	III	1	3	3	I	80%
Proyección de fragmentos o partículas: debido principalmente al realizar el vibrado.	5	5	25	IV	3	1	3	I	88%
Exposición a contactos eléctricos: debido principalmente por falta de conexión a tierra de la manguera y conexiones estancas.	5	7	35	IV	1	5	5	II	86%
Exposición a vibraciones: debido principalmente al uso continuado de la máquina.	5	3	15	III	3	1	3	I	80%

* TRAS APLICAR LAS MEDIDAS PREVENTIVAS PROPUESTAS

MEDIDAS PREVENTIVAS

Organización y condiciones de trabajo

- El motor de la máquina, se situará en un lugar estable.
- Se vigilará el correcto estado del conductor de alimentación del vibrador, sustituyéndolo en cuanto presente síntomas de mal estado.
- No se deberá de dejar nunca el vibrador conectado.
- El uso de la máquina, no deberá de hacerse por medio del mismo operario durante periodos largos de tiempo.
- Las conexiones eléctricas serán realizadas mediante conductores estancos.

Equipos de protección individual
– Casco de seguridad. – Botas de protección. – Guantes de seguridad. – Gafas antiproyecciones. – Ropa de trabajo adecuada.

1.4.4.3. Protecciones colectivas

A continuación se evalúan los riesgos y se enumeran las medidas preventivas de las principales protecciones colectivas a emplear en la obra.

BARANDILLAS DE PROTECCIÓN

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

PELIGRO IDENTIFICADO	ANÁLISIS DEL RIESGO				ANÁLISIS DEL RIESGO RESIDUAL*				% EFICACIA
	Proba-bilidad	Grave-dad	Nivel de riesgo		Proba-bilidad	Grave-dad	Nivel de riesgo		(Ri-Rf / Ri) x100
Caídas de personas a distinto nivel: debido principalmente a las operaciones de montaje o desmontaje.	5	10	50	V	1	10	10	III	80%
Caída de objetos en manipulación: debido principalmente a las operaciones de montaje o desmontaje.	7	5	35	IV	3	3	9	I	74%
Caída de objetos desprendidos: debido principalmente a elementos que componen la barandilla al estar mal montados.	7	5	35	IV	3	3	9	I	74%
Golpes / cortes por objetos o herramientas: debido principalmente a las operaciones de montaje o desmontaje.	7	3	21	III	3	1	3	I	86%
Sobreesfuerzos: debido principalmente a sobrecarga o a movimientos repetitivos.	7	5	35	IV	3	1	3	I	91%

* TRAS APLICAR LAS MEDIDAS PREVENTIVAS PROPUESTAS

MEDIDAS PREVENTIVAS

Organización y condiciones de trabajo

- Las barandillas serán resistentes, tendrán una altura mínima de 90 cm y dispondrán de un reborde de protección, un pasamanos y una protección intermedia que impidan el paso o deslizamiento de los trabajadores.
- La estabilidad y solidez de los elementos de soporte y el buen estado de los medios de protección deberán verificarse previamente a su uso, posteriormente de forma periódica y cada vez que sus condiciones de seguridad puedan ser afectadas por una modificación, período de no utilización o cualquier otra circunstancia.
- El reborde de protección (rodapié) tendrá una altura mínima de 15 cm.
- Podrán utilizarse barandillas: con balaustres introducidos en conos o cazoletas embutidos en el hormigón de las losas de forjados, con pasamanos, protección intermedia y rodapié; montantes tipo sargento, cuya estructura aprieta el canto del forjado a proteger mediante mordaza con husillo graduable, con pasamanos, protección intermedia y rodapié; montantes formados por puntales colocados suelo – techo, con pasamanos, protección intermedia y

rodapié; con montantes fijados directamente al elemento estructural o bien, barandillas sin balaustres o montantes en los que los componentes de la barandilla (pasamanos, protección intermedia y rodapié) van recibidos a los muros.

- Se evitará que los elementos horizontales que forman la barandilla (pasamanos, protección intermedia y rodapié) queden empalmados en vanos, realizando ésta unión sobre los montantes.
- Debe tenerse en cuenta que la altura mínima de la barandilla (90 cm) debe referirse a la superficie o plataforma de trabajo en la que se encuentre el trabajador (forjado, andamios de borriquetas, etc.), por lo que será necesario aumentar o complementar la altura de la barandilla cuando se realicen trabajos sobre plataformas elevadas junto a huecos protegidos mediante barandillas colocadas a un nivel inferior.
- Para realizar el montaje de las barandillas en huecos que no posean hasta la finalización del montaje otro sistema de protección colectiva para evitar caídas de personas a distinto nivel, los trabajadores emplearán equipos de protección individual con sistema anticaídas.
- Cuando para realizar el trabajo, y de forma puntual, sea necesario retirar la barandilla de protección los trabajadores emplearán equipos de protección individual con sistema anticaídas, no pudiendo retirar las barandillas hasta que no se hayan asegurado. Una vez finalizados los trabajos los trabajadores deberán colocar nuevamente la barandilla de protección y sólo entonces podrán prescindir del sistema anticaídas.

Equipos de protección individual
— Casco de seguridad.
— Guantes de protección.
— Botas de seguridad.
— Sistema anticaídas.

1.5. SERVICIO DE PREVENCIÓN

El empresario deberá nombrar un Servicio de Prevención dando cumplimiento a lo señalado en el artículo 30 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, que determina en su Párrafo 1 como obligación del empresario la designación de uno o varios trabajadores para ocuparse de las tareas de prevención de riesgos profesionales o, en su caso, constituir un Servicio de Prevención específico dentro de la empresa, o concretar dicho Servicio a una Entidad especializada, ajena a la misma.

Se entenderá como Servicio de Prevención el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo para ello al empresario, a los trabajadores y a sus representantes y a los órganos de representación especializados. Para el ejercicio de sus funciones, el empresario deberá facilitar a dicho servicio el acceso a la información y documentación a que se refiere el apartado tres del citado artículo 30 de dicha Ley.

Las funciones serán las indicadas en el artículo 30, 31 y 32:

g) El diseño, aplicación y coordinación de los planes y programas de actuación preventiva.
h) La evaluación de los factores de los Planes y programas de actuación preventiva.
i) La evaluación de los factores de riesgo que pueden afectar a la seguridad y la salud de los trabajadores en los términos previstos en el artículo 16 de dicha Ley.
j) La determinación de las prioridades en la adopción de las medidas preventivas adecuadas y la vigilancia de su eficacia.
k) La información y formación de los trabajadores.
l) La prestación de los primeros auxilios y planes de emergencia.
m) La vigilancia de la salud de los trabajadores en relación con los riesgos derivados del trabajo.

Será persona idónea para ello cualquier trabajador que acredite haber seguido con aprovechamiento algún curso sobre la materia y en su defecto, el trabajador más preparado, a juicio de la Dirección Técnica de la obra, en estas cuestiones.

1.5.1. Servicio técnico de prevención

El Contratista deberá disponer de asesoramiento Técnico en Seguridad y Salud, así como de medios y programas de vigilancia y control en la materia, siendo éste un Servicio de Prevención Propio o Ajeno.

1.5.2. Delegado de prevención

La designación del Delegado de Prevención se efectuará de acuerdo con el Art. 35 y Disposición Adicional 4ª de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.

1.5.3. Vigilante de prevención

Cada empresa interviniente en las obras, designará a un trabajador, conforme al Art. 30 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, de acuerdo con las funciones en la misma establecidas.

1.5.4. Comité de seguridad y salud

Se constituirá el Comité de Seguridad y Salud cuando el número de trabajadores sea superior a 50, de acuerdo a la Ley 31/1995, o en su caso lo que disponga el Convenio Colectivo Provincial, reuniéndose al menos trimestralmente.

Las obligaciones y normas de actuación del Comité son las que se señalan en la Ley 31/95 en sus Artículos 38 y 39, o en su caso, lo que disponga el Convenio Colectivo Provincial.

Estará formado por el Delegado de Prevención de una parte, y por el representante del Empresario. En las reuniones deberán participar con voz pero sin voto los Delegados sindicales y los Responsables Técnicos de Prevención de la empresa constructora.

Las funciones de este Comité serán las reglamentariamente estipuladas en la Ley 31/95 en su artículo 38 y con arreglo a esta obra se hace específica incidencia en las siguientes:

- Reunión obligatoria; al menos una vez cada tres meses.
- Se encargará del control y vigilancia de las Normas de Seguridad e Higiene estipuladas con arreglo al presente Plan.
- Dispondrá de los medios y la formación en materia preventiva para el ejercicio de sus funciones
- Caso de producirse un accidente en la obra; estudiará sus causas notificándolo a la Empresa.

Respecto al Delegado de Prevención se establece lo siguiente:

- Será el miembro del Comité de Seguridad que, si es delegado por el mismo, vigile de forma permanente el cumplimiento de las medidas de seguridad tomadas en la obra.

- Informará al Comité de las anomalías observadas; y será la persona encargada de hacer cumplir la Normativa de Seguridad estipulada en las obras siempre y cuando cuente con facultades apropiadas.
- Dispondrá de los medios y de la formación en materia preventiva para el ejercicio de sus funciones y le será de aplicación lo dispuesto en el apartado 2º del Artº 65 del Estatuto de los Trabajadores.

1.5.5. Servicios sanitarios comunes

- Abastecimiento de agua: La empresa facilitará a su personal, en los lugares de trabajo, agua potable.

- Saneamiento: La empresa facilitará un adecuado sistema de evacuación de aguas residuales producidas en la obra.

- Alumbrado: La empresa facilitará una instalación de alumbrado suficiente para garantizar la iluminación de las casetas provisionales, además de las zonas de trabajo, en caso de trabajar sin luz natural.

1.5.6. Instalaciones de higiene provisionales

Vestuarios y aseos:

La empresa dispondrá en el centro de trabajo de cuartos de vestuarios y aseos para uso personal. La superficie de los vestuarios será de 2 m^2 por cada trabajador y tendrá una altura mínima de 2,3 m.

Estarán provistos de asientos y de armarios metálicos o de madera, individuales para que los trabajadores puedan cambiarse y dejar además sus efectos personales, estarán provistos de llave, una de las cuales se entregará al trabajador y otra se quedará en la oficina para casos de emergencia.

A estos locales estarán acopladas las salas de aseos que dispondrán de las siguientes dotaciones:

Grifos:

El número de grifos será, por lo menos, de uno para cada diez usuarios. La empresa los dotará de toallas individuales o secadores de aire caliente, toalleros automáticos o toallas de papel, con recipientes.

Retretes:

El número de retretes será de uno por cada 25 usuarios. Estarán equipados completamente y suficientemente ventilados. Las dimensiones mínimas de cabinas de 1 x 1,20 x 2,3 m. de altura. Habrá una percha por cabina.

Cuando los retretes comuniquen con los lugares de trabajo estarán completamente cerrados y tendrán ventilación al exterior, natural o forzada. Si comunican con cuartos de aseo o pasillos que tengan ventilación al exterior se podrá suprimir el techo de las cabinas. No tendrán comunicación directa con comedores, cocinas, dormitorios o cuartos vestuarios.

Las puertas y ventanas impedirán totalmente la visibilidad desde el exterior y estarán provistas de cierre interior.

Los inodoros y urinarios se instalarán y conservarán en las debidas condiciones de desinfección, desodorización y supresión de emanaciones. Se limpiarán directamente con agua y desinfectantes, antisépticos y desodorantes y, semanalmente con aguas fuertes o similares.

Se cuidará que las aguas residuales se alejen de las fuentes de suministro de agua de consumo. Las aguas residuales se acometerán directamente a la red de alcantarillado existente en la zona.

Duchas:

El número de duchas será de una ducha por cada 10 trabajadores y será de agua fría y caliente. Existirá una percha por cabina.

Los suelos, paredes y techos de estas dependencias serán lisos e impermeables y con materiales que permitan el lavado con líquidos desinfectantes o antisépticos con la frecuencia necesaria.

Las duchas estarán aisladas, cerradas en compartimentos individuales, con puertas dotadas de cierre interior.

Estarán perfectamente situadas en los cuartos de vestuarios y de aseo o en locales próximos a ellos. Cuando las duchas no comuniquen con cuartos vestuarios y de aseo individuales, se instalarán colgaduras para la ropa mientras los trabajadores se duchan.

Botiquines:

En el centro de trabajo se dispondrá de un botiquín con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente, y estará a cargo de él una persona capacitada designada por la empresa.

Cada botiquín contendrá como mínimo:

- 1 Frasco de agua oxigenada.
- 1 Frasco de alcohol de 96º.
- 1 Frasco de tintura de iodo.
- 1 Frasco de mercurocromo.
- 1 Frasco de amoniaco.
- 1 Caja de gasa estéril.
- 1 Caja de algodón.
- 1 Rollo de esparadrapo.
- Vendas.
- 1 Torniquete.
- 1 Bolsa para agua o hielo.
- 1 Bolsa se guantes esterilizados.
- Antiespasmódicos.
- Analgésicos.
- Tónico cardiacos de urgencia.
- Jeringuillas desechables.

Dotaciones mínimas:

Teniendo en cuenta el número de trabajadores de la obra, las dotaciones mínimas serán las siguientes:

- Vestuarios y aseos: 2.00 m², por cada trabajador.
- Nº de taquillas: 1 por trabajador.
- Nº de duchas: 1 por cada 10 trabajadores.
- Nº de retretes: 1 por cada 25 trabajadores.
- Nº de grifos: 1 por cada 10 trabajadores.

Las casetas serán de módulos prefabricados, instaladas en el exterior a cota 0,00. Se acondicionará el firme y se vallará. En la parte exterior al vallado de la parcela se realizará al parking de coches del personal.

1.5.7. Servicio médico

La empresa constructora dispondrá de un Servicio Médico de empresa propio o mancomunado.

1.5.8. Reconocimiento médico

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra deberá pasar un reconocimiento médico previo al trabajo que será repetido en el período máximo de un año, si el Servicio Médico no indica un menor tiempo. Este reconocimiento se podrá llevar a cabo siempre que el trabajador preste su consentimiento, según el artículo 22 de la Ley de Prevención de riesgos Laborales. En él se hará constar la aptitud para el desarrollo del trabajo que va a realizar.

El empresario garantizará a los trabajadores a su servicio, la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo.

Para este tipo de obra, y en general para todos los trabajadores expuestos a los riesgos referidos en este Estudio, es imprescindible el reconocimiento médico, para verificar si el estado de salud del trabajador puede constituir un peligro para él mismo, para los demás o para otras personas relacionadas con la empresa.

Se realizarán reconocimientos o pruebas que causen las menores molestias al trabajador y que sean proporcionales al riesgo.

Los reconocimientos para los trabajadores de la empresa, se realizarán por personal sanitario. Referentes al personal de la Subcontrata que desarrolle sus trabajos en la obra, también cumplirán con la entrega de los reconocimientos médicos a la empresa contratista, como empresa solidaria y principal.

Igualmente todo el personal se someterá a las campañas de vacunación que fijen los Servicios Médicos.

1.5.9. Enfermedades profesionales

Las posibles enfermedades profesionales que puedan originarse en los trabajadores de esta obra son las normales que trata la Medicina del Trabajo y las prevenciones de la Higiene Industrial.

Los médicos de empresa ejercerán la dirección y el control de las enfermedades profesionales, de acuerdo con sus competencias, en los términos que consideren adecuados, tanto en las decisiones de utilización de medios preventivos como sobre la observación médica del os trabajadores.

Las causas de riesgos posibles son: ambiente típico de obra en la intemperie, polvo de los distintos materiales trabajados en la obra, ruidos, vibraciones, contaminantes como el derivado de la soldadura y acciones de pastas de obra sobre la piel, especialmente de las manos.

Para la prevención de estos riesgos profesionales, se prevé en este Estudio, como medios ordinarios, la utilización de:

- Gafas antipolvo.
- Mascarillas de respiración antipolvo.
- Filtros diversos de mascarillas.
- Protectores auditivos.
- Impermeables y botas.
- Guantes contra dermatitis.

1.5.10. Primeros auxilios

1.5.10.1. Acciones a seguir

El accidente laboral significa un fracaso de la prevención de riesgos por multitud de causas, entre las que destacan las de difícil o nulo control.

Por ello, es posible que pese a todo el esfuerzo desarrollado y nuestra intención preventiva, se produzca algún fracaso.

El Contratista adjudicatario queda obligado a recoger dentro de su Plan de Seguridad y Salud los siguientes principios de socorro:

- El accidentado es lo primero. Se le atenderá de inmediato con el fin de evitar el agravamiento o progresión de las lesiones.

- En caso de caída desde altura o a distinto nivel y en el caso de accidente eléctrico, se supondrá siempre, que pueden existir lesiones graves, en consecuencia, se extremarán las precauciones de atención primaria en la obra, aplicando las técnicas especiales para la inmovilización del accidentado hasta la llegada de la ambulancia y de reanimación en el caso de accidente eléctrico.
- En caso de gravedad manifiesta, se evacuará al herido en camilla y ambulancia; se evitarán en lo posible según el buen criterio de las personas que atiendan primariamente al accidentado, la utilización de los transportes particulares, por lo que implican de riesgo e incomodidad para el accidentado.
- El Contratista adjudicatario comunicará, a través del "plan de seguridad y Salud" que componga, la infraestructura sanitaria propia, mancomunada o contratada con la que cuenta, para garantizar la atención correcta a los accidentados y su más cómoda y segura evacuación de esta obra.
- El Contratista adjudicatario comunicará, a través del "plan de seguridad y Salud" que componga, el nombre y dirección del centro asistencial más próximo, previsto para la asistencia sanitaria de los accidentados, según sea su organización. El nombre y dirección del centro asistencial, que se suministra en este estudio de seguridad y Salud, debe entenderse como provisional. Podrá ser cambiado por el Contratista adjudicatario.
- El Contratista adjudicatario, queda obligado a instalar una serie de rótulos con caracteres visibles a 2 m de distancia, en el que se suministre a los trabajadores y resto de personas participantes en la obra, la información necesaria para conocer el centro asistencial, su dirección, teléfonos de contacto, etc.
- El Contratista adjudicatario instalará el rótulo precedente de forma obligatoria en los siguientes lugares de la obra: acceso a la obra en sí; en la oficina de obra; en el vestuario aseo del personal; en el comedor y en tamaño hoja DIN A4, en el interior de cada maletín botiquín de primeros auxilios. Esta obligatoriedad se considera una condición fundamental para lograr la eficacia de la asistencia sanitaria en caso de accidente laboral.

1.5.10.2. Botiquín instalado en obra

Se dispondrá de un botiquín conteniendo como mínimo: agua oxigenada, alcohol de 96º, tintura de yodo, mercurocromo, amoníaco, gasa estéril, algodón, vendas, esparadrapos, antiespasmódicos, analgésicos y tónicos cardiacos de urgencia, torniquete, bolas de goma para agua o hielo, guantes esterilizados, jeringuilla, agujas inyectables desechables y termómetro clínico.

Se revisará al menos mensualmente y se repondrá inmediatamente lo utilizado.

Se dispondrán botiquines de mano, conteniendo el material que disponga el Servicio Médico en los distintos tajos.

1.5.10.3. Comunicaciones inmediatas en caso de accidente laboral

El Contratista adjudicatario queda obligado a realizar las acciones y comunicaciones que se detallan a continuación, que se consideran acciones clave para un mejor análisis de la prevención decidida y su eficacia, y se incluirán en su Plan de Seguridad y Salud:

Accidentes de tipo leve:

- Al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra: de todos y de cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas.
- A la Dirección Facultativa de la obra: de todos y de cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas.
- A la Autoridad Laboral: en las formas que establece la legislación vigente en materia de accidentes laborales.

Accidentes de tipo grave:

- Al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra: de todos y de cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas.
- A la Dirección Facultativa de la obra: de forma inmediata, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas.
- A la Autoridad Laboral: en las formas que establece la legislación vigente en materia de accidentes laborales.

Accidentes mortales:

- Al juzgado de guardia: para que pueda procederse al levantamiento del cadáver y a las investigaciones judiciales.
- Al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra: de todos y de cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas.
- A la Dirección Facultativa de la obra: de forma inmediata, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas.
- A la Autoridad Laboral: en las formas que establece la legislación vigente en materia de accidentes laborales.

1.5.10.4. Actuaciones administrativas en caso de accidente laboral

Con el fin de informar a la obra de sus obligaciones administrativas en caso de accidente laboral, el Contratista adjudicatario queda obligado a recoger en su Plan de Seguridad y Salud, una lista de las actuaciones administrativas a las que está legalmente obligado.

1.5.11. Formación e información al trabajador

En cumplimiento del deber de protección, el empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva, centrada específicamente en el puesto de trabajo o función de cada trabajador, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 19 de la ley de prevención de riesgos laborales.

Todo el personal debe recibir, al ingresar en la obra, una exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que estos pudieran entrañar, juntamente con las medidas de seguridad que deberá emplear.

Se impartirá formación en materia de seguridad y salud en el trabajo, al personal de la obra, haciendo una exposición de los métodos de trabajo, los riesgos que pueden entrañar y las medidas de seguridad que se deberán emplear. Se fijará con el Comité de Seguridad la necesidad y frecuencia de estas enseñanzas.

Antes del comienzo de cada capítulo se le entregará una copia del apartado de este Plan de Seguridad referido a su tajo a cada subcontratista, quedando éste en el compromiso de informar a todo su personal de los riesgos, normas preventivas y protecciones personales a tener en cuenta. Otra copia de cada fase de obra se colocará en el “Cartel de seguridad”, de la obra, a la vista de todos los operarios. En éste se indicarán las direcciones de Urgencias, Bomberos, Policía, I.N.S.H.T., Inspección Provisional, etc. Además del recorrido al Centro Hospitalario, y todas las actas de reunión del Comité de Seguridad, así como los distintos nombramientos, amonestaciones, etc.

Eligiendo al personal más cualificado se impartirán cursillos de socorrismo y primeros auxilios de forma que todos los tajos dispongan de algún socorrista. Estos cursos serán independientes de los comités de Seguridad e Higiene que se celebren.

Se completará la formación con películas y charlas por actividades específicas.

El Jefe de Obra programará, junto con el Servicio Técnico de Seguridad y Servicios Médicos, los cursos que se deban impartir tanto en fechas como en duración.

Una vez fijadas las fechas, la Dirección de la Obra tomará las medidas oportunas para facilitar la asistencia de los trabajadores.

La formación se impartirá en horas de trabajo, estando previsto un tiempo para dicha formación en el presupuesto.

1.6. ORGANIZACIÓN, PLANIFICACIÓN Y CONTROL PREVENTIVO

De acuerdo con la Ley 31/1995 “Prevención de Riesgos Laborales”, del R.D. 39/1997 “Reglamento de Servicios de Prevención”, y del R.D. 1627/1997 “Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción”, todas las empresas de construcción están obligadas por ley a Planificar, Organizar y Controlar, a fin de ejecutar las actividades y medidas necesarias para evitar y disminuir los riesgos propios del trabajo a realizar.

El contrato de construcción puede establecer diversas fases para la ejecución de obra. Sin embargo, partiendo de la situación más normal, y es la realización de la obra por un constructor principal que asume la responsabilidad y la realiza sobre una continuidad de calendario, será éste el encargado de planificar, organizar y controlar la seguridad preventiva marcando las directrices generales, en el Plan de Seguridad y Salud a redactar.

1.6.1. Planificación preventiva

Partiendo de este hecho, y de acuerdo al plazo de ejecución, deberá hacerse la planificación preventiva a fin de prever en función de las unidades de obra a ejecutar, de su tiempo, ritmo, determinar que medios de protección colectiva individuales a utilizar, determinando su número y cantidad necesaria y momento de su instalación, con el fin de poder organizar y controlar la actuación preventiva.

Esta planificación se realizará, partiendo de las siguientes fases, actuaciones y principios:

Fase preliminar:

Conociendo la fecha de comienzo determinada, se iniciará el proceso de planificación y organización con:

- Designación del equipo preventivo, adaptando el equipo técnico a la obra.
- Estudio y planificación de la obra a ejecutar, apoyado por el técnico en planificación y comprobación.
- Servicio de Prevención.
- Confección del Plan de seguridad, realizado por el servicio de prevención de la empresa.
- Nombramiento del coordinador en materia de seguridad durante la ejecución.
- Aprobación del Plan de seguridad y salud, por parte del coordinador.
- Apertura del centro de trabajo: comunicación de apertura del centro y presentación del plan a la autoridad laboral, y adquisición del Libro de incidencias (facilitado por el colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el plan de seguridad y salud).
- Contratación del personal de obra: precisa que dicho personal pase los correspondientes reconocimientos médicos.

Planificación preventiva para comienzo de obra y cualquier actividad

- Entrega y cumplimiento de las normas de seguridad.
- Revisión del plan de seguridad y salud.
- Cerramiento de obra.
- Instalaciones de higiene y bienestar.
- Servicios afectados.
- Implantación de obra: Accesos, circulación de obra, instalaciones acometidas fijas, zona de acopios.
- Recepción de medios auxiliares, maquinaría, equipos de protección (colectiva y/o personal), etc.

Planificación preventiva sobre la realización de la obra, sobre:

- Emplazamiento de la maquinaria de excavación
- Emplazamiento y coordinación de los camiones de carga de tierra de la excavación.
- Emplazamiento y coordinación del movimiento de los camiones cuba para el vertido del hormigón en cimentación.
- Emplazamiento y coordinación de los camiones grúa para la descarga y acopio de elementos estructurales.

- Emplazamiento y coordinación de los camiones autogrúa para el montaje de los elementos estructurales.
- Apuntalamiento provisional de las estructuras.
- Ensamblaje o unión de los distintos elementos de estructura o cierre.
- Instalación eléctrica provisional de la obra.

Planificación preventiva sobre el cierre del centro de trabajo:

- Desmontaje de elementos auxiliares.
- Desmontaje de valla y complementos.

La unión de todas estas fases siguiendo paso a paso lo descrito en este Estudio, nos marcará un camino crítico de actuación y un recordatorio de lo que tenemos que hacer en cada momento del proceso constructivo. Cuando dos o más actividades de obra coinciden, los riesgos potenciales que se generan son distintos, se agravan por coincidir vertical y temporalmente, alcanzando valores superiores a la suma de los riesgos de las fases coincidentes.

Como elemento complementario y de máxima utilidad, este proceso ha de llevar implícito no solo las fechas en las que debemos ejecutar la unidades sino también actuaciones, medios auxiliares, maquinaría, protecciones, y demás programas o actuaciones preventivas (medicina preventiva, información y formación, normas de comportamiento, control técnico y supervisión del plan, programas de reuniones, etc.).

Por lo expuesto, se establecen los siguientes criterios, para que sean desarrollados por el Plan de Seguridad y Salud:

- El Contratista adjudicatario suministrará en su Plan de Seguridad y Salud, las fechas en las que se impartirán los cursos de formación en la prevención de riesgos laborales, respetando los criterios que al respecto suministra este estudio de seguridad y Salud, en sus apartados de "normas de obligado cumplimiento".
- El Plan de Seguridad recogerá la obligación de comunicar a tiempo a los trabajadores, las normas de obligado cumplimiento y la obligación de firmar al margen del original del citado documento, el oportuno "recibí". Con esta acción se cumplen dos objetivos importantes: formar de manera inmediata y dejar constancia documental de que se ha efectuado esa formación.

1.6.2. Organización preventiva

Aunque dentro de una empresa constructora la organización de un departamento o servicio de seguridad está relacionado con la propia estructura de la empresa, no obstante, para esta obra, el Contratista esta obligado a incluir en el Plan de Seguridad y Salud la identificación y dirección de su estructura preventiva, así como poner en conocimiento de la Dirección Facultativa de la obra los documentos de nombramiento de la trama humana de la obra:

Organización humana:

Aunque dentro de la obra todas las personas formarán parte de la organización preventiva, ya que están obligados a colaborar, informar y formarse, se establece:

- Comité Central: formado por el Promotor y el presidente (secretario general y director general) de la Constructora principal, que emitirá las consignas generales de seguridad para toda la obra, asesorados por el Servicio de Prevención y Coordinador de seguridad.
- Servicios de Prevención propio o ajeno, según lo dispuesto en el cap. 5 de la Ley 31/1995.
- Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, según lo dispuesto en el art. 3 del R.D. 1627/1997
- Delegado o representante de los trabajadores, que junto con los Servicios de Prevención, Coordinador y Delegado de la empresa transformarán esas consignas en generales del centro de trabajo.
- Encargado de seguridad, que junto con el Coordinador y en estrecha colaboración con los Servicios de Prevención y Delegados las transformarán en unas específicas y en unos métodos generales de ejecución y puesta en marcha en la obra o centro de trabajo, y transmitirán a los obreros la información y métodos específicos de actuación.
- Cuadrilla de seguridad: que estará formada por un oficial de primera y peones necesarios, que será formada en las normas de seguridad, para garantizar, dentro de lo humanamente posible, que realicen su trabajo sin accidentes.

Organización material:

- Oficina administrativa: o sede central de la empresa constructora.
- Oficina técnica: o sede de los servicios técnicos dentro del centro de trabajo o próximos a él.
- Almacén de medios de protección de Seguridad y Salud:
- Otros almacenes: medios auxiliares, parque de maquinaría (propia o alquilada).

- La organización de los medios materiales, se expresarán en el plano correspondiente, disponiendo los emplazamientos de las instalaciones fijas así como la ordenación de movimientos generales tanto dentro como en el entorno de la obra.

Participación de los subcontratistas:

Las empresas participantes, subcontratistas, trabajadores autónomos, se someterán a las ordenes del Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, y del Encargado general de Seguridad, nombrando a Encargados de seguridad de zona (subcontratas, trabajadores autónomos).

La organización de aportación de normas generales de prevención, implantación y aportación de medios auxiliares (grúa, energía, maquinaría), suministro de medios de protección colectiva, serán por cuenta del constructor general. Los medios de protección personal serán suministrado al trabajador por su propio empresa, principal o subcontrata.

1.6.3. Control preventivo

De acuerdo con el Real Decreto 1627/1997, y debido a que durante la ejecución de la obra intervendrán, seguramente, más de una empresa subcontratada, el Promotor estará obligado a designar un Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución, que será el encargado de realizar el control del nivel de seguridad y salud en la obra.

El sistema será definido y puesto en marcha por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución, así como del Servicio de Prevención auxiliados por el Encargado de seguridad, basados en una vigilancia continua en los ámbitos que se citan a continuación:

- Visitas e informes regulares de todos los lugares de trabajo.
- Indices de frecuencia y gravedad.
- Contratos con subcontratistas.
- Instrucciones y órdenes de seguridad.
- Verificación de los medios de protección y maquinaría.
- Autocontrol.
- Paralización de tajos por falta de medios de prevención.
- Orden y limpieza.

Para la medición, análisis o ensayos de estos controles, se pueden utilizar los métodos o criterios recogidos en:

- Normas UNE.
- Guías del I.N.S.H.T, del I.N. de Silicosis, del M. S. y C., así como de Instituciones competentes de las Comunidades Autónomas.
- Normas Internacionales.
- Guías de otras entidades de reconocido prestigio; Mutuas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades (ejem. GUIA FREMAP).

Las inspecciones que se programarán, de acuerdo con lo estipulado en este Estudio, son las siguientes:

- Inspección de las Instalaciones del personal.
- Inspección de Herramientas y máquinas.
- Inspección de Normas de seguridad.
- Inspección de Equipos de protección personal.
- Inspección de Protecciones colectivas.
- Inspección de las Vías de circulación.
- Inspección de los Equipos de transporte.
- Inspección de la Higiene en el trabajo.
- Inspección de la Instalación eléctrica.
- Sistema decidido para el control del nivel de seguridad y salud de la obra.

a) El Plan de Seguridad y Salud es el documento que deberá recogerlo exactamente, según las condiciones contenidas en este Estudio de Seguridad.
b) El sistema elegido, es el de "listas de seguimiento y control" para ser cumplimentadas por los medios del Contratista adjudicatario.
c) La protección colectiva y su puesta en obra se controlará mediante la ejecución del plan de obra previsto y las listas de seguimiento y control mencionadas en el punto anterior.
d) El control de entrega de equipos de protección individual se realizará: mediante la firma del trabajador que los recibe, en un parte de almacén que se define en el pliego de condiciones técnicas y particulares, y mediante la conservación en acopio, de los equipos de protección individual utilizados, ya inservibles, hasta que la Dirección Facultativa de Seguridad y Salud pueda medir las cantidades desechadas.

El Contratista adjudicatario suministrará en su Plan de Seguridad y Salud, el cronograma de cumplimentación de las listas de control del nivel de seguridad de la obra. La forma de presentación preferida, es la de un gráfico coherente con el que muestra el plan de ejecución de la obra suministrado en este Proyecto.

Control de entrega de los equipos de protección individual:

Con el fin de respetar al máximo la libertad empresarial y su propia organización de los trabajos, se admitirán previo análisis de operatividad, las listas de control que componga o tenga en uso común el Contratista adjudicatario. El contenido de las listas de control será coherente con la ejecución material de las protecciones colectivas y con la entrega y uso de los equipos de protección individual.

El Contratista adjudicatario, incluirá en su Plan de Seguridad y Salud el modelo del "parte de entrega de equipos de protección individual" que tenga por costumbre utilizar en sus obras. Si no lo posee deberá componerlo y presentarlo a la aprobación del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra. Contendrá como mínimo los siguientes datos:

a) Número del parte.
b) Identificación del Contratista principal.
c) Empresa afectada por el control, sea principal, subcontratista o autónomo.
d) Nombre del trabajador que recibe los equipos de protección individual.
e) Oficio o empleo que desempeña.
f) Categoría profesional.
g) Listado de los equipos de protección individual que recibe el trabajador.
h) Firma del trabajador que recibe el equipo de protección individual.
i) Firma y sello de la empresa principal.

Estos partes estarán confeccionados por duplicado. El original de ellos, quedará archivado en obra, la copia se entregará al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Control del uso de maquinaria y de las máquinas herramienta:

Está demostrado por la experiencia que muchos de los accidentes de las obras ocurren entre otras causas, por el voluntarismo mal entendido, la falta de experiencia o de formación ocupacional y la impericia. Para evitar en lo posible estas situaciones, se implanta en esta obra la obligación real de estar autorizado a utilizar una máquina o una determinada máquina herramienta.

El Contratista adjudicatario queda obligado a componer, según su estilo, el siguiente documento, recogerlo en su Plan de Seguridad y ponerlo en práctica:

DOCUMENTO DE AUTORIZACIÓN DE UTILIZACIÓN DE LAS MÁQUINAS Y DE LAS MÁQUINAS HERRAMIENTA.
Fecha: Nombre del interesado que queda autorizado: Se le autoriza el uso de las siguientes máquinas por estar capacitado para ello: Lista de máquinas que puede usar: Firmas: El interesado. El jefe de obra. Sello de constructor adjudicatario.

Estos documentos se firmarán por triplicado. El original quedará archivado en la oficina de la obra. La copia, se entregará firmada y sellada en original al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra; la tercera copia, se entregará firmada y sellada en original al interesado.

MADRID, NOVIEMBRE DE 2025
EL INGENIERO DE CAMINOS

Fdo: Luis F. Plaza Beltrán
Colegiado 12.830

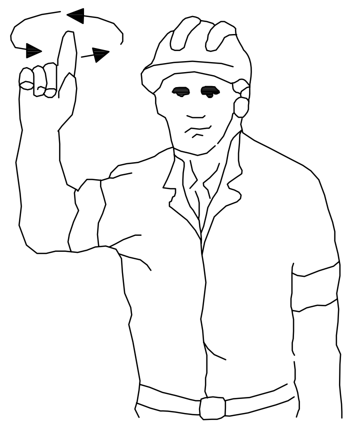
2. PLANOS

CODIGO DE SEÑALES DE MANIOBRAS

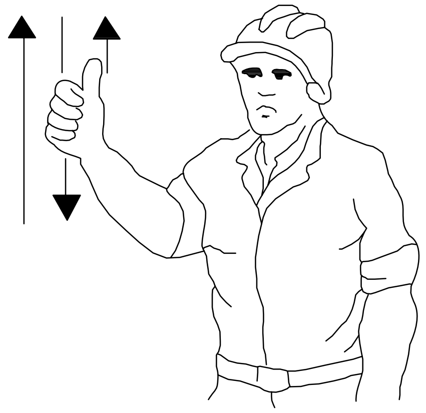
Si se quiere que no haya confesiones peligrosas cuando el maquinista o enganchador cambien de una máquina a otra y con mayor razón de un taller a otro, es necesario que todo el mundo hable el mismo idioma y mande con las mismas señales.

Nada mejor para ello que seguir los monimientos que para cada operación se insertan a continuación.

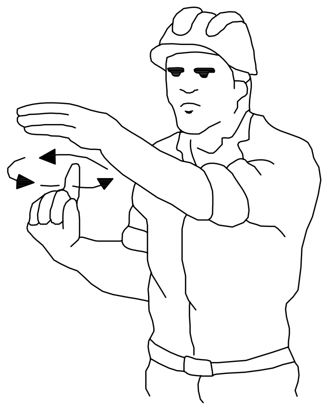
1 Levantar la carga



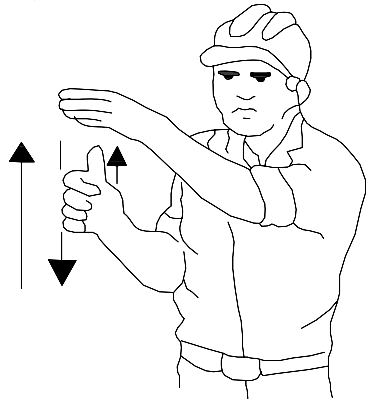
2 Levantar el aguilón o pluma



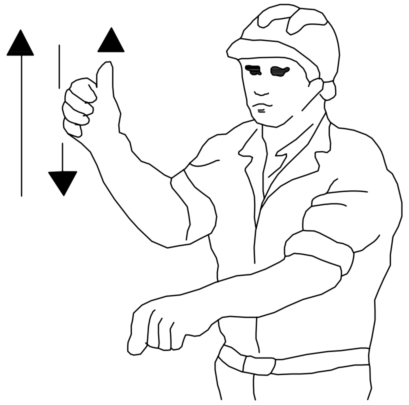
3 Levantar la carga lentamente



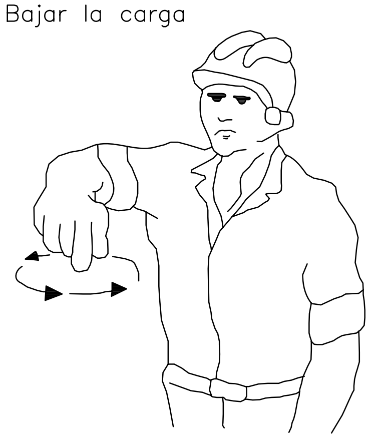
4 Levantar el aguilón o pluma lentamente



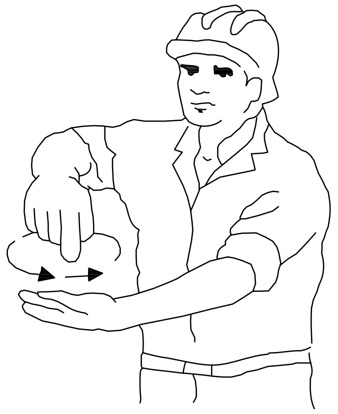
5 Levantar lel aguilón o pluma y bajar la carga



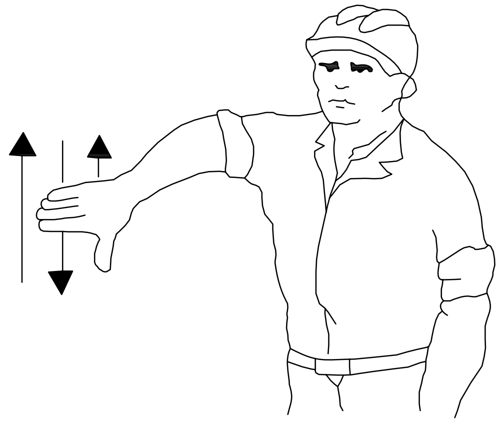
6 Bajar la carga



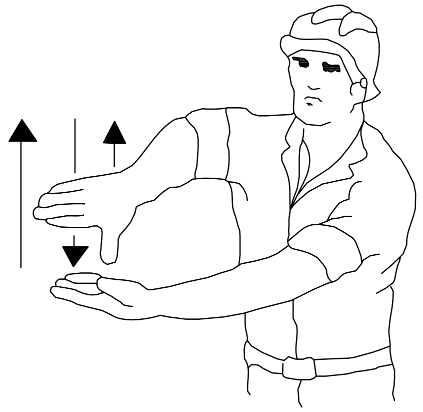
7 Bajar la carga lentamente



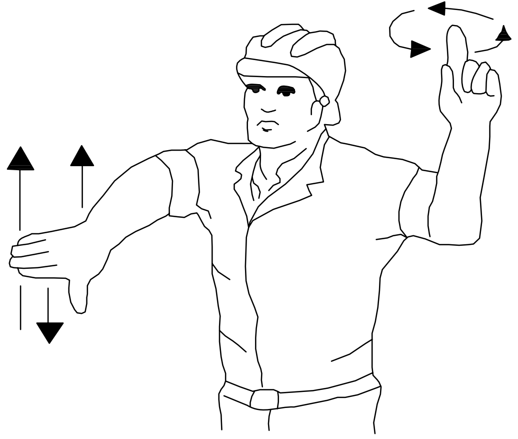
8 Bajar el aguilón o pluma



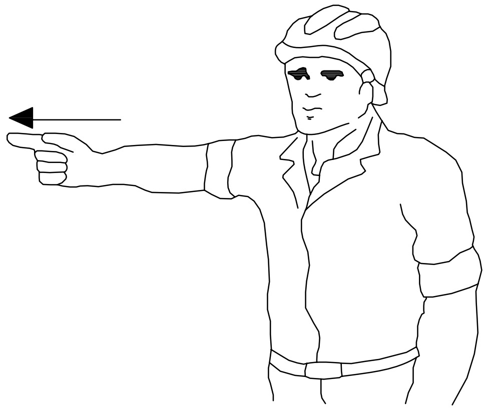
9 Bajar el aguilón o pluma lentamente



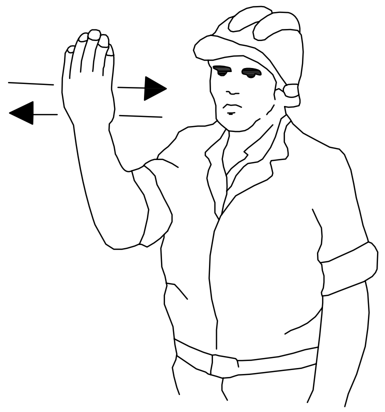
10 Bajar el aguilón o pluma y levantar carga



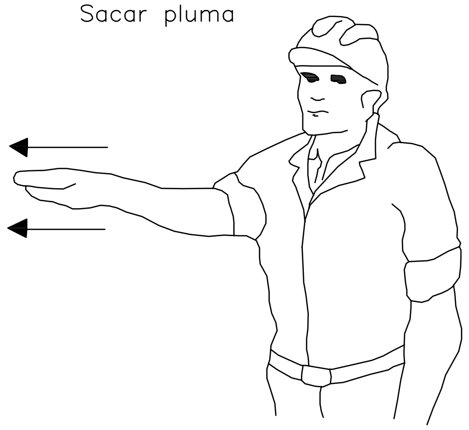
11 Girar el aguilón en la dirección indicada por el dedo



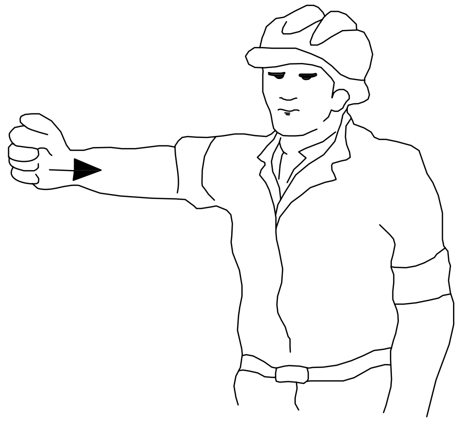
12 Avanzar en la dirección indicada por el señalista



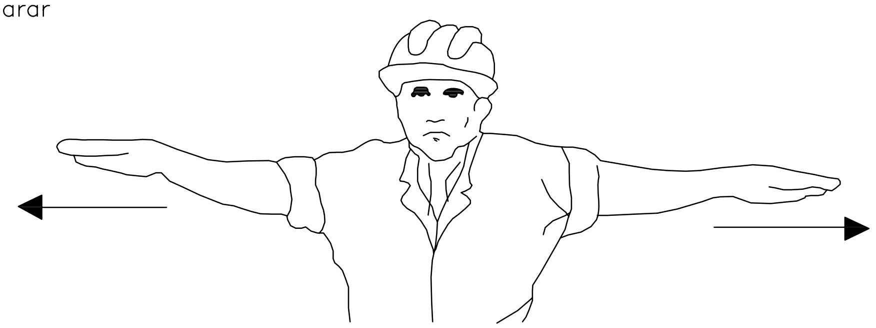
13 Sacar pluma

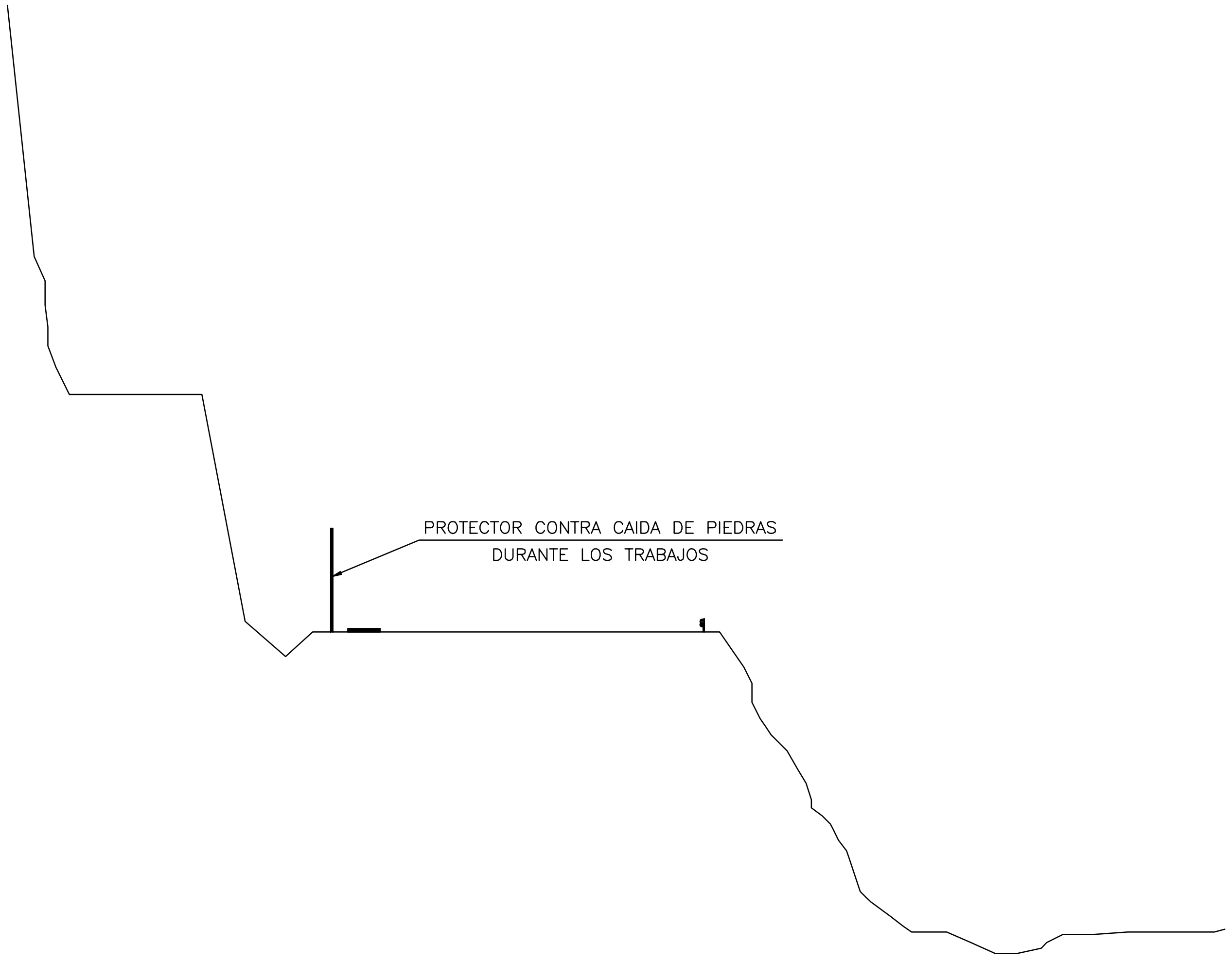


14 Meter pluma

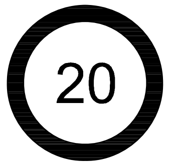


15 Parar

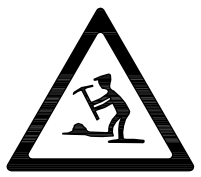



PROTECTOR CONTRA CAIDA DE PIEDRAS
DURANTE LOS TRABAJOS

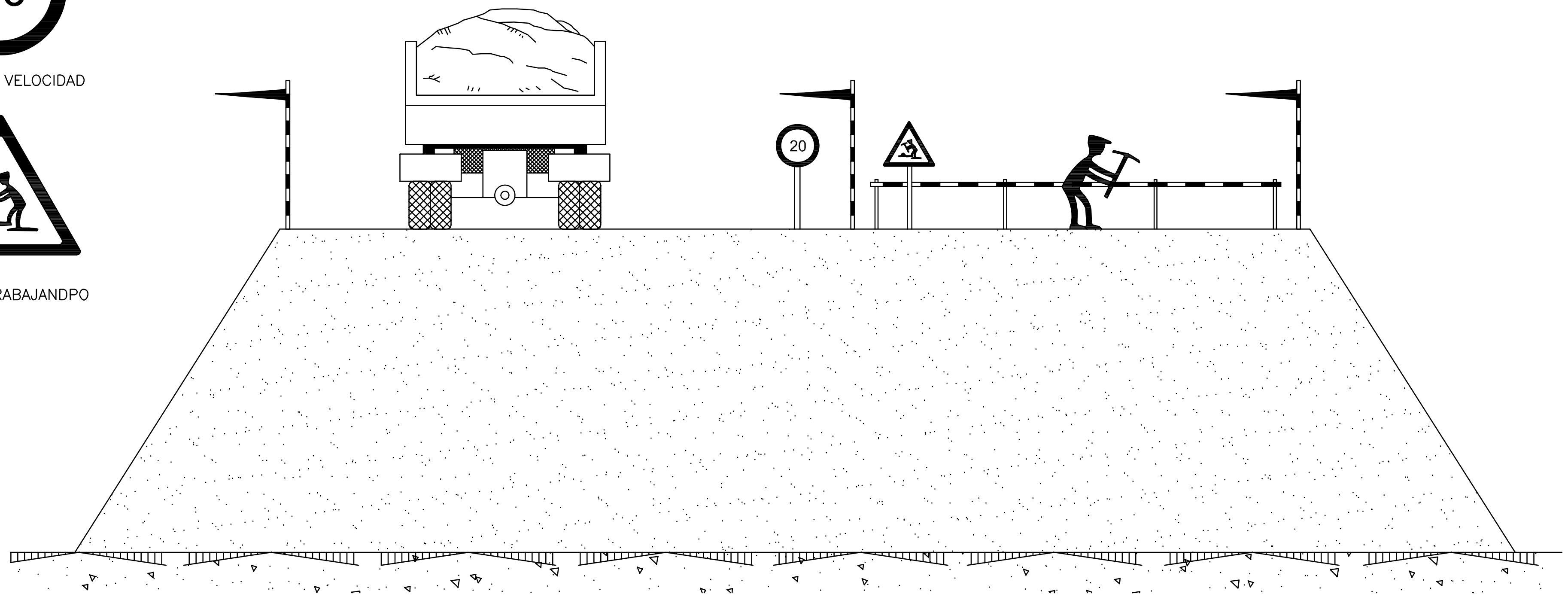
EJECUCION DE TERRAPLENES Y AFIRMADOS

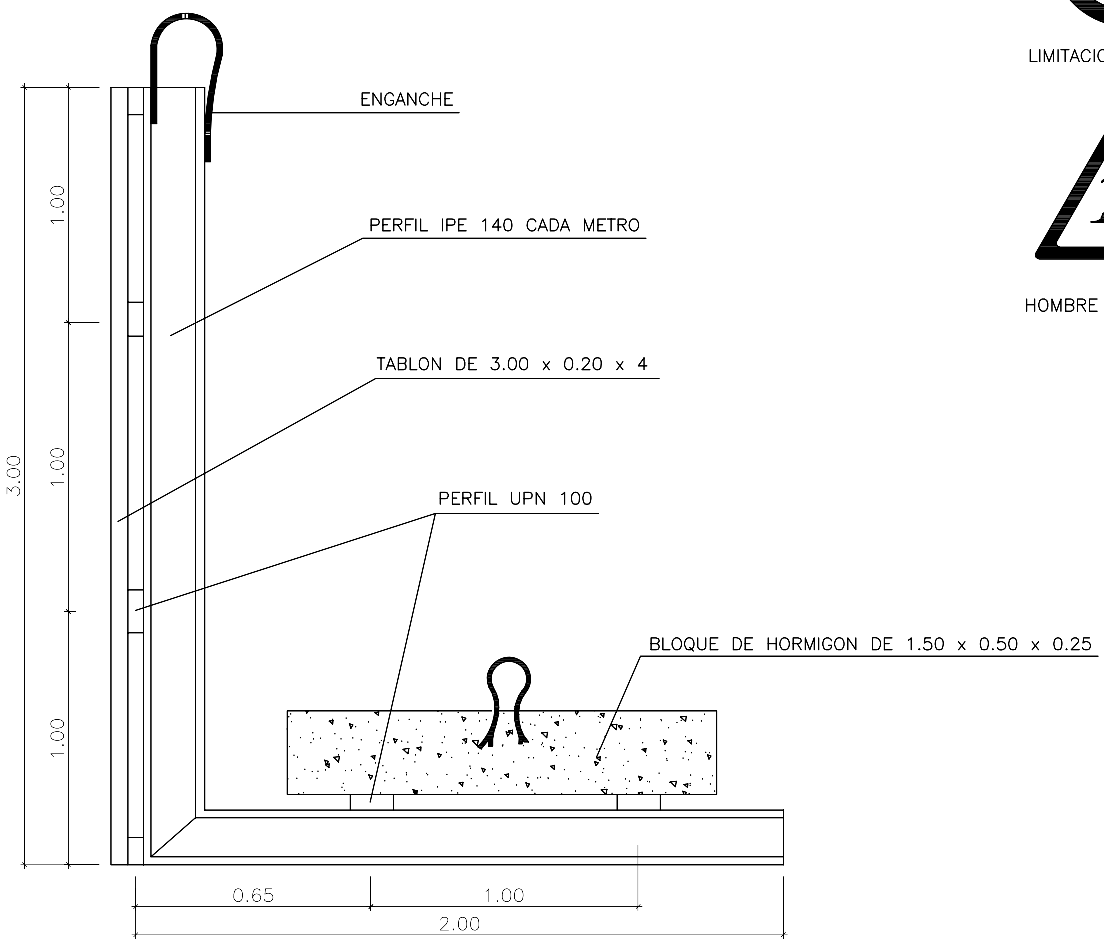


LIMITACION VELOCIDAD



HOMBRE TRABAJANDPO

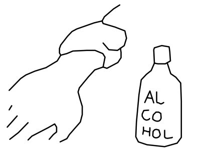



ENGANCHE
PERFIL IPE 140 CADA METRO
TABLON DE 3.00 x 0.20 x 4
PERFIL UPN 100
BLOQUE DE HORMIGON DE 1.50 x 0.50 x 0.25
1.00
1.00
1.00
3.00
0.65
1.00
2.00

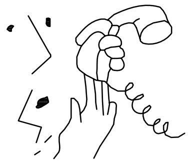
EN CASO DE ACCIDENTE
PRIMEROS AUXILIOS

QUEMADURAS LEVES

QUE HACER

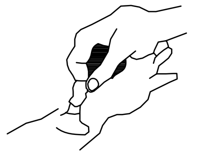


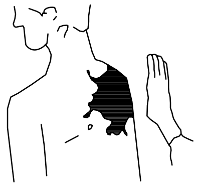
CUBRIR LA QUEMADURA CON ALCOHOL O AGUA FRIA
Incluso con gasa y venda limpia sola



CONSULTAR O AVISAR A NUESTROS SERVICIOS MEDICOS

QUE NO HACER





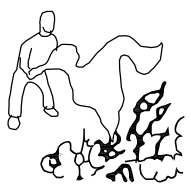
Arrancar o abrir las ampollas
Poner aceites, grasas, ropas justas, etc

SIEMPRE:

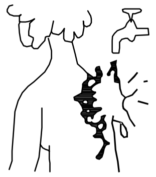
Cualquier quemadura mayor que una palma de la mano, debe ser tratada SIEMPRE por nuestro servicio médico.

QUEMADURAS GRAVES

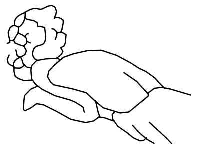
QUE HACER



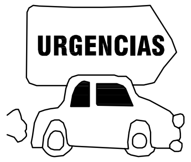
APAGAR LAS LLAMAS con agua, mantas, tierra, rodando al quemado,etc



Usar agua fria y limpia en La zona quemada



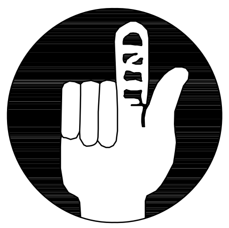
Tapar con gasa,pañuelos sabanas, etc. muy limpios o recien planchados.



Trasladar URGENTEMENTE a un Centro Hospitalario.

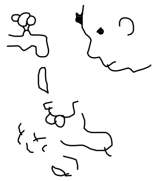
QUE NO HACER

Sacar ropa (se desgarrara la piel
Usar cualquier cosa que no sea agua.
Tardar en el traslado URGENTE.

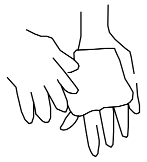


HERIDAS

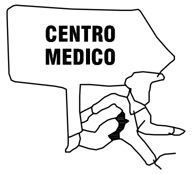
QUE HACER



Lavar las heridas con agua y jabón.



Cubrirla con gasa o pañuelo limpio o recien plachado.

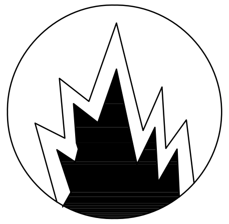


Acudir al Servicio Médico.

QUE NO HACER

Poner pomadas, polvos algodón, barro,etc.

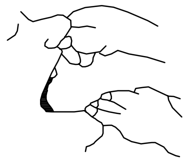
Tapar con mecromina,etc. sin lavado previo.



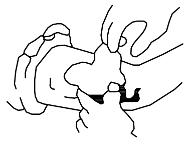
ACCIDENTES GRAVES

QUE HACER.

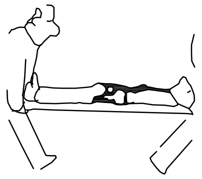
Evitar el panico, pedir ayuda guardar serenidad.



Despejar vias respiratorias con el dedo, sacar dentadura postiza, cuerpos extraños,etc.



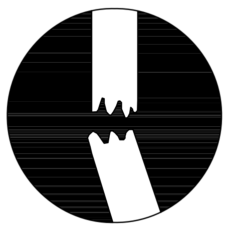
Si hay hemorragia, taponar apretar, poner torniquete.
Respiracion boca a boca si es necesaria.



Inmovilizar y transportar rapidamente al Servicio Médico, pero si la impresión es de mucha gravedad: QUE EL SEVICIO MEDICO SEA QUIEN LLEGUE AL ACCIDENTADO en el propio sitio abrigando bien al siniestrado.

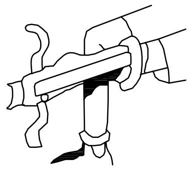
QUE NO HACER

Perder la Serenidad.
Tratar de cualquier forma al herido.
Darle bebida y comida
Tener mas de 1 hora el torniquete colocado.



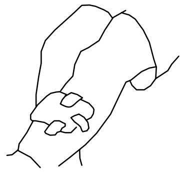
FRACTURAS

QUE HACER.



Inmobilizar la
con una madera, bastón.
paraguas, revistas, etc. y
paraguas, revistas, etc. y

Sujetar cualquier desviación sin maniobras violentas.



Si en la fractura hay herida solamente tapar con gasa o trapo limpio.
Si sospecha de fractura de columna NO MOVER ¡Que vengan a buscarlo!

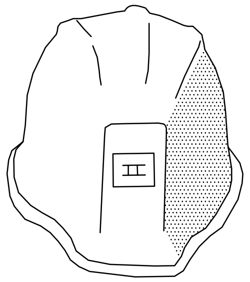
QUE NO HACER

Si sospecha de fractura de columna NO MOVER ¡Que
No vende o ate con fuerza
No violente las posturas.

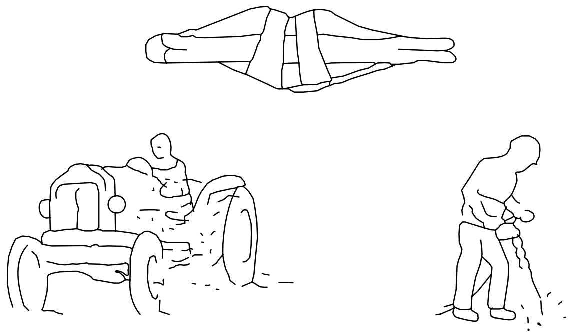
No se entretenga en lavar o limpiar heridas.
No se demore en la evacuación de fracturados.

PROTECCION PERSONAL

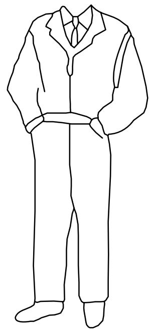
CASCO



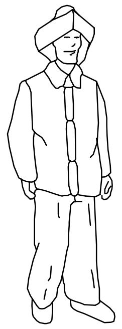
CINTURON ANTIVIBRATORIO



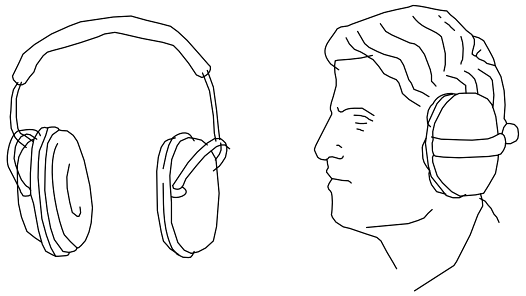
MONO DE INVIERNO



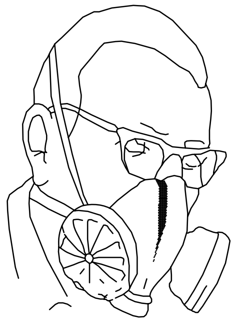
TRAJE DE AGUA



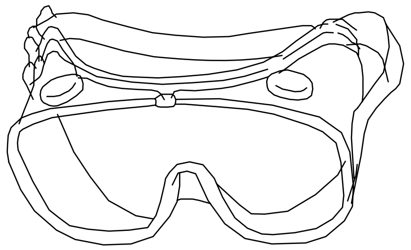
PROTECTOR ACUSTICO



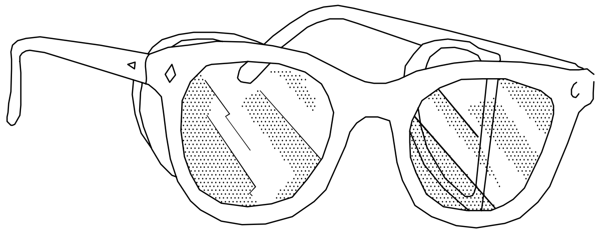
MASCARA RESPIRATORIA



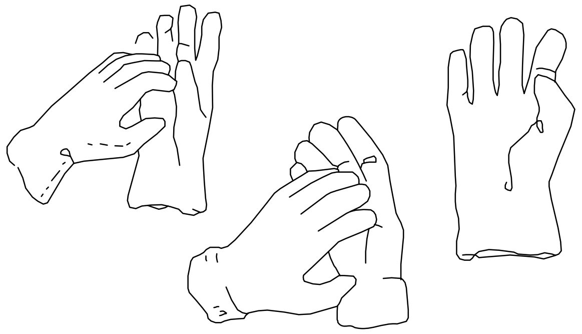
GAFAS UNIVERSALES



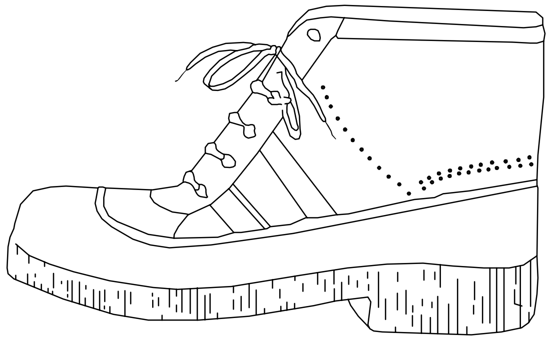
GAFAS PROTECTORAS



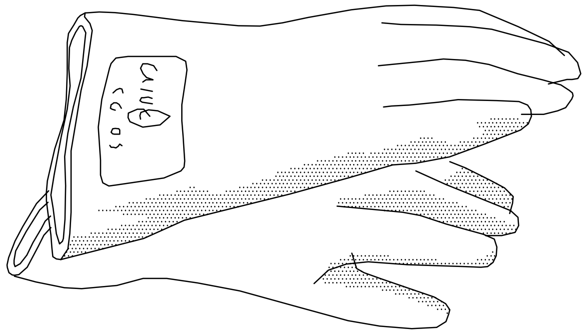
GUANTES DE PROTECCION



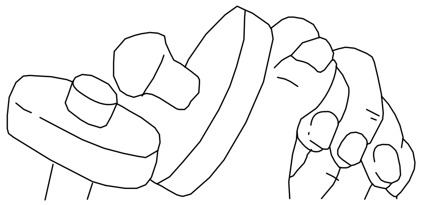
BOTAS DE SEGURIDAD CON PUNTERA DE ACERO

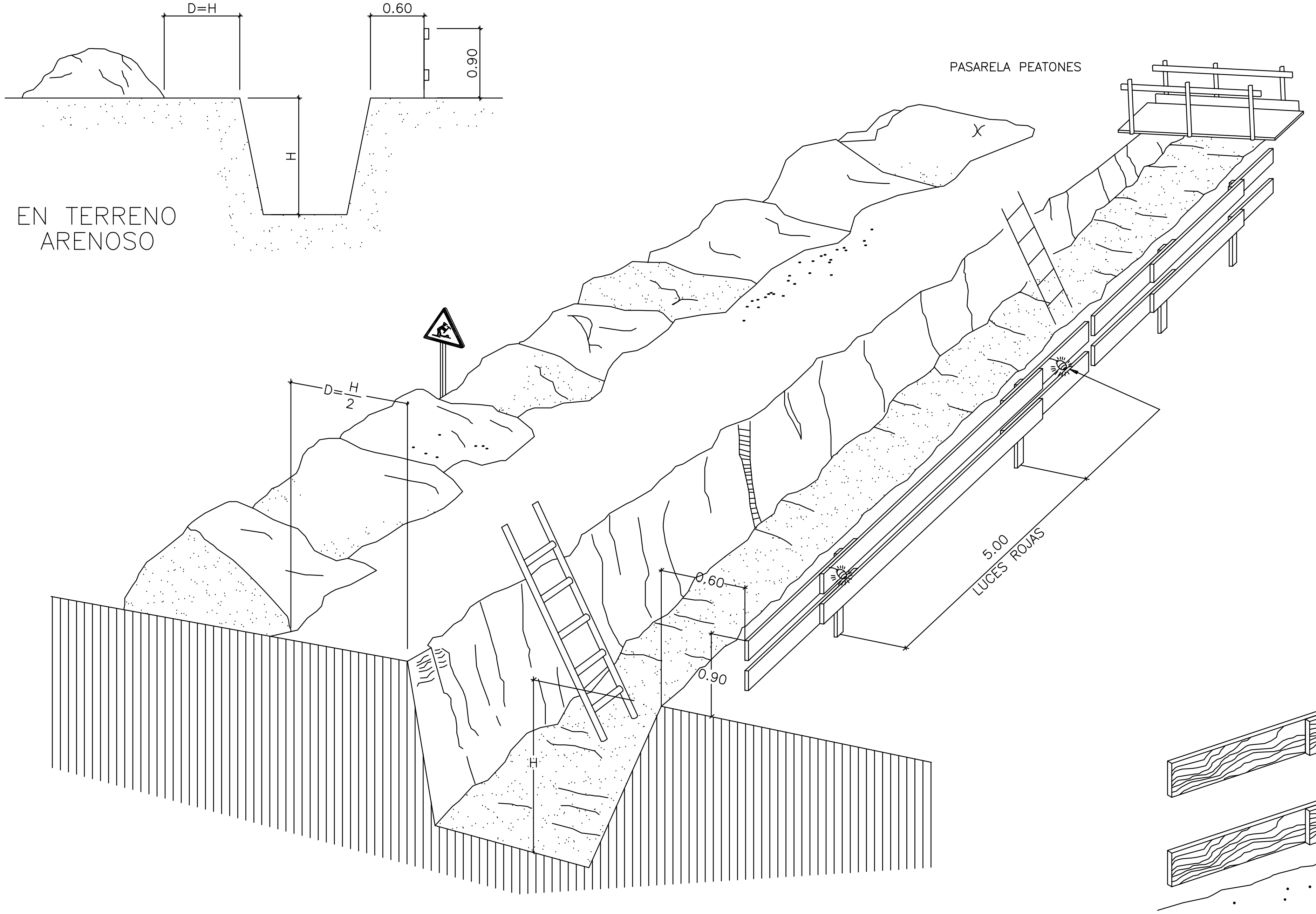


GUANTES DE GOMA PARA ELECTRICISTAS



PROTECTOR GOMANOS



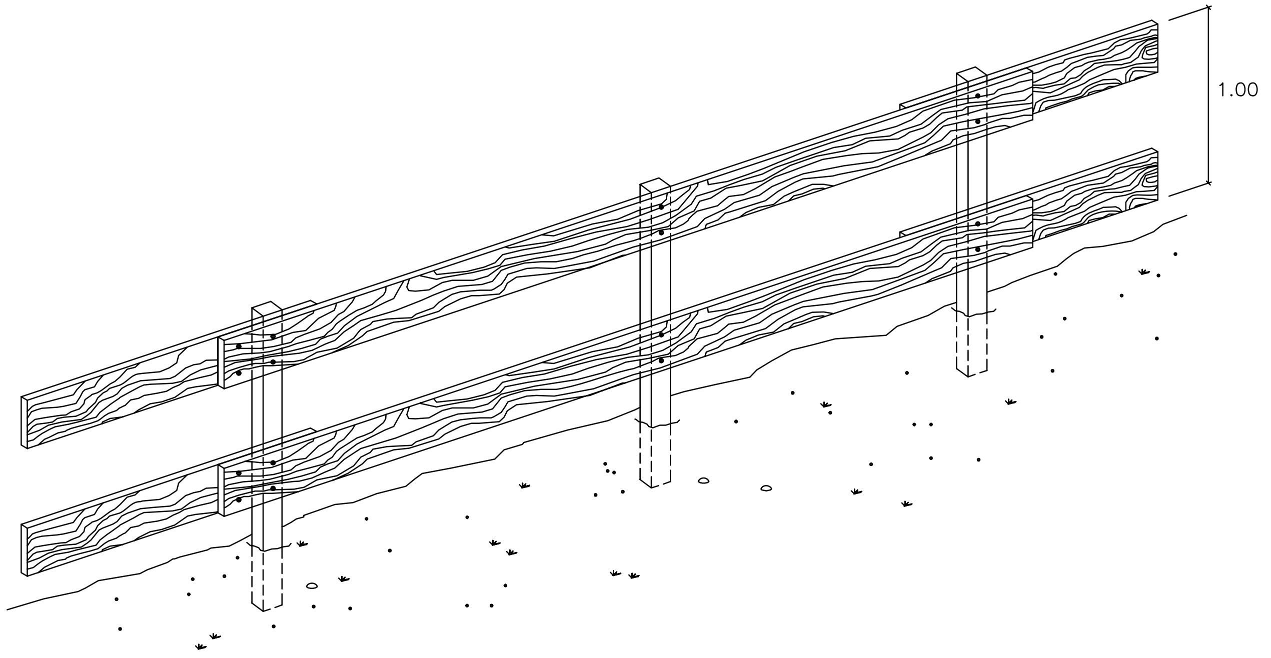

D=H
0.60
0.90
H

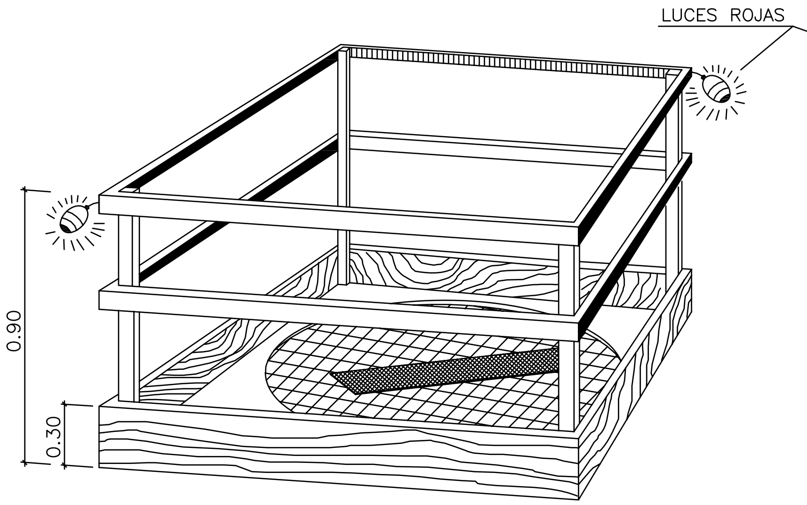
EN TERRENO ARENOSO

PASARELA PEATONES
D=H/2
0.60
0.90
H
5.00
LUCES ROJAS

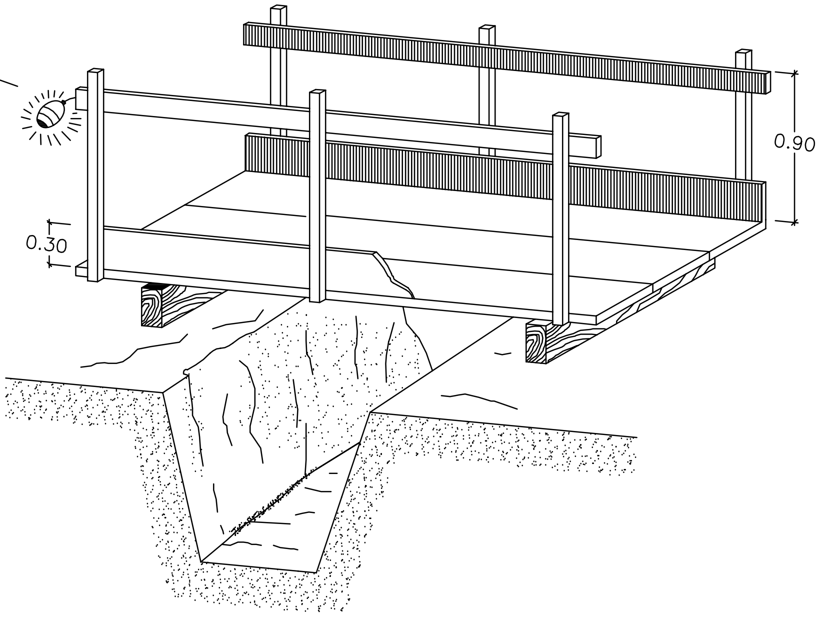
PROTECCION EN ZANJAS

BARANDILLA DE PROTECCION



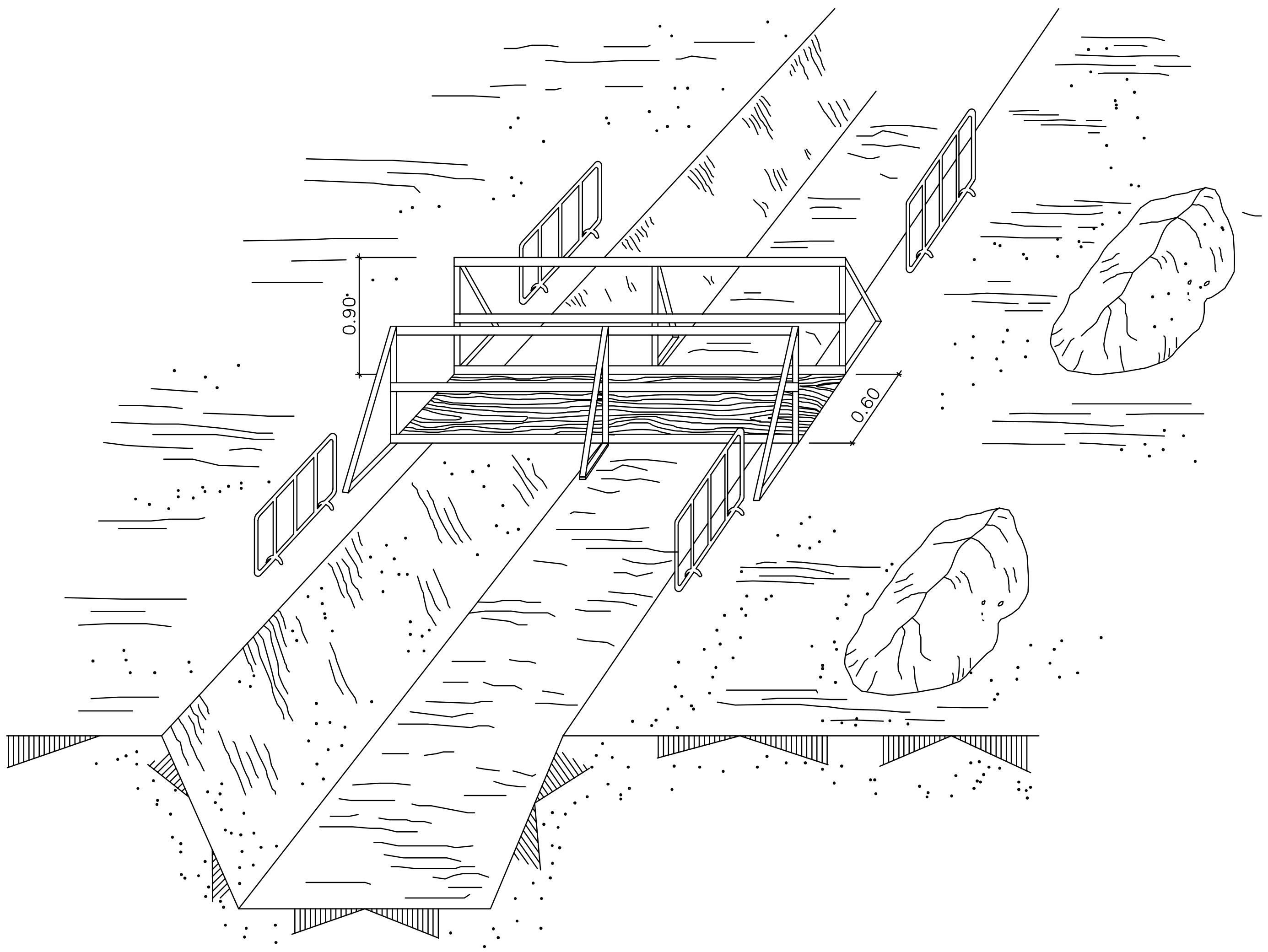

LUCES ROJAS
0.90
0.30

EN HUECOS Y ABERTURAS

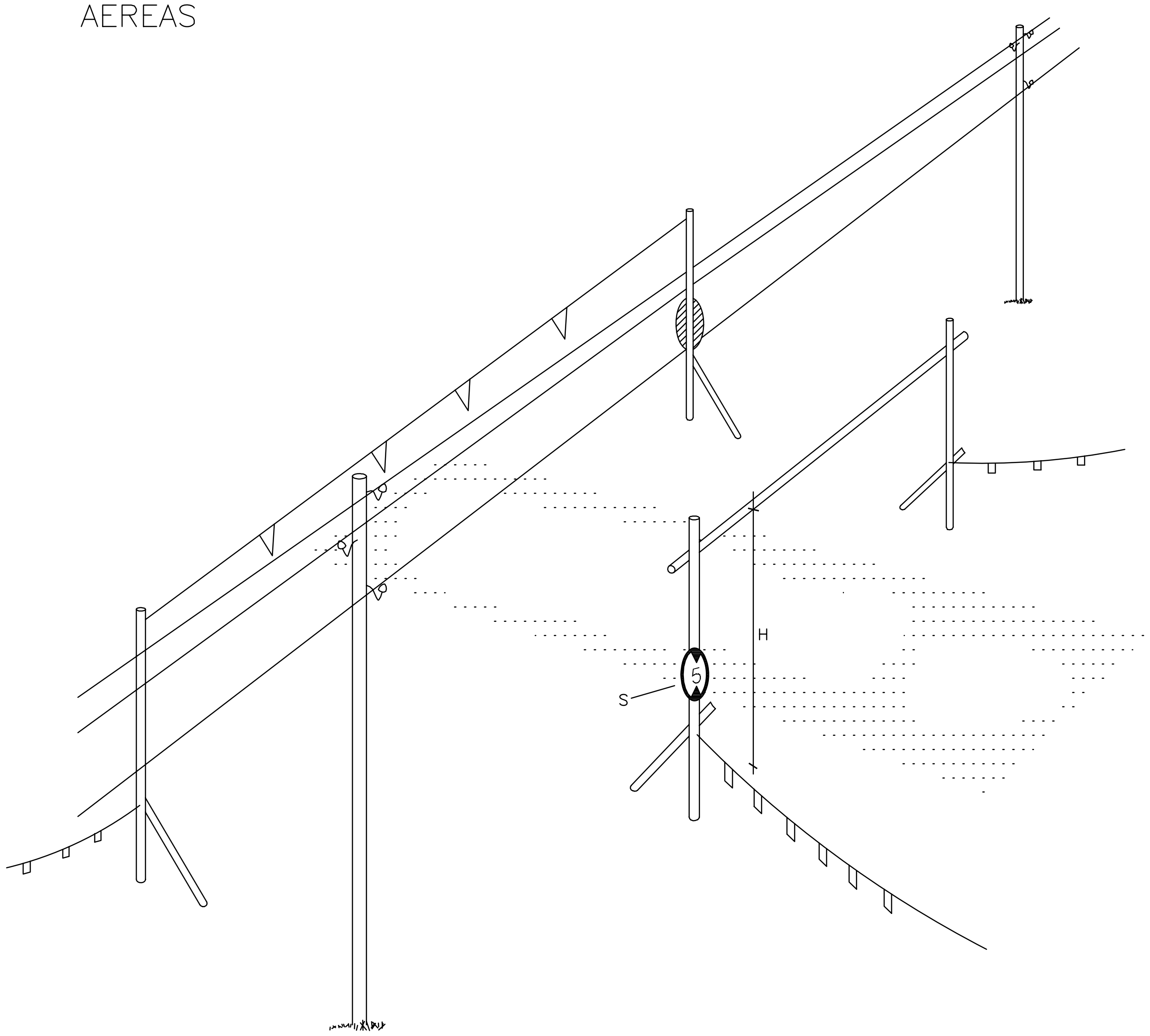


DETALLE DE PASARELA PEATONES

PROTECCIONES EN ZANJAS

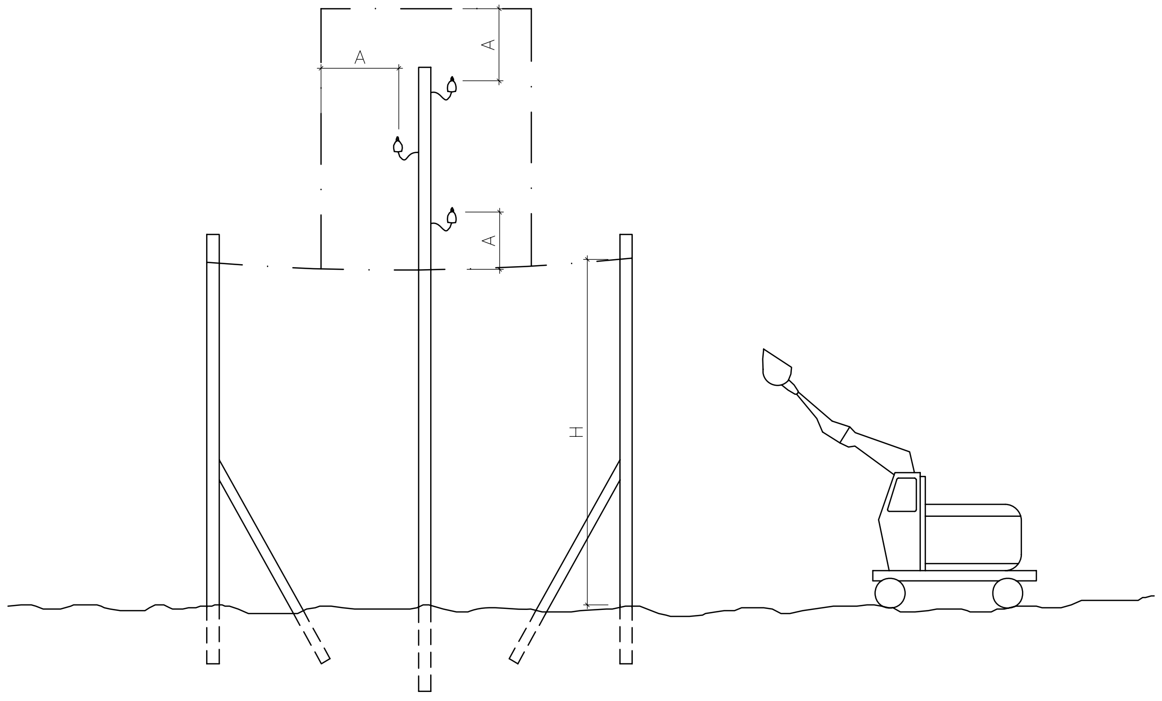


PORTICO DE BALIZAMIENTO DE LINEAS ELECTRICAS AEREAS

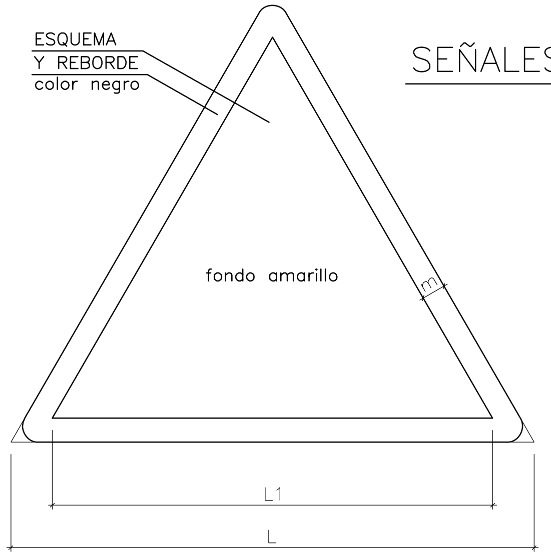


H = PASO LIBRE
S = SEÑAL DE ALTURA MAXIMA

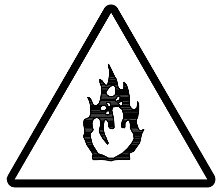
DETALLE 2

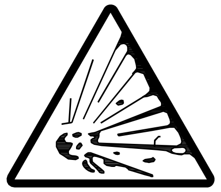


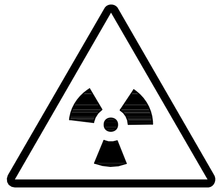
SEÑALES DE ADBERTENCIA DE PELIGRO

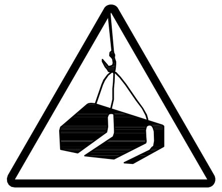

ESQUEMA
Y REBORDE
color negro
fondo amarillo
m
L1
L

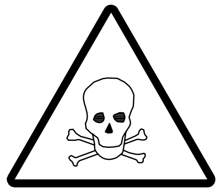
DIMENSIONES EN mm		
L	L_1	m
594	492	30
420	348	21
297	246	15
210	174	11
148	121	8
105	87	5

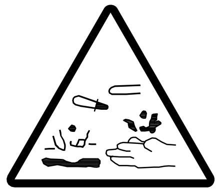

RIESGO INCENDIO

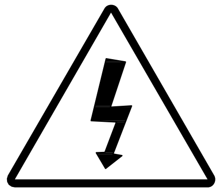

RIESGO EXPLOSION

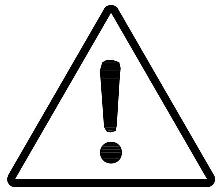

RIESGO RADIACION

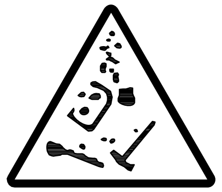

RIESGO CARGAS
SUSPENDIDAS

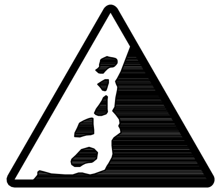

RIESGO INTOXICACION

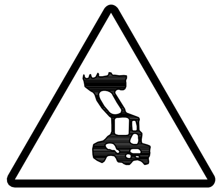

RIESGO CORROSION

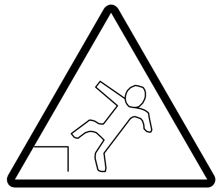

RIESGO ELECTRICO

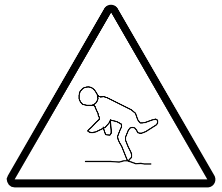

PELIGRO INDETERMINADO

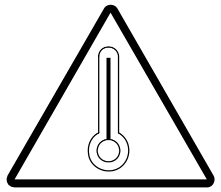

CAIDA DE OBJETOS

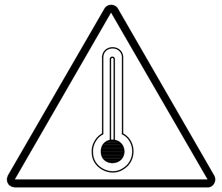

DESPRENDIMIENTOS

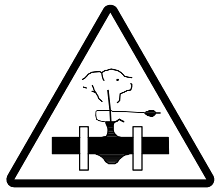

MAQUINA PESADA
EN MOVIMIENTO

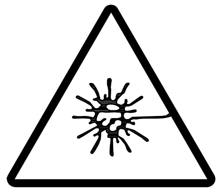

CAIDAS A DISTINTOS
NIVEL

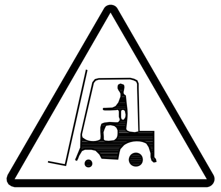

CAIDAS AL MISMO
NIVEL

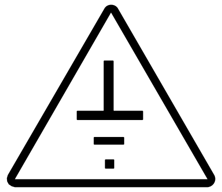

ALTA TEMPERATURA

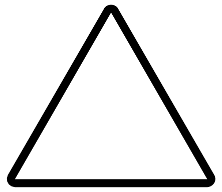

BAJA TEMPERATURA


ALTA PRESION

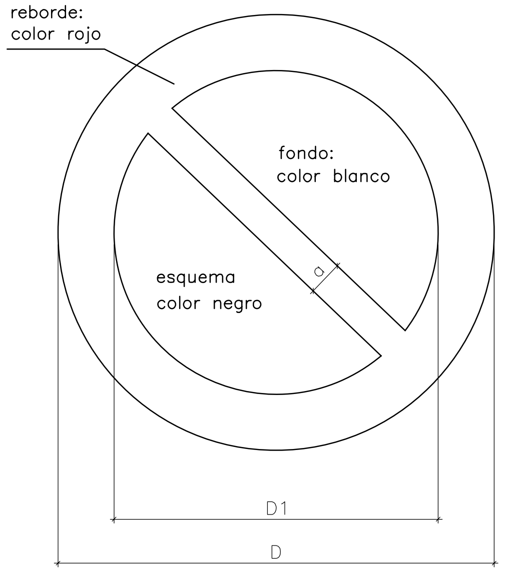

RADIACIONES LASER


PASO DE CARRETILLAS

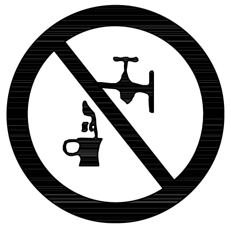

TIERRAS PUESTAS

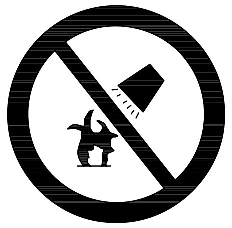


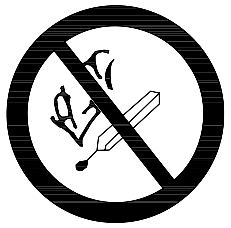
SEÑALES DE PROHIBICION

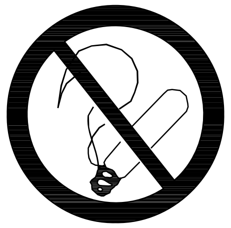

reborde:
color rojo
fondo:
color blanco
esquema
color negro
a
D1
D

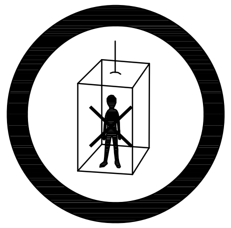
DIMENSIONES EN mm		
D	D_1	a
594	420	44
420	297	31
297	210	17
210	148	16
148	105	11
105	74	8

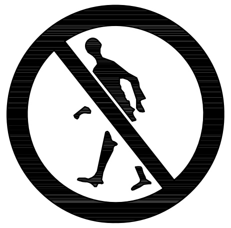

AGUA NO POTABLE

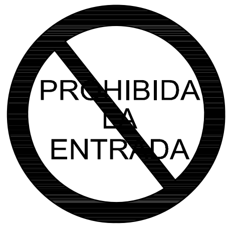

PROHIBIDO APAGAR
CON AGUA

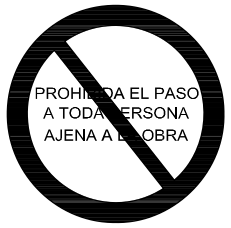

PROHIBIDO ENCENDER
FUEGO

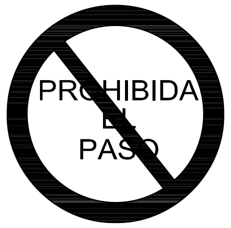

PROHIBIDO FUMAR

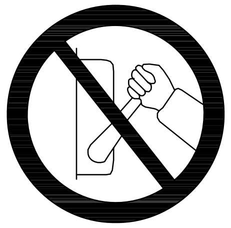

PROHIBIDO A
PERSONAS

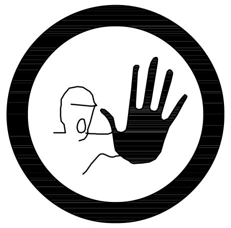

PROHIBIDO EL PASO
A LOS PEATONES

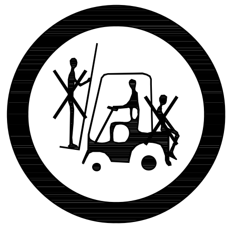

PROHIBIDA
LA
ENTRADA
PROHIBIDA LA ENTRADA

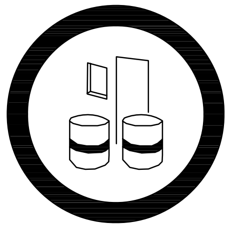

PROHIBIDO EL PASO
A TODA PERSONA
AJENA A LA OBRA
PROHIBIDO EL PASO
A TODA PERSONA
AJENA A LA OBRA

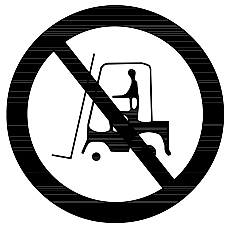

PROHIBIDA
EL
PASO
PROHIBIDO EL PASO

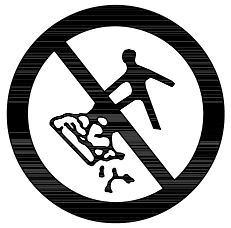

PROHIBIDO
ACCIONAR

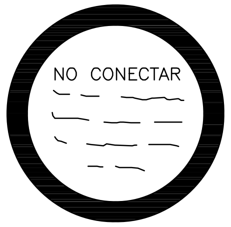

ALTO NO PASAR


PROHIBIDO ACOMPAÑANTES
EN CARRETILLA

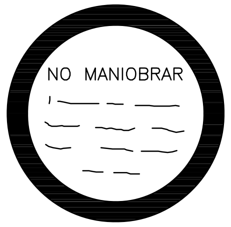

PROHIBIDO DEPOSITAR MATERIALES
MANTENER LIBRE EL PASO


PROHIBIDO EL PASO
A CARRETILLA

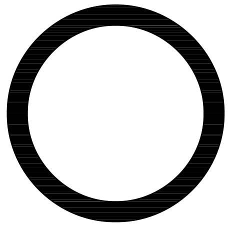



NO CONECTAR

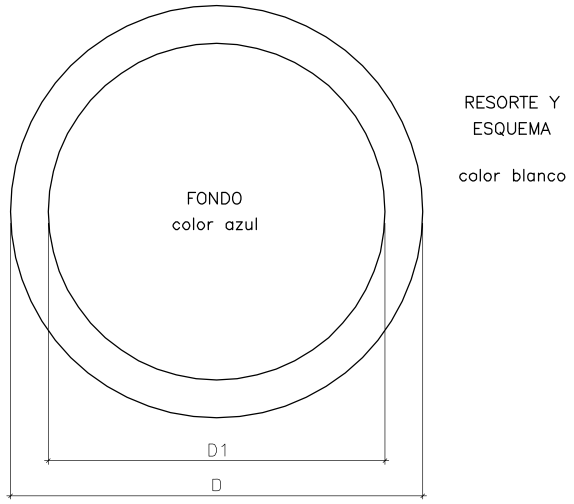
NO MANIOBRAR
SE ESTA TRABAJANDO


NO MANIOBRAR

NO MANIOBRAR
TRABAJOS EN TENSION



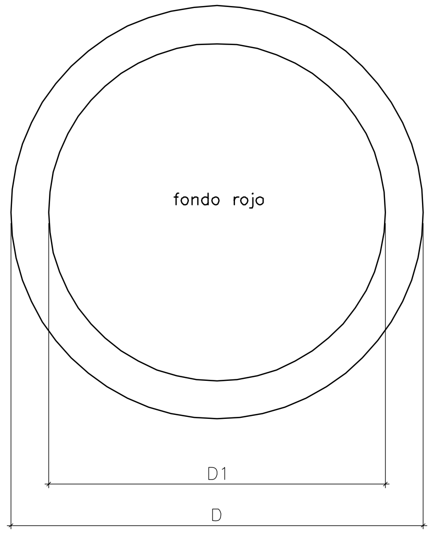
SEÑALES DE OBLIGACION



FONDO
color azul
RESORTE Y
ESQUEMA
color blanco
D1
D

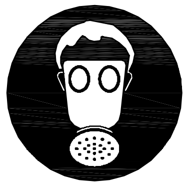
DIMENSIONES EN mm		
D	D_1	m
594	534	30
420	378	21
297	267	15
210	188	11
148	132	8
105	95	5

SEÑALES DE PRESCRIPCION IMPERATIVAS Y DE PELIGRO

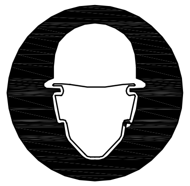


fondo rojo
D1
D

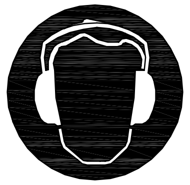
DIMENSIONES EN mm		
D	D_1	m
594	534	30
420	378	21
297	267	15
210	188	11
148	132	8
105	95	5



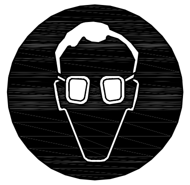
USO MASCARILLA



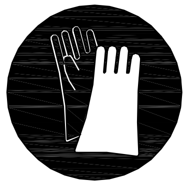
USO CASCO



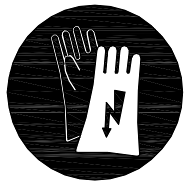
USO PROTECTORES
AUDITIVOS



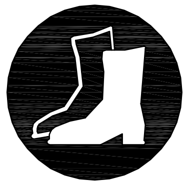
USO GAFAS



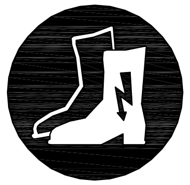
USO GUANTES



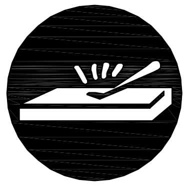
USO GUANTES
XXXXXX



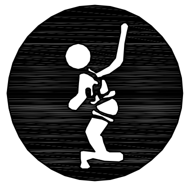
USO BOTAS



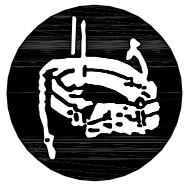
USO BOTAS
XXXELECTRICO



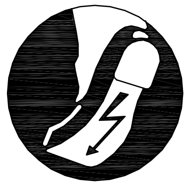
XXXXXXXX



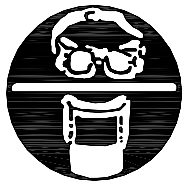
USO CINTURON
DE SEGURIDAD



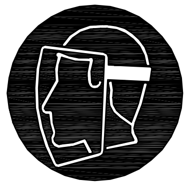
USO CINTURON
DE SEGURIDAD



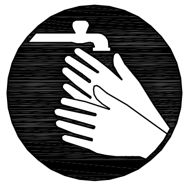
USO CALZADO
ANTIESTATICO



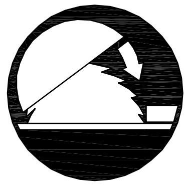
USO DE GAFAS
O PANTALLAS



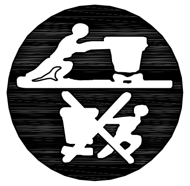
USO DE PANTALLA

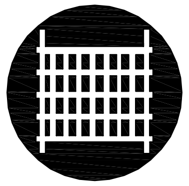


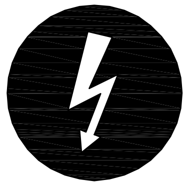
OBLIGACION
LAVARSE LAS MANOS



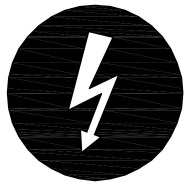
USO DE PROTECTOR
AJUSTABLE



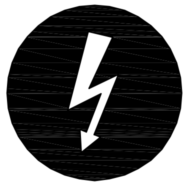




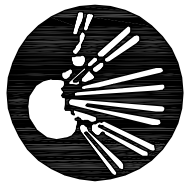
RIESGO
ELECTRICO



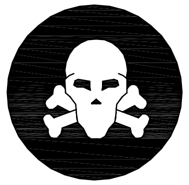
RIESGO
ELECTRICO



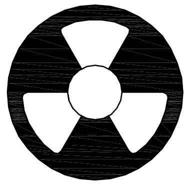
RIESGO
ELECTRICO



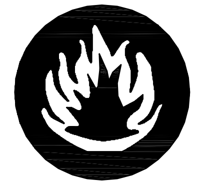
RIESGO
DE EXPLOXION



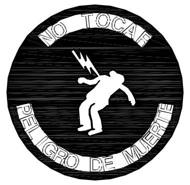
RIESGO
DE INTOXICACION



RIESGO
DE RADIACION

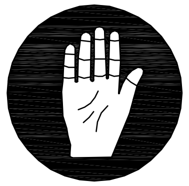


RIESGO
DE INCENDIO

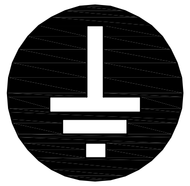


NO TOCAR
PELIGRO DE MUERTE

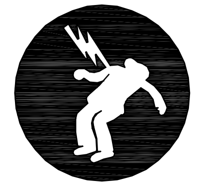
RIESGO
ELECTRICO



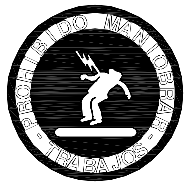
RIESGO
DE CORROSION



TIERRAS PUESTAS



RIESGO
ELECTRICO



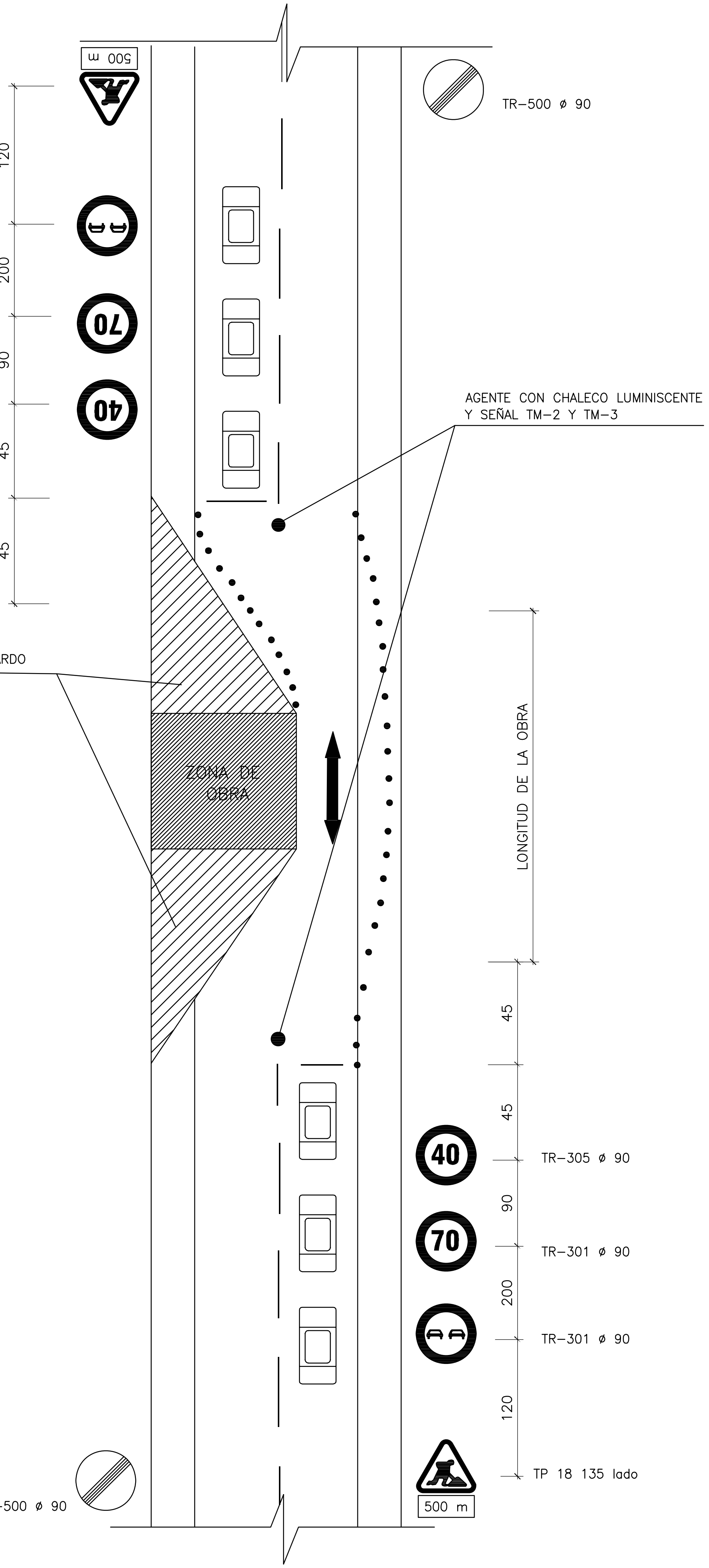
PROHIBIDO MANIOBRAR
- TRABAJOS -

RIESGO
DE EXPLOXION

SEÑALIZACION DE OBRAS

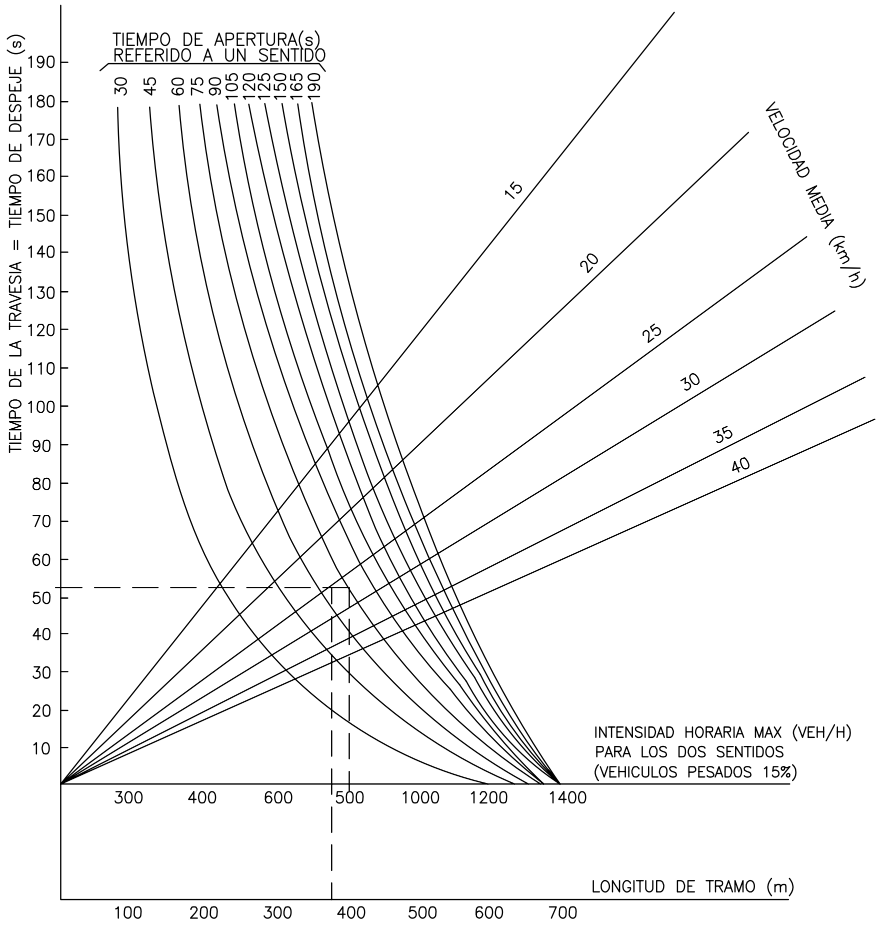
Corte parcial de la circulación

REGULACION MANUAL



500 m
TP 18 135 lado
TR-500 ø 90
120
TR-305 ø90
200
TR-301 ø90
70
90
TR-301 ø90
40
45
45
AGENTE CON CHALECO LUMINISCENTE
Y SEÑAL TM-2 Y TM-3
ZONA DE RESGUARDO
ZONA DE OBRA
LONGITUD DE LA OBRA
45
45
40
TR-305 ø 90
90
70
TR-301 ø 90
200
TR-301 ø 90
120
TP 18 135 lado
500 m
TR-500 ø 90

REGULACION DE LA CIRCULACION EN TRAMOS EN OBRAS
CON CARRIL UNICO DE SENTIDO ALTERNO



NOTAS COMPLEMENTARIAS

-AL COMIENZO DE LA OBRA SE COLOCARA UN PANEL TS-850 CON LA INSCRIPCION:

Tramo en obras
_______Km
Respeten la señalización

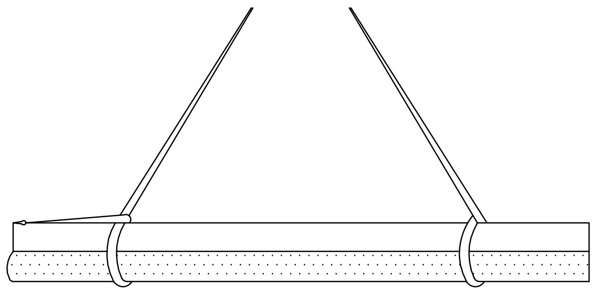
- SOLO LAS SEÑALES TP Y TOTAL O PARCIALMENTE LAS TS TIENEN EL FONDO AMARILLO

-EL BORDE INFERIOR DE LAS SEÑALES DEBERA ESTAR A 1 METRO DEL SUELO Y PERPENDICULAR AL EJE DE LA VIA

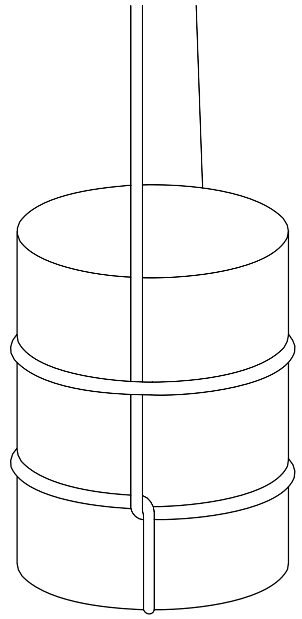
-EN CIRCUNSTANCIAS ESPECIALES DE TRAFICO LAS SEÑALES TB-2 Y TL-2 SE SUSTITUIRAN RESPECTIVAMENTE, POR LAS TB-1 Y TL-8
ASIMISMO SE PODRA UTILIZAR LAS MARCAS VIALES NARANJAS TB-12

-DEBERA ANULARSE LA SEÑALIZACION CONTRADICTORIA.

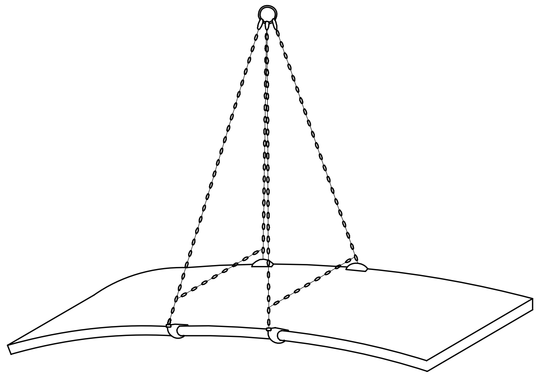
ELEMENTOS AUXILIARES DE IZADO.
ESLINGAS Y ESTROBOS



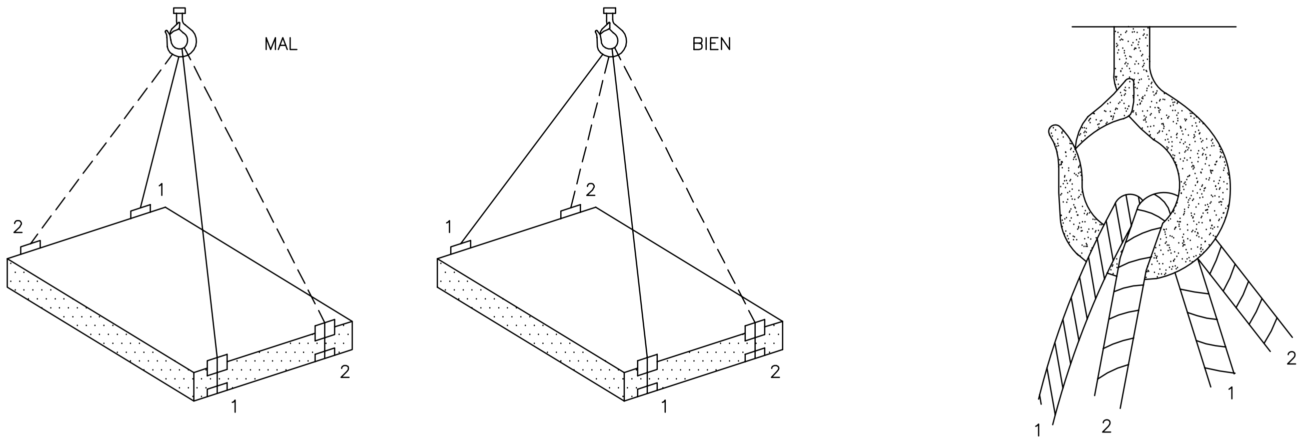
CARGA LARGA (DOS ESLINGAS)



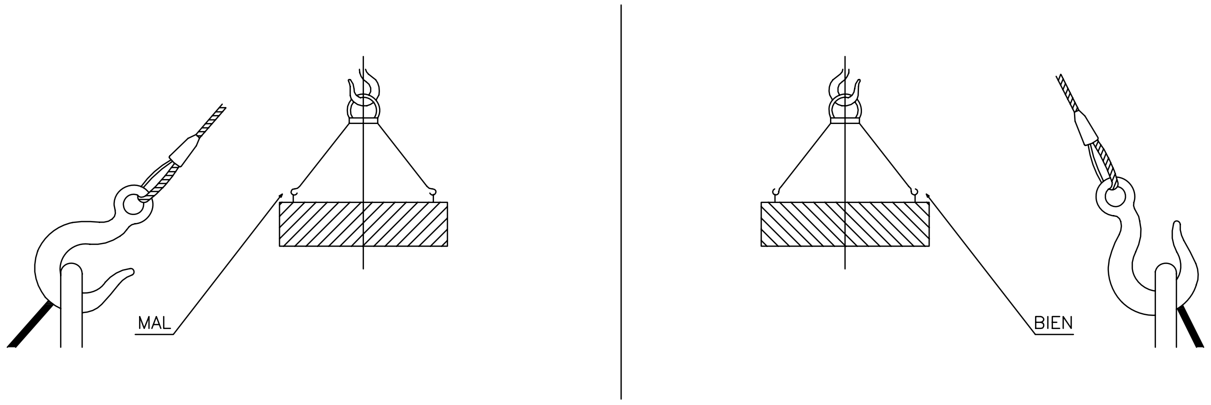
AMARRE DE BIDONES



PLANCHA LARGA

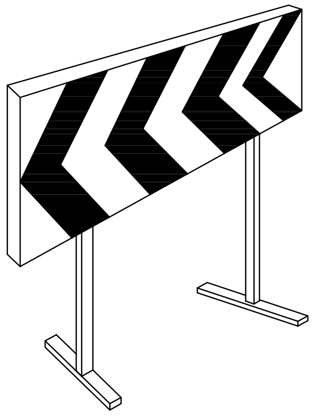


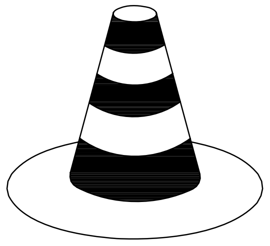
CARGA CON DOS ESLINGAS SIN FIN



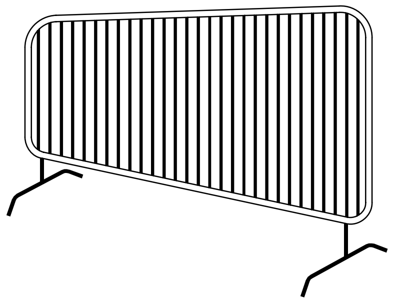
GANCHO CON OJAL (ABERTURA EXTERIOR DE LA CARGA)

SEÑALIZACION

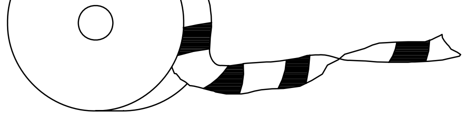




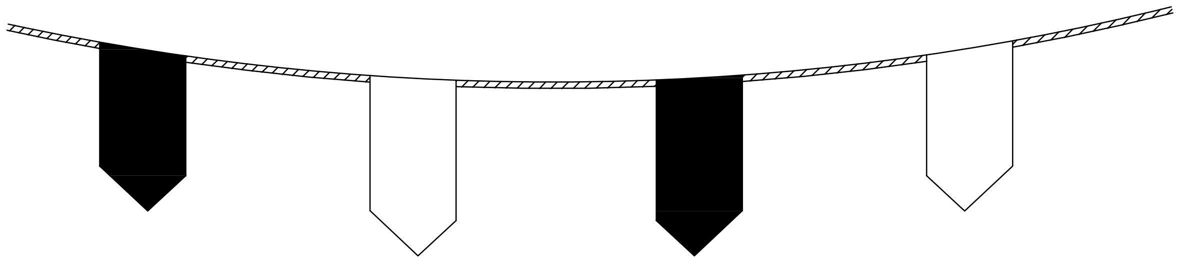
CONO BALIZAMIENTO



VALLAS DESVIO TRAFICO

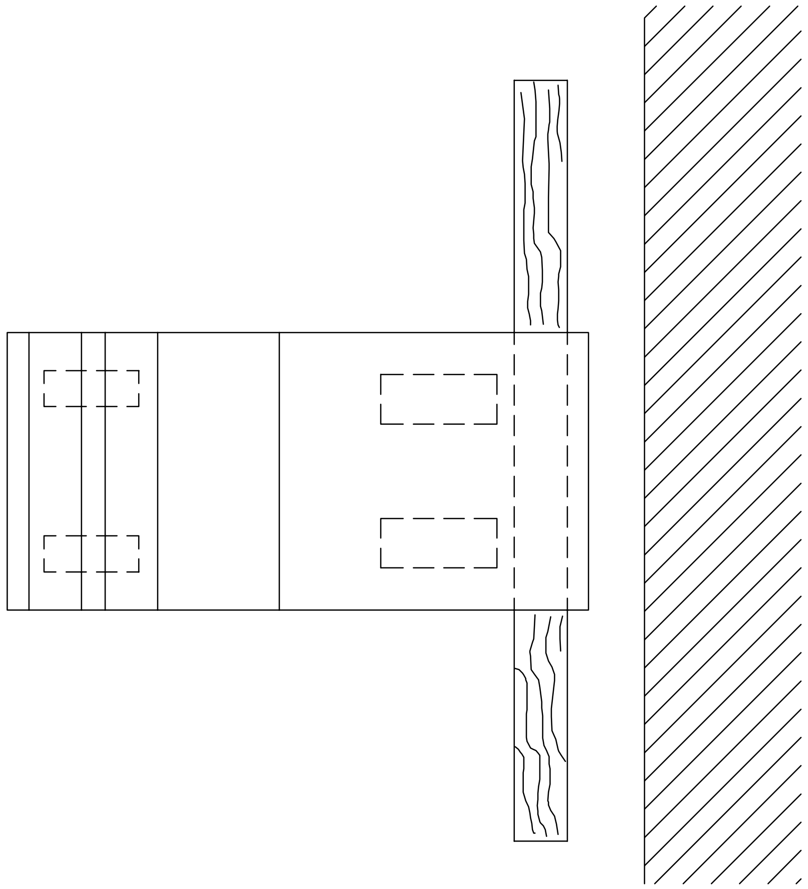


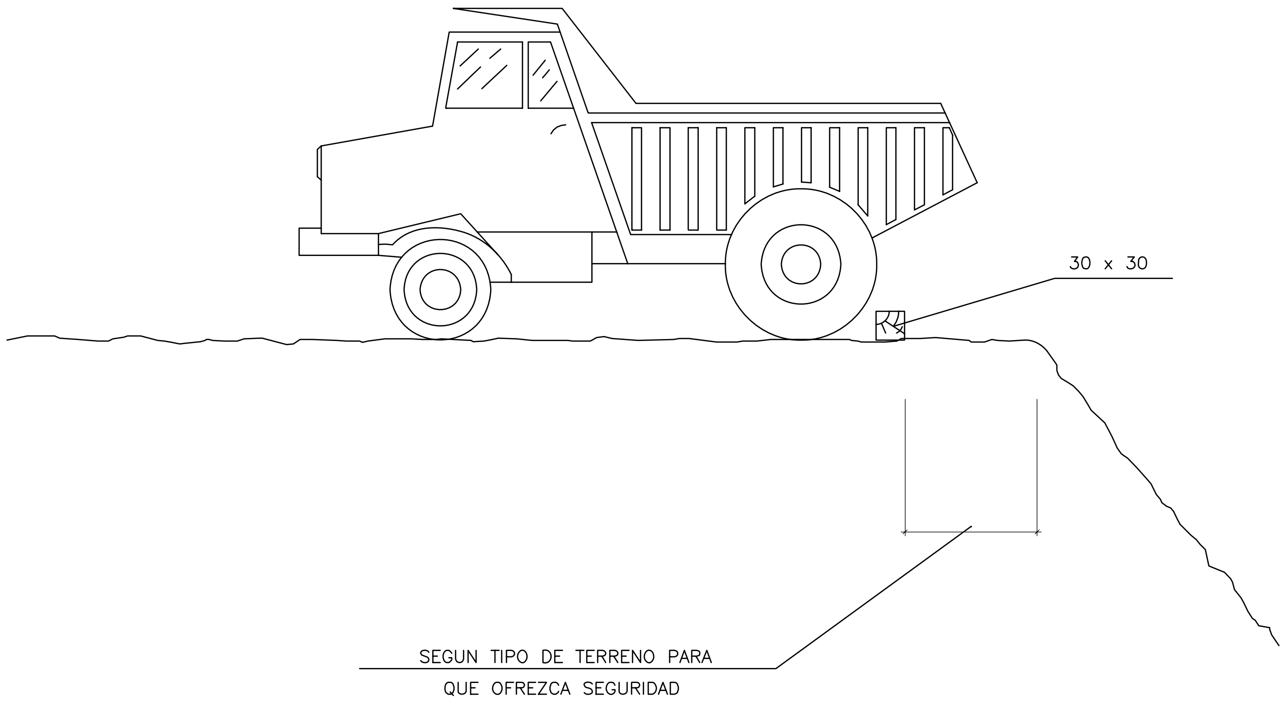
CINTA BALIZAMIENTO



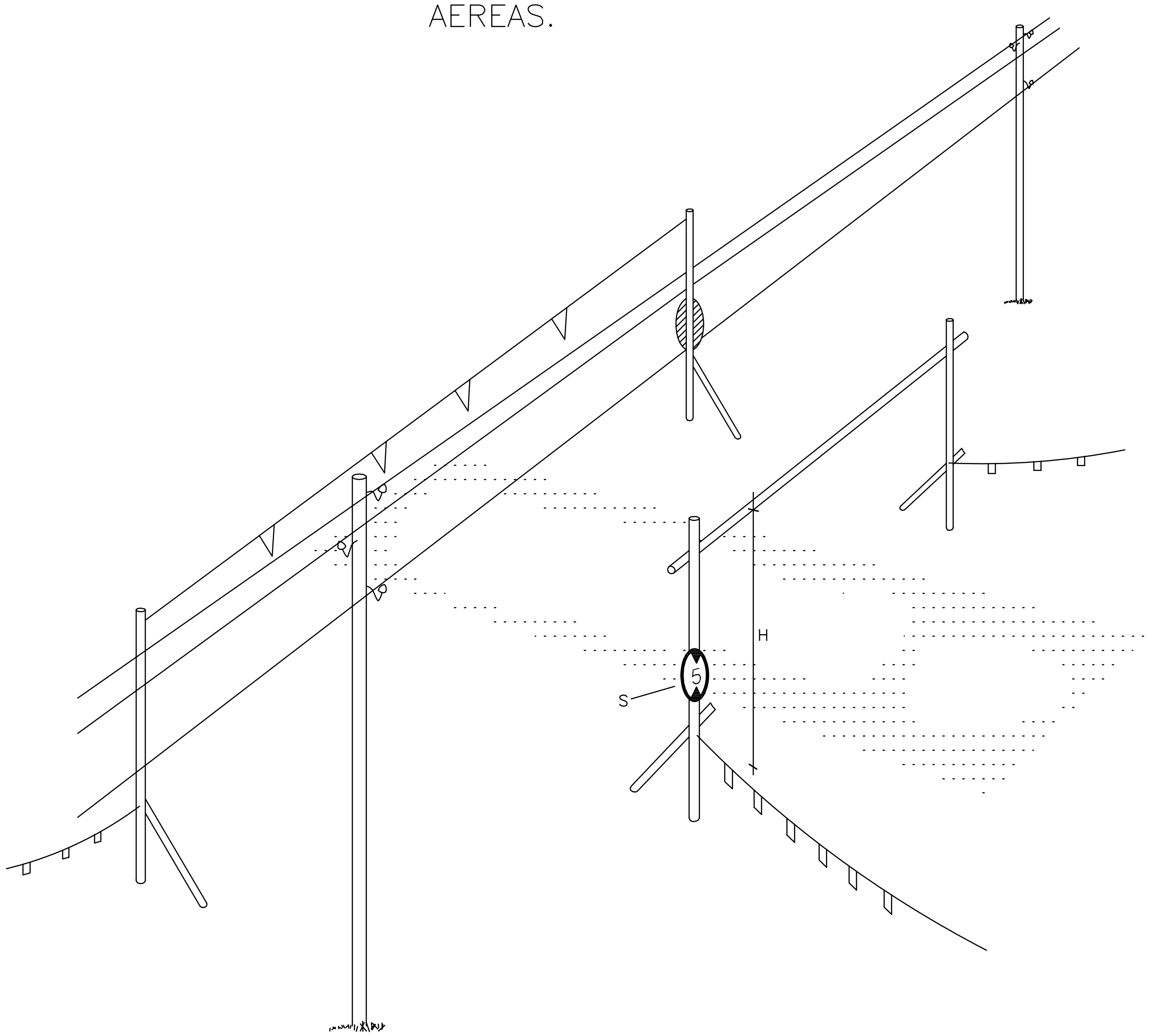
CORDON BALIZAMIENTO

TOPE DE RETROCESO DE VERTIDO DE TIERRAS



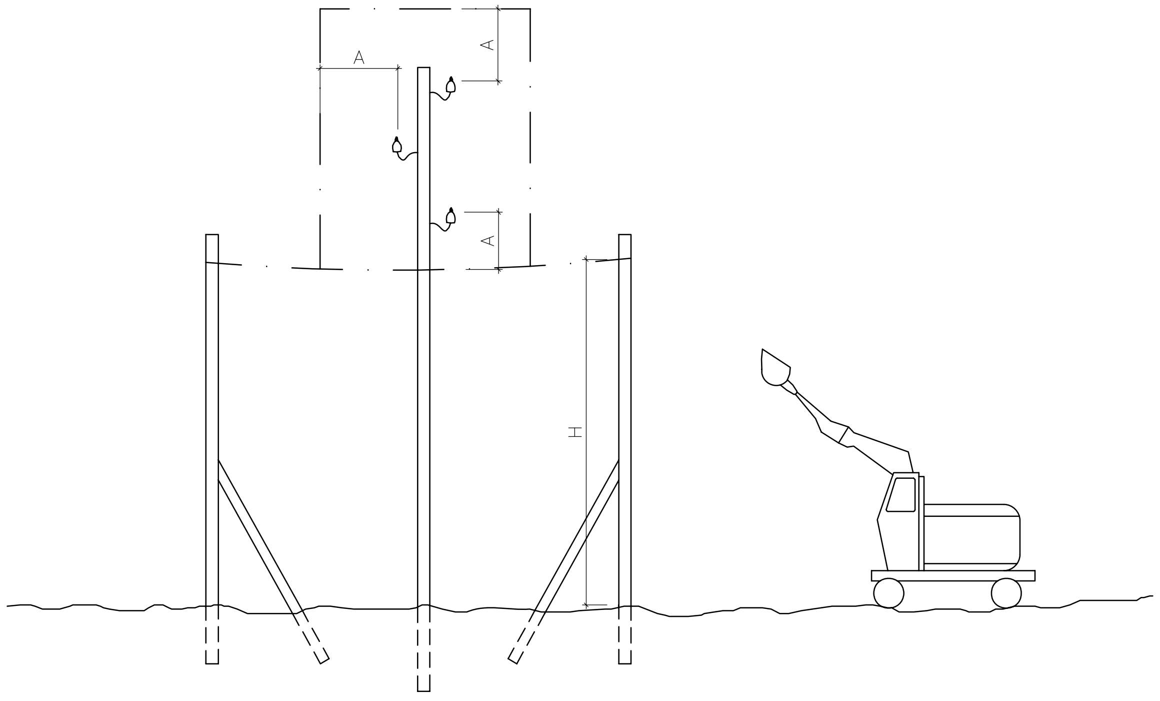

30 x 30
SEGUN TIPO DE TERRENO PARA
QUE OFREZCA SEGURIDAD

PORTICO DE BALIZAMIENTO DE LINEAS ELECTRICAS AEREAS.

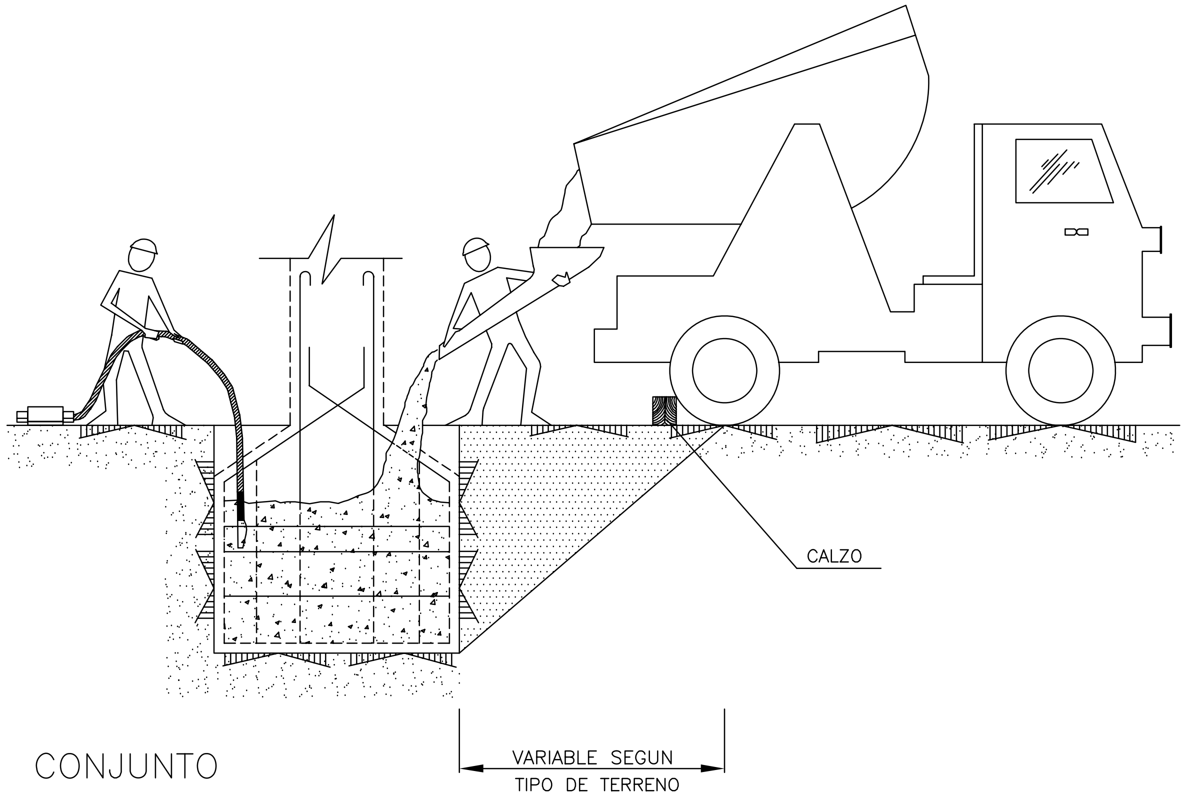


H = PASO LIBRE
S = SEÑAL DE ALTURA MAXIMA

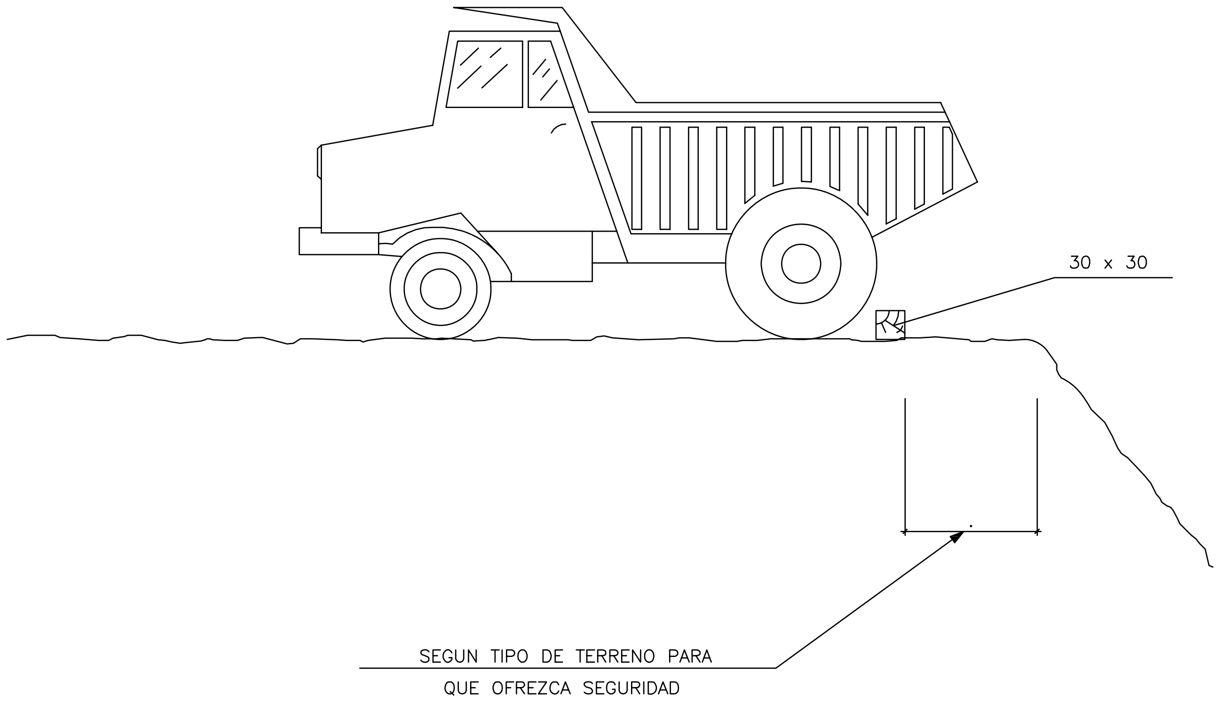
DETALLE 2

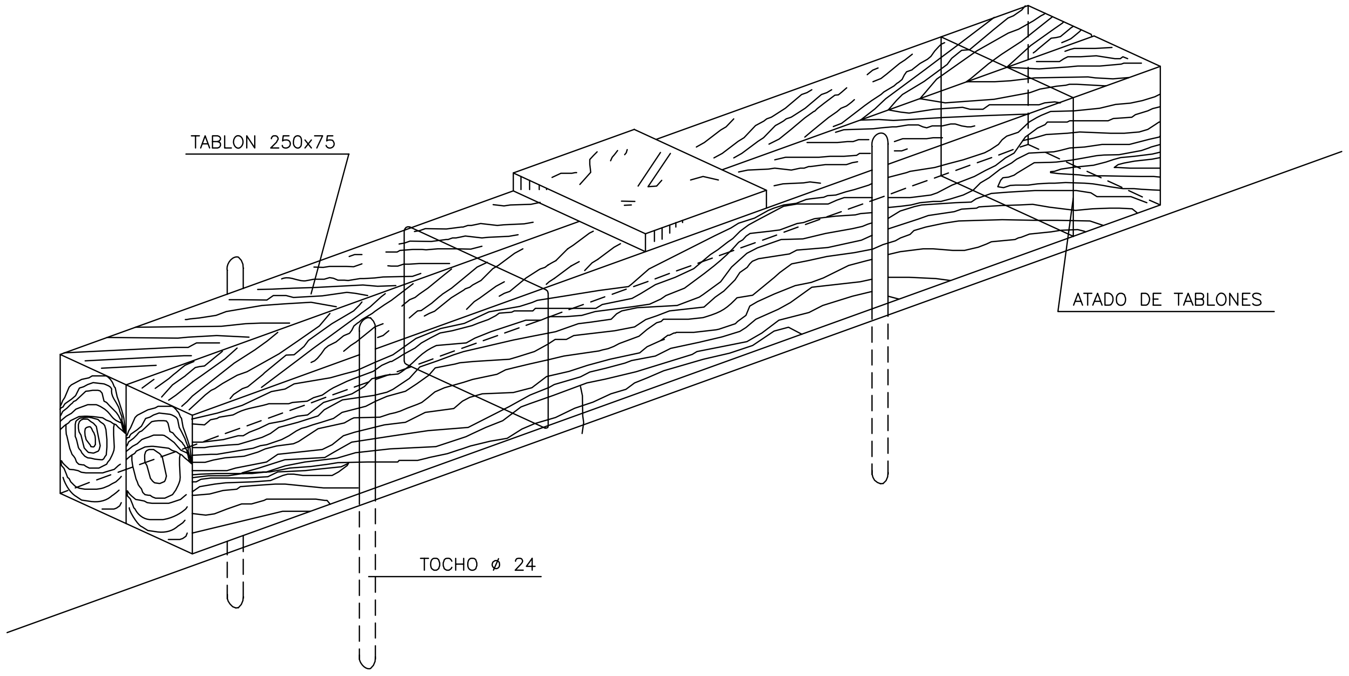


TOPE DE RETROCESO DE VERTIDO DE TIERRAS


CALZO
VARIABLE SEGUN
TIPO DE TERRENO

CONJUNTO


30 x 30
SEGUN TIPO DE TERRENO PARA
QUE OFREZCA SEGURIDAD


TABLON 250x75
ATADO DE TABLONES
TOCHO ø 24

DETALLE DEL CALZO

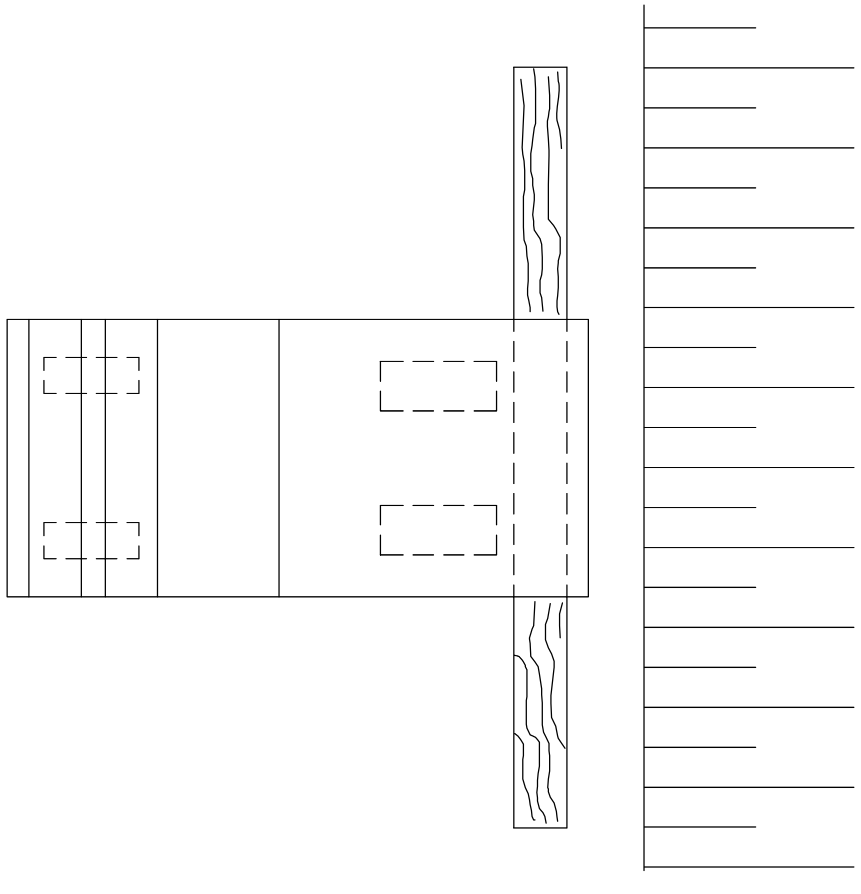


GRAFICO -1

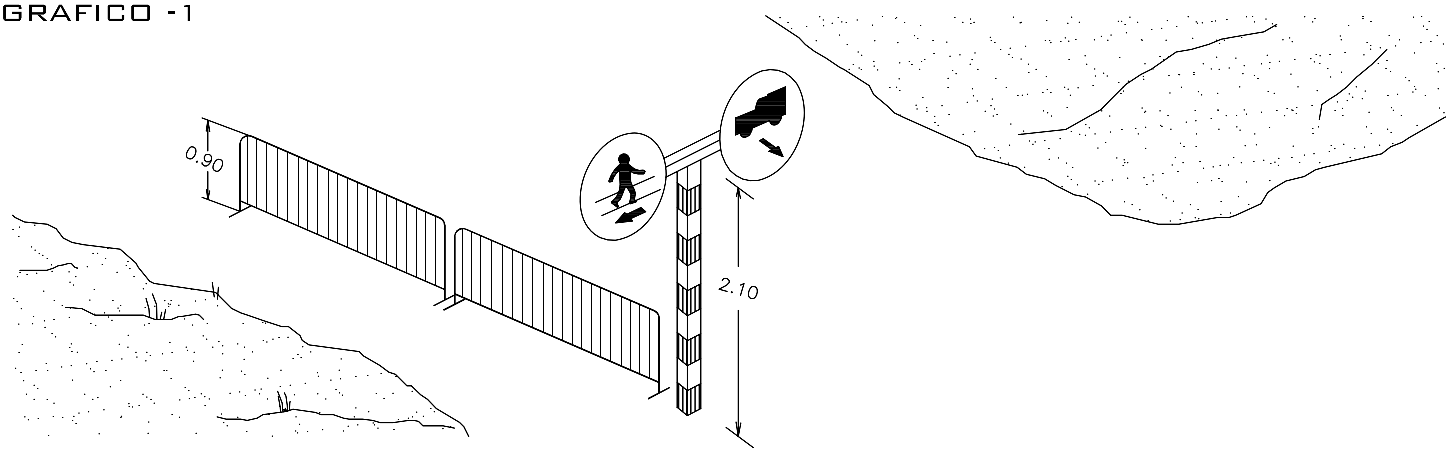


GRAFICO -2

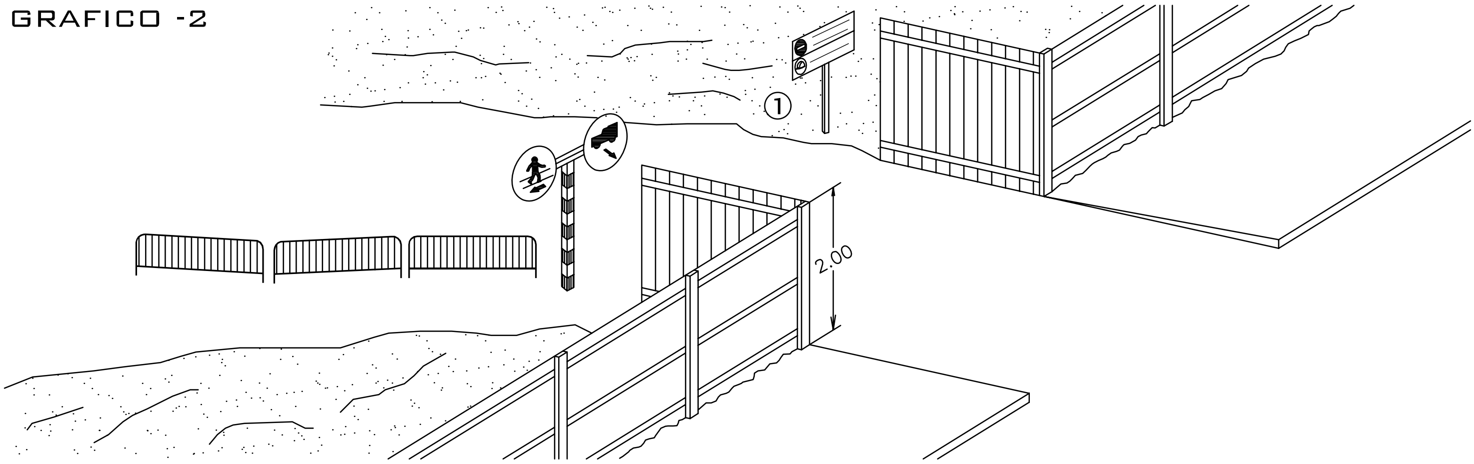


GRAFICO -3

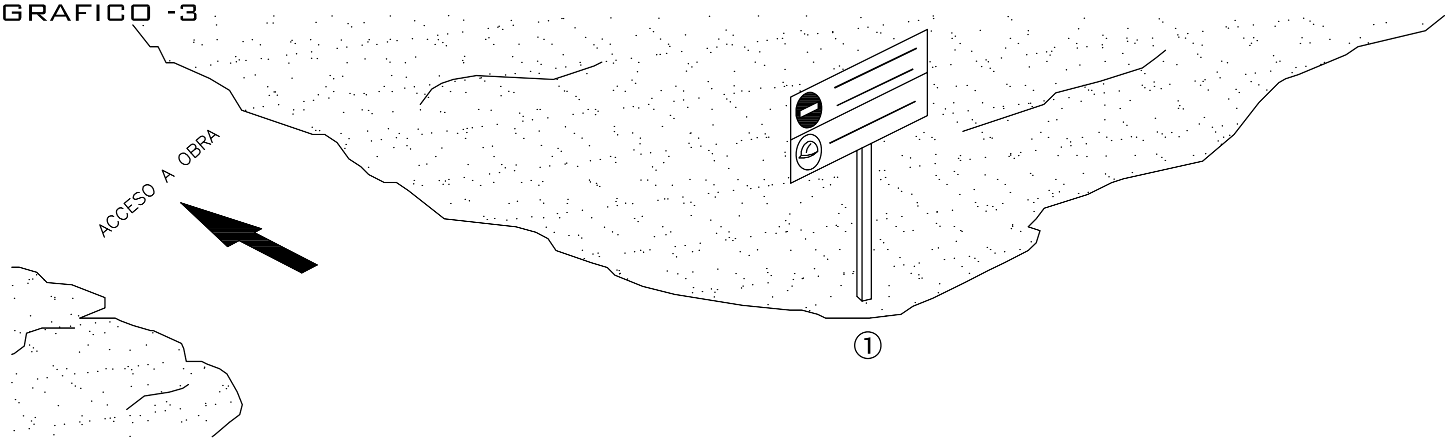
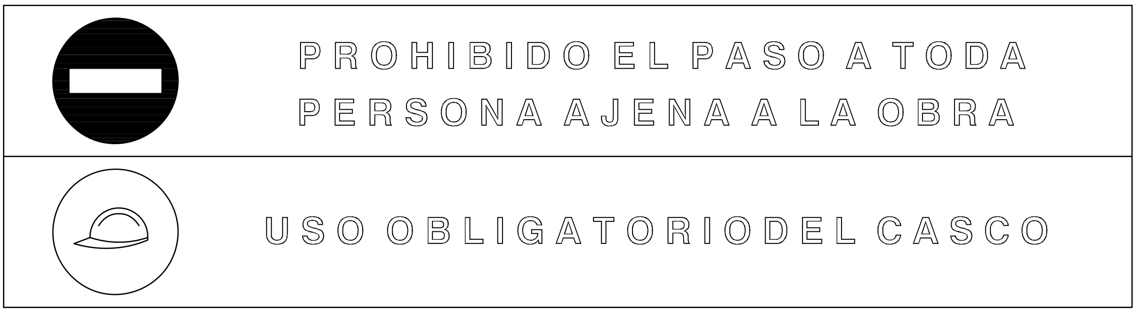
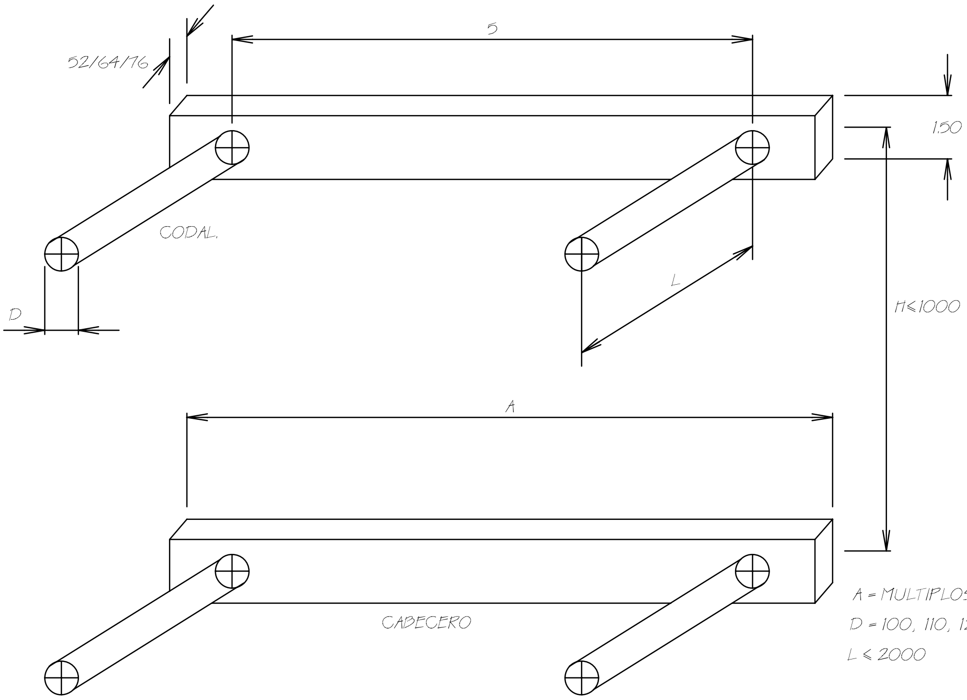

ACCESO A OBRA
①

GRAFICO -4 DETALLE CARTEL ①


PROHIBIDO EL PASO A TODA
PERSONA AJENA A LA OBRA
USO OBLIGATORIODEL CASCO

ENTIBACION LIGERA

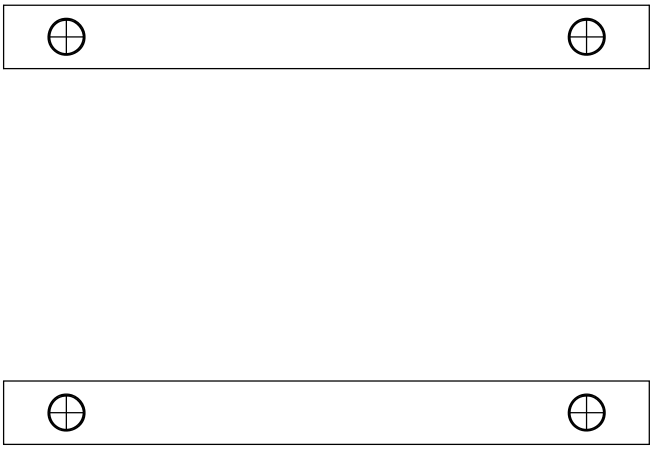


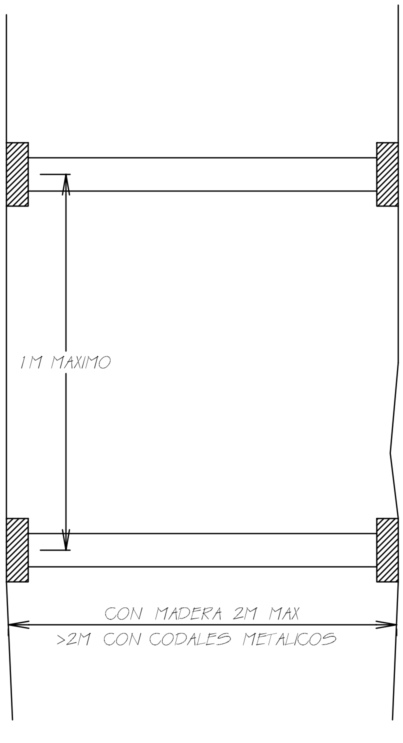
52/64/76
5
150
CODAL.
D
L
H≤1000
A
CABECERO

A = MULTIPLOS DE 100 MM
D = 100, 110, 120 , 130 , 140, 150
L ≤ 2000

COTAS EN MM

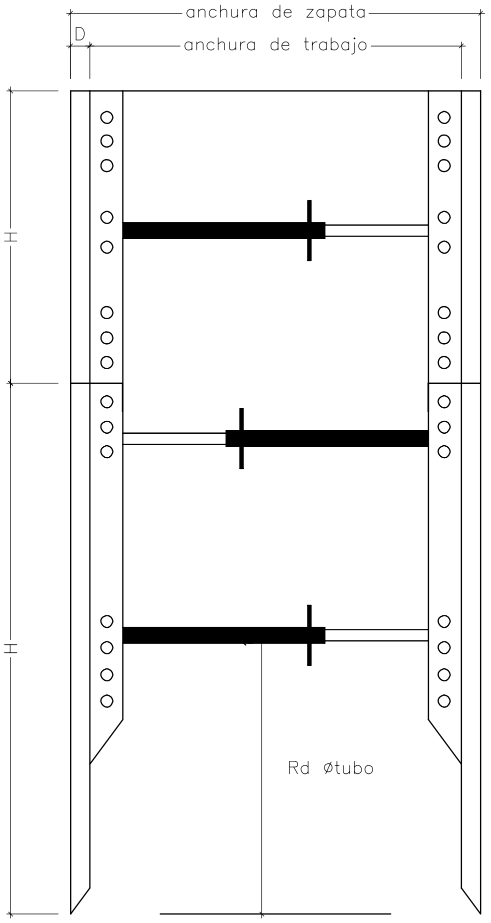
ENTIBACION LIGERA



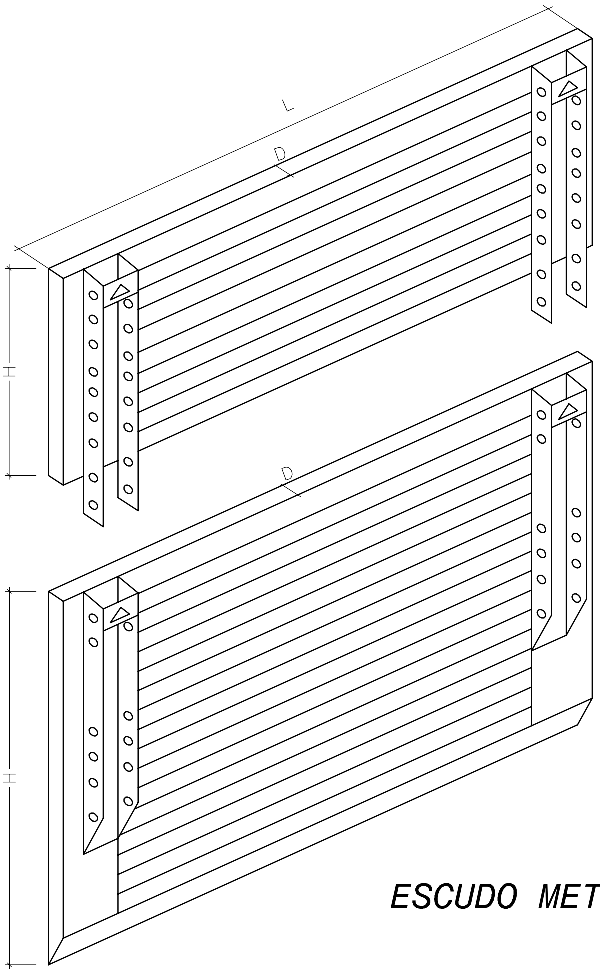


1M MAXIMO
CON MADERA 2M MAX
>2M CON CODALES METALICOS

ENTIBACIÓN CON ESCUDO METÁLICO

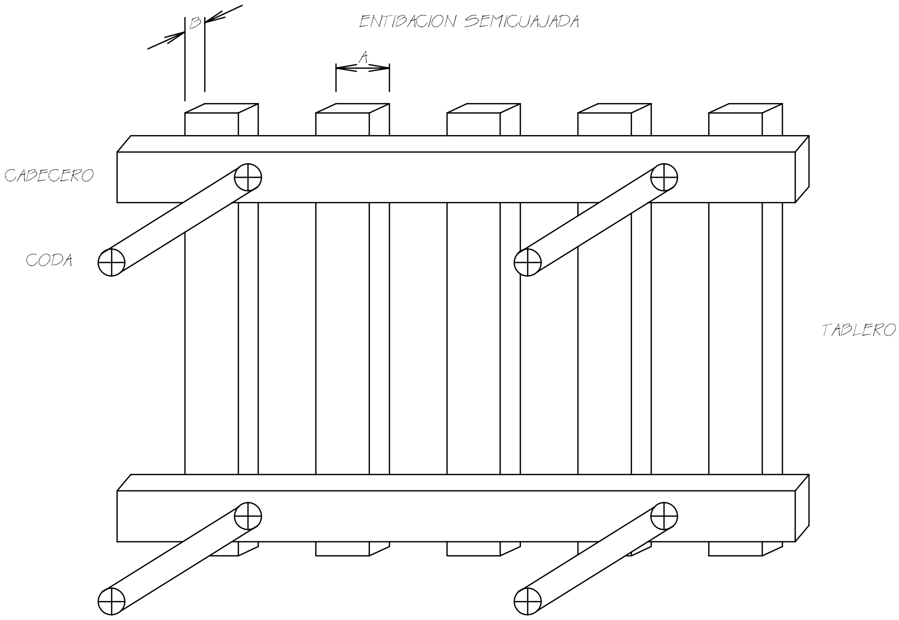

anchura de zapata
D
anchura de trabajo
H
H
Rd øtubo

Rd = Diámetro exterior
del tubo



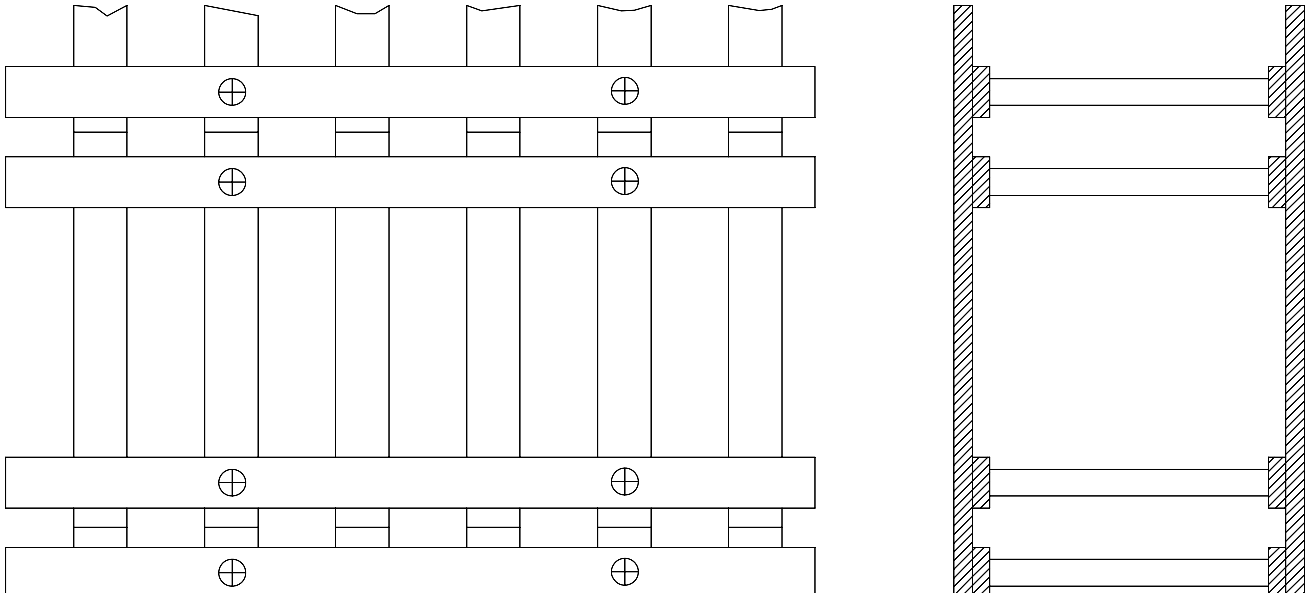
ESCUDO METÁLICO

ENTIBACION SEMICUAJADA

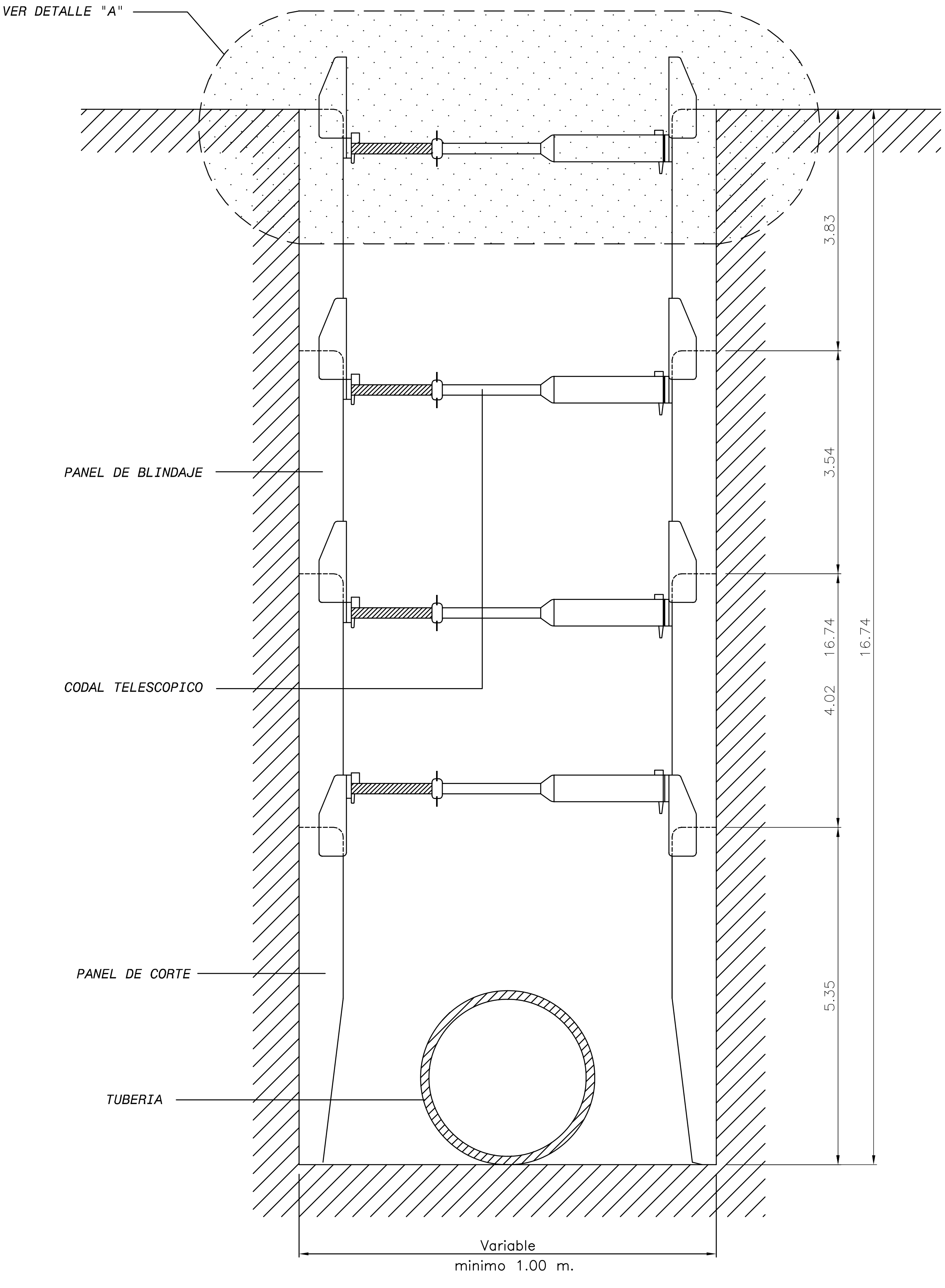

B
A
CABECERO
CODA
TABLERO

	A MM	8 MM
TABLA	100	20/25/30
TABLON	50	52/65/76

ENTIBACION SEMICUAJADA

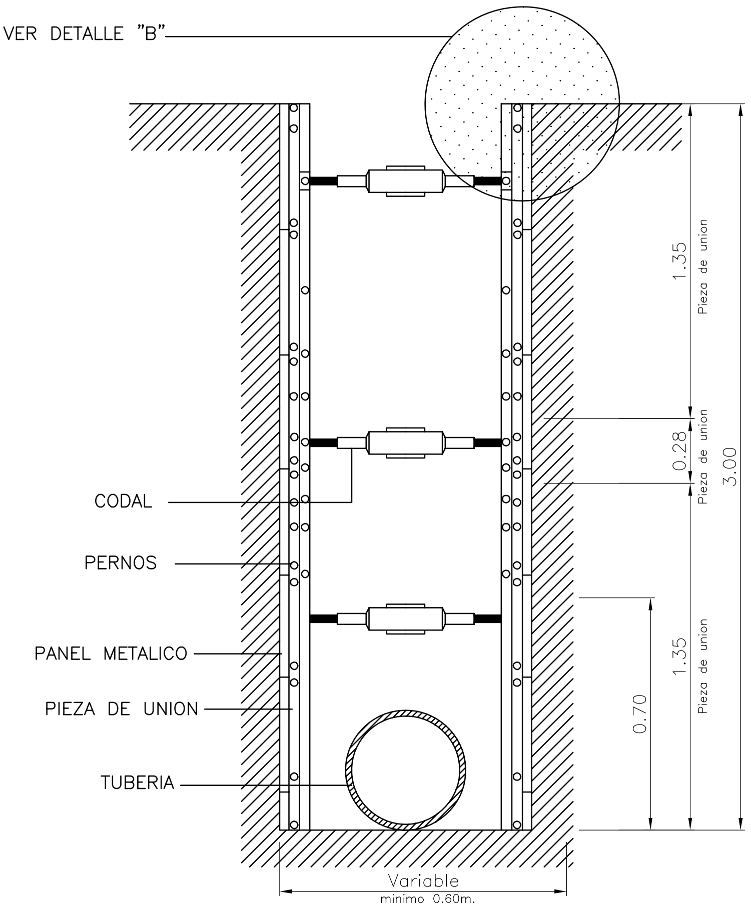


ENTIBACIÓN DE ZANJA
CON PANEL DE BLINDAJE


VER DETALLE "A"
PANEL DE BLINDAJE
CODAL TELESCOPICO
PANEL DE CORTE
TUBERIA
3.83
3.54
16.74
16.74
4.02
5.35
Variable
minimo 1.00 m.

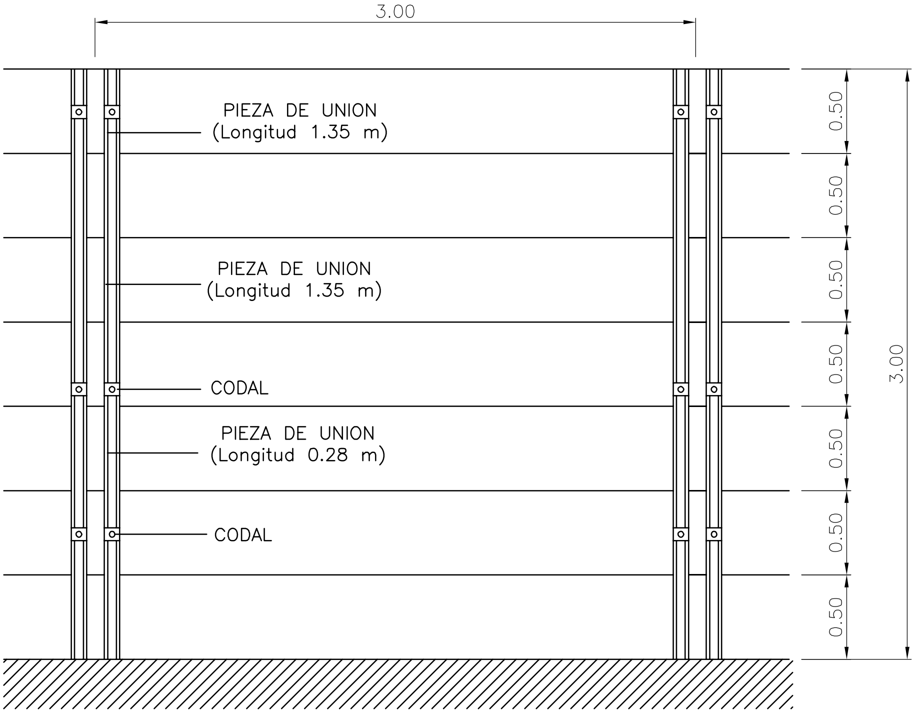
SECCION

ENTIBACIÓN DE ZANJA CON PANEL DE BLINDAJE


VER DETALLE "B"
1.35
Pieza de union
0.28
Pieza de union
3.00
CODAL
PERNOS
PANEL METALICO
PIEZA DE UNION
TUBERIA
1.35
Pieza de union
0.70
Variable
minimo 0.60m.

SECCION

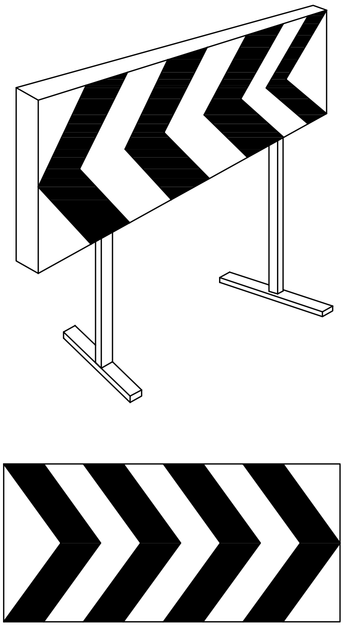
PANEL DE BLINDAJE


3.00
PIEZA DE UNION
(Longitud 1.35 m)
PIEZA DE UNION
(Longitud 1.35 m)
CODAL
PIEZA DE UNION
(Longitud 0.28 m)
CODAL
0.50
0.50
0.50
0.50
0.50
0.50
0.50
3.00

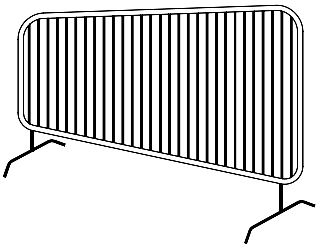
ALZADO

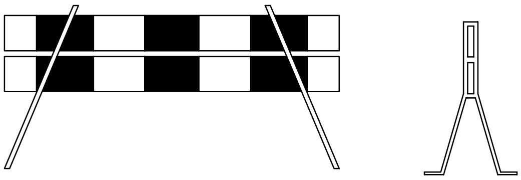
MATERIALES SEÑALIZACION

VALLAS DESVIO TRAFICO

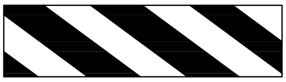


Panel de orientaccion direccional
de 1.95 x 0.95 m

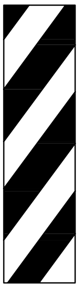




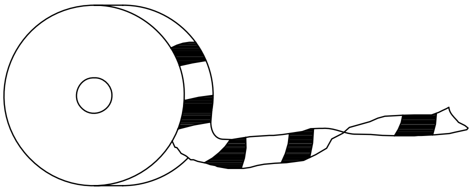
vallas moviles



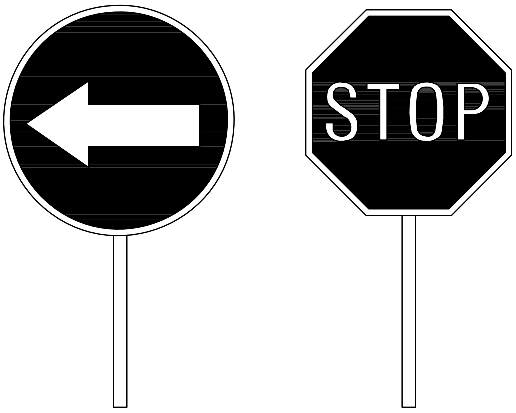
Barrera fija



Baliza

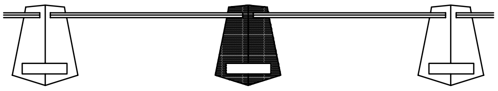


CINTA BALIZAMIENTO

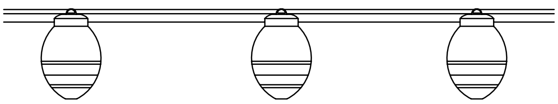


Paleta de Obras
Doble cara

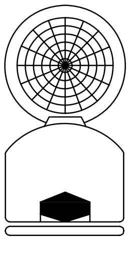
Banderitas



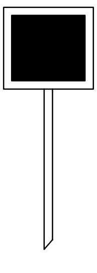
Porta lamparas de plastico



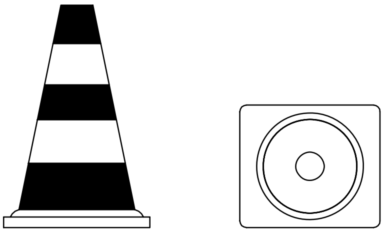
Piqueta para borde
de calzada reflexivo

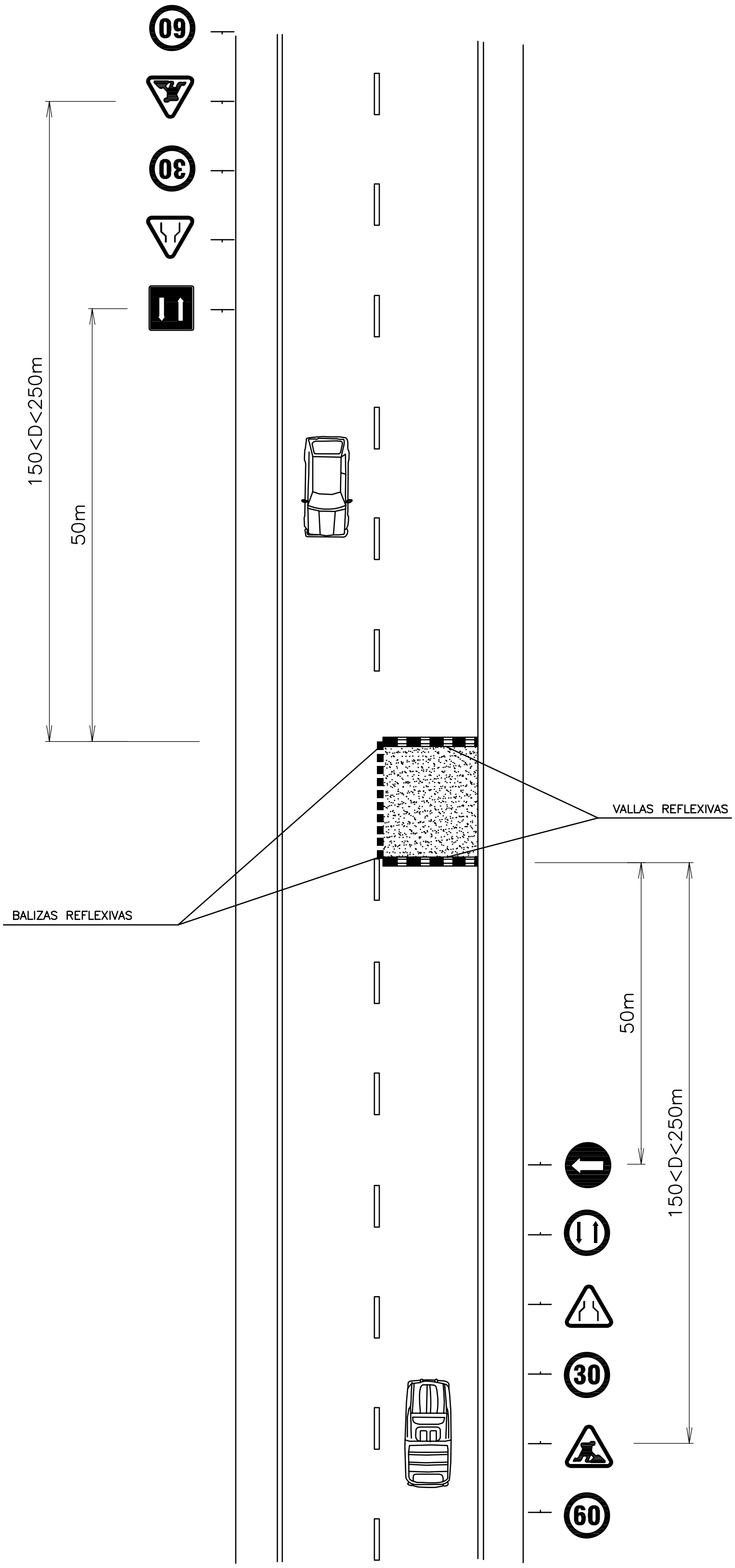


Balizas intermitentes
con delula
foto—electrico



Cono reflexivo




150<D<250m
50m
VALLAS REFLEXIVAS
BALIZAS REFLEXIVAS
50m
150<D<250m
60
30
30
60

SEÑALIZACION DE OBRAS QUE OCUPAN UNA VIA COMPLETA

3. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES

3.1. NORMATIVA LEGAL DE APLICACIÓN

Son de obligado cumplimiento todas las disposiciones que siguen:

- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción (Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre; BOE nº 256, de 25 de octubre).
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 54/2003 de 12 de diciembre; BOE nº 298, de 13 de diciembre).
- Reglamento de los Servicios de Prevención (Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo; BOE nº 127, de 27 de mayo).
- Orden TIN/2504/2010, de 20 de septiembre, (BOE nº 235, de 28 de septiembre) por la que se desarrolla el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, en lo referido a la acreditación de entidades especializadas como servicios de prevención, memoria de actividades preventivas y autorización para realizar la actividad de auditoría del sistema de prevención de las empresas.
- Orden TAS/3623/2006, de 28 de noviembre, por la que se regulan las actividades preventivas en el ámbito de la Seguridad Social y la financiación de la Fundación para la Prevención de Riesgos Laborales
- Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo (Real Decreto 485/1997, de 14 de abril; BOE nº 97 de 23 de abril) entra en vigor en abril de 1998.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo (Real Decreto 486/1997, de 14 de abril; BOE nº 97, de 23 de abril)
- Manipulación Manual de Cargas (Real Decreto 487/1997, de 14 de abril;).
- Pantallas de visualización (Real Decreto 488/1997, de 14 de abril; BOE nº 97 de 23 de abril).
- Agentes Biológicos (Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo; BOE nº 124 de 24 de mayo).
- Agentes Cancerígenos (Real Decreto 349/2003, de 21 de marzo; BOE nº 82, de 5 de abril).
- Real Decreto 286/2006 sobre protección frente a la exposición al ruido.
- Utilización de Equipos de Protección Individual (Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo; BOE nº 140 de 12 de junio).
- Utilización de Equipos de Trabajo (Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre).
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.

- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 327/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.
- Real Decreto 108/2016, de 18 de marzo, por el que se establecen los requisitos esenciales de seguridad para la comercialización de los recipientes a presión simples.
- Orden de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Convenios Colectivos Provincial y General de la Construcción.
- Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo, por el que se modifican y derogan diferentes disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial.
- Real Decreto 1801/2003, de 26 de diciembre, sobre seguridad general de los productos
- Convenio Colectivo Provincial de la Construcción.
- Libro de Incidencias (Real Decreto 1627/1997).
- Real Decreto 614/2001. Sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Resto de disposiciones oficiales relativas a seguridad, higiene y medicina en el trabajo que afecten a los trabajos que se han de realizar.

3.2. PRESCRIPCIONES DE LA MAQUINARIA

La maquinaria sólo será utilizada por personal competente, con la adecuada formación y autorización del empresario.

Se utilizará según las instrucciones del fabricante, que en todo momento acompañarán a las máquinas y serán conocidas por los operadores de las máquinas. Del mismo modo, los mantenimientos se realizarán siguiendo las instrucciones del fabricante.

Toda la maquinaria que intervenga en la obra deberá poseer el certificado de conformidad expendido por el fabricante y que estará a disposición de cualquier persona autorizada que lo solicite.

Según lo estipulado en el Real Decreto 1644/2008, todas las máquinas intervinientes en la obra tendrán cabina antivuelco, así como dispositivo acústico de marcha atrás y rotativo luminoso.

En todo momento se cumplirá lo dispuesto por el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

3.3. PRESCRIPCIONES DE ÚTILES Y HERRAMIENTAS

Los útiles y herramientas estarán en buenas condiciones de uso y sólo se utilizarán para las tareas para las que han sido diseñadas.

3.4. CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN

Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva, tienen fijado un período de vida útil, desechándose a su término. Cuando por las circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido del previsto en una determinada prenda o equipo, se repondrá esta, independientemente de la duración prevista o fecha de entrega. Toda prenda o equipo de protección que haya sufrido un trato limite, es decir, el máximo para el que fue concebido (por ejemplo, por un accidente) será desechado y repuesto al momento.

Aquellos medios que por su uso hayan adquirido holguras o desgastes superiores a los admitidos por el fabricante, serán repuestos inmediatamente. El uso de una prenda o equipo de protección nunca deberá representar un riesgo en sí mismo.

3.4.1. Equipos de protección individual (EPI's)

Las protecciones individuales, son las prendas o equipo que de una manera individualizada utiliza el trabajador, de acuerdo con el trabajo que realiza. No suprimen el origen del riesgo y únicamente sirven de escudo o colchón amortiguador del mismo. Se utilizan cuando no es posible el empleo de las colectivas.

Obligatoriamente, todos los equipos de protección individual (EPI) estarán dotados del marcado CE; dispondrán de declaración de conformidad, certificado del organismo de control y superación de los sistemas de control de calidad; y cumplirán las condiciones mínimas que se indican en el Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo y el RD 773/97, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

La ropa de trabajo que todo trabajador llevará: mono de tejido ligero y flexible, se ajustará al cuerpo con comodidad, facilidad de movimiento y bocamangas ajustadas. Cuando sea necesario, se dotara al trabajador de delantales, mandiles, petos, chalecos o cinturones anchos que refuercen la defensa del tronco.

Protección de la cabeza:

En estos trabajos se utilizaran cascos de seguridad no metálicos. Estos cascos dispondrán de atalaje interior, desmontable y adaptable a la cabeza del obrero. En caso necesario, deben disponer de barbuquejo, que evite su caída en ciertos tipos de trabajo.

Protección de la cara:

Esta protección se consigue normalmente mediante pantallas, existiendo varios tipos:

- Pantallas abatibles con arnés propio.
- Pantallas abatibles sujetas al casco de cabeza.
- Pantallas con protección de cabeza incorporada.
- Pantallas de mano.

Protección de los oídos:

Cuando el nivel de ruidos sobrepasa los 80 decibelios, que establece la ordenanza como límite, se utilizarán elementos de protección auditiva. Estos serán cascos antirruido.

Protección de la vista:

Dedicación especial ha de observarse en relación con este sentido, dada su importancia y riesgo de lesión grave. Los medios de protección ocular serán solicitados en función del riesgo específico a que se vaya a estar sometido. Señalaremos entre otros:

- Choque o impacto de partículas o cuerpos sólidos.
- A la acciona de polvos y humos.
- A la proyección o salpicaduras de líquidos.
- Radiaciones peligrosas y deslumbramientos.

Por ello utilizaremos:

- Gafas de montura universal con oculares de protección contra impactos y correspondientes protecciones adicionales.
- Pantallas normalizadas.

Protecciones de las extremidades inferiores:

El calzado a utilizar será normal. Únicamente cuando se trabaja en tierras húmedas y en puesta en obra y extendido de hormigón, se emplearán botas de goma vulcanizadas de media caña, tipo pocero, con suela antideslizante.

Para los trabajos en que exista posibilidad de perforación de las suelas por clavos o puntas se dotará al calzado de plantillas de resistencia a la perforación.

Protección de las extremidades superiores:

En este tipo de trabajo la parte de la extremidad más expuesta a sufrir deterioro son las manos. Por ello contra las lesiones que puede producir el cemento se utilizarán guantes de goma o de neopreno. Para las contusiones o arañazos que ocasionan en descargas y movimientos de materiales, así como en la colocación de hierro, se emplearán guantes de cuero o manoplas específicas al trabajo a ejecutar. Para los trabajos con electricidad, además de las recomendaciones de carácter general, los operarios dispondrán de guantes aislantes de la electricidad.

Protección del aparato respiratorio:

Al existir en estos trabajos buena ventilación, y no utilizarse sustancias nocivas, únicamente habrá que combatir los polvos que se produzcan en el movimiento general de tierras. Para ello se procederá a regar el terreno, así como a que el personal utilice adaptadores faciales, tipo mascarilla, dotados con filtros mecánicos con capacidad mínima de retención del 95%.

Cinturón de seguridad. Trabajos en altura:

En todos los trabajos en altura con peligro de caída al no poder utilizar protecciones colectivas, es obligatorio el uso del cinturón de seguridad. Llevaran cuerda de amarre o cuerda salvavidas de fibra natural o artificial, tipo nylon o similar, con mosquetón de enganche, siendo su longitud tal que no permita una caída a un plano inferior, superior a 1,50 m. de distancia.

3.4.2. Protecciones colectivas.

En su conjunto son los más importantes y se emplearán con preferencia a las individuales y acordes a las distintas unidades o trabajos a ejecutar. También en ellos podemos distinguir: unos de aplicación general, es decir, que tienen o deben tener presencia durante toda la obra, citemos señalización, instalación eléctrica, extintores, etc., y otros que se emplean solo en determinados trabajos: andamios, barandillas, redes, vallas, etc. Pasamos a comentar los primeros, en orden cronológico a su utilización.

Señalización:

Tiene una utilización general en toda la obra. Se emplearán con el criterio dispuesto en el artículo 4 del RD 485/97, de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Se emplearán señales de distintos tipos:

- Señales de prohibición.
- Señales de advertencia
- Señales de obligación.
- Señal de salvamento o socorro.

Las señales de prohibición y obligación tendrán forma de círculo y sus fondos rojos y azules, respectivamente. Para los carteles de advertencia la forma establecida es la triangular con fondo amarillo. La forma rectangular es la reservada para la señalización de información con fondos azules o verdes. La correcta utilización de estas señales y el cumplimiento de sus indicaciones evitarán las situaciones peligrosas y numerosos accidentes.

Protección contra incendios:

Para la prevención de este riesgo se dispondrá en obra de extintores portátiles de polvo seco polivalente para fuegos tipo A y B y de dióxido de carbono para fuegos de origen eléctrico.

Medidas de seguridad contra el fuego:

- Designación de un equipo especialmente adiestrado en el manejo de estos medios de extinción. Este equipo efectuará ronda de prevención al terminar el trabajo.
- Se cortará la corriente desde el cuadro general, en evitación de cortacircuitos, una vez finalizada la jornada laboral.
- Se cortará la corriente desde el cuadro general, en evitación de cortacircuitos, una vez finalizada la jornada laboral.
- Se prohibirá fumar en las zonas de trabajo donde exista un peligro evidente de incendio, debido a los materiales que se manejan.
- Obligación por parte de todos de comunicar cualquier conato de incendio al personal antes citado.
- Colaboración en la extinción, por parte de todo el personal.
- Avisar sistemáticamente al servicio de bomberos municipal.
- Prohibir el paso a personas ajenas a la Empresa.
- Todas las protecciones colectivas utilizadas deberán cumplir las normas establecidas en la legislación vigente.

Barandillas:

Se instalarán en los bordes en que exista riesgo de caída, serán de madera o hierro, y se construirán conforme se indica en el Anexo IV del RD 1627/97, de 24 octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Cables sujeción del cinturón de seguridad y sus anclajes:

Tendrán la resistencia suficiente para soportar los esfuerzos a que puedan estos someterse de acuerdo con su función protectora.

Plataformas de trabajo:

Se construirán conforme se indica en el Anexo IV del RD 1627/97, de 24 octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Escaleras de mano:

Serán metálicas, excepto en trabajos eléctricos que deberán ser de material aislante, y dispondrán de zapatas antideslizantes. No se utilizarán escaleras de madera con peldaños clavados, estos deberán ser ensamblados.

3.5. CERTIFICACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD

Una vez al mes la Constructora extenderá la valoración de las partidas que en materia de Seguridad y salud se hubiesen realizado en la obra; valorándose conforme al Plan de Seguridad y Salud y de acuerdo con los precios contratados por la Propiedad. Esta valoración será visada y aprobada por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra o en su defecto por la Dirección Facultativa y sin este requisito no podrá ser abonado por la Propiedad.

A la hora de redactar el presupuesto de este Estudio De Seguridad y Salud sólo se han tenido en cuenta las partidas que intervienen como medida de Seguridad y Salud, haciendo omisión de medios auxiliares sin los cuales no se podrían realizar las obras.

En caso de ejecutar en obra unidades no previstas en el presente presupuesto, se definirán total y correctamente las mismas y se les adjudicará el precio correspondiente, precediéndose para su abono, tal y como se indica en el párrafo anterior.

En caso de plantearse una revisión de precios, el Contratista comunicará esta proposición a la Propiedad por escrito, habiéndose obtenido la aprobación previa del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o en su defecto de la Dirección Facultativa.

3.6. SEGUROS DE RESPONSABILIDAD CIVIL

Será preceptivo en la obra que los Técnicos responsables dispongan de cobertura en materia de responsabilidad civil profesional; asimismo el Contratista debe de disponer de cobertura de responsabilidad civil en el ejercicio de su actividad industrial, cubriendo el riesgo inherente a su actividad como constructor por los daños a terceras personas de los que pueda resultar responsabilidad civil extracontractual a su cargo por los hechos nacidos de culpa o negligencia; se entiende que esta responsabilidad civil debe quedar ampliada al campo de responsabilidad civil patronal.

3.7. OBLIGACIONES DE LAS PARTES IMPLICADAS

La Propiedad:

El abono de las partidas presupuestarias en el Estudio de Seguridad y Salud, concretadas en el Plan de Seguridad y Salud de la Obra, lo realizará la Propiedad de la misma al Contratista, previa certificación del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra o en su defecto de la Dirección Facultativa y expedida conjuntamente con las correspondientes a las demás unidades de obra realizadas.

La empresa constructora:

La empresa constructora viene obligada a cumplir las directrices contenidas en el Estudio de Seguridad y Salud a través del Plan de Seguridad y Salud, coherente con el anterior y con los sistemas de ejecución que la misma vaya a emplear.

El plan de Seguridad y Salud contará con la aprobación del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra o en su defecto de la Dirección Facultativa y será previo al comienzo de las obra. Dicha aprobación se recogerá en un Acta firmada por el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución del la obra o en su defecto por la Dirección Facultativa y el redactor del Plan de Seguridad y Salud.

Una vez aprobado, una copia del Plan a efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada al Comité de Seguridad y Salud y en su d efecto, a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

Por último la empresa constructora cumplirá las estipulaciones preventivas del Plan de seguridad y salud, respondiendo solidariamente de los daños que se deriven de la infracción del mismo por su parte o de los posibles subcontratistas empleados.

La Dirección Facultativa:

La Dirección Facultativa considerará el Plan de Seguridad y Salud como parte integrante de la ejecución de la obra, correspondiendo al Coordinador en materia de seguridad y salud, autorizando previamente cualquier modificación de este, dejando constancia de ello en el Libro de Incidencias.

3.8. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

En aplicación del Estudio de Seguridad y Salud, cada Contratista elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el Estudio, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el Contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el estudio o estudio básico.

En el caso de planes de seguridad y salud elaborados en aplicación del estudio de seguridad y salud las propuestas de medidas alternativas de prevención incluirán la valoración económica de las mismas, que no podrá implicar disminución del importe total.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra.

En el caso de obras de las Administraciones Públicas, el Plan, con el correspondiente informe del Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra, se elevará para su aprobación a la Administración Pública que haya adjudicado la obra.

Cuando no sea necesaria la designación de Coordinador, las funciones que se le atribuyen en los párrafos anteriores serán asumidas por la Dirección Facultativa.

En relación con los puestos de trabajo en la obra, el Plan de Seguridad y Salud en el trabajo a que se refiere este artículo constituye el instrumento básico de ordenación de las actividades de identificación y, en su caso, evaluación de riesgos y planificación de la actividad preventiva a las que se refiera el capítulo II del Real Decreto por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

El Plan de Seguridad y Salud podrá ser modificado por el Contratista en función del proceso de ejecución de la obra, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero siempre con la aprobación expresa. Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar, por escrito y de forma razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. A tal efecto, el Plan de Seguridad y Salud estará en la obra a disposición permanente de los mismos.

Asimismo, el Plan de Seguridad y Salud estará en la obra a disposición permanente de la Dirección Facultativa.

3.9. LIBRO DE INCIDENCIAS

En cada centro de trabajo existirá con fines de control y seguimiento del Estudio de Seguridad y Salud, un Libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado al efecto.

El Libro de Incidencias será facilitado por:

- El Colegio Profesional al que pertenece el técnico que haya aprobado el Estudio de Seguridad y Salud.
- La Oficina de Supervisión de Proyectos u órgano equivalente cuando se trate de obras de las Administraciones Públicas.

El Libro de Incidencias, que deberá mantenerse siempre en la obra, estará en poder del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no fuera necesaria la designación de Coordinador, en poder de la Dirección Facultativa. A dicho libro tendrán acceso la Dirección Facultativa de la obra, los Contratistas y Subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones Públicas, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo, relacionadas con los fines que al libro se le reconocen.

Efectuada una anotación en el Libro de Incidencias, el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no sea necesaria la designación de Coordinador, la Dirección Facultativa, estarán obligados a remitir, en el plazo de veinticuatro horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente deberán notificar las anotaciones en el Libro al Contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste.

MADRID, NOVIEMBRE DE 2025
EL INGENIERO DE CAMINOS

Fdo: Luis F. Plaza Beltrán
Colegiado 12.830

4. PRESUPUESTO

LISTADO DE MEDICIONES

CAPÍTULO 01 FASE 1. ACONDICIONAMIENTO CORONACIÓN

SUBCAPÍTULO 01.01 PROTECCIONES COLECTIVAS

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
01.01.01	**m.**	**CINTA BALIZAMIENTO BICOLOR 8 cm.** Cinta de balizamiento bicolor rojo/blanco de material plástico, incluso colocación y desmontaje. s/R.D. 485/97.						
			40	50,000			2.000,000	
								2.000,00
01.01.02	**m.**	**MALLA POLIETILENO DE SEGURIDAD** Malla de polietileno alta densidad con tratamiento antiultravioleta, color naranja de 1 m. de altura, tipo stopper, i/colocación y desmontaje, amortizable en tres usos. s/R.D. 486/97.						
			1	850,000			850,000	
								850,00
01.01.03	**m.**	**BARANDILLA PUNTALES Y MADERA** Barandilla de protección de perímetros de forjados, compuesta por puntales metálicos telescópicos separados 2,50 m., (amortizable en 8 usos), fijados por apriete al forjado, pasamanos formado por tablón de 20x5 cm., rodapié y travesaño intermedio de 15x5 cm. (amortizable en 3 usos), para aberturas corridas, incluso colocación y desmontaje. s/R.D. 486/97.						
			1	20,000			20,000	
								20,00
01.01.04	**m2**	**PASARELA METÁLICA SOBRE ZANJAS** Pasarela de protección de zanjas, pozos o hueco, en superficies horizontales con chapa de acero de 12 mm., incluso colocación y desmontaje (amortiz. en 10 usos). s/R.D. 486/97.						
			3	2,000	1,000		6,000	
								6,00
01.01.05	**ud**	**PALETA MANUAL 2 CARAS STOP-OBL.** Señal de seguridad manual a dos caras: Stop-Dirección obligatoria, tipo paleta. (amortizable en dos usos). s/R.D. 485/97.						
			2				2,000	
								2,00
01.01.06	**ud**	**SEÑAL TRIANGULAR L=70cm. I/SOPORTE** Señal de seguridad triangular de L=70 cm., normalizada, con trípode tubular, amortizable en cinco usos, i/colocación y desmontaje. s/R.D. 485/97.						
			2				2,000	
								2,00
01.01.07	**ud**	**SEÑAL CIRCULAR D=60cm. I/SOPORTE** Señal de seguridad circular de D=60 cm., normalizada, con soporte metálico de acero galvanizado de 80x40x2 mm. y 2 m. de altura, amortizable en cinco usos, i/p.p. de apertura de pozo, hormigonado H-100/40, colocación y desmontaje. s/R.D. 485/97.						
			5				5,000	
								5,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
01.01.08	**ud**	**PANEL DIRECCIONAL C/SOPORTE** Panel direccional reflectante de 60x90 cm., con soporte metálico, amortizable en cinco usos, i/p.p. de apertura de pozo, hormigonado H-100/40, colocación y montaje. s/R.D. 485/97.						
			5				5,000	
								5,00
01.01.09	**ud**	**PLACA SEÑALIZACIÓN RIESGO** Placa señalización-información en PVC serigrafiado de 50x30 cm., fijada mecánicamente, amortizable en 3 usos, incluso colocación y desmontaje. s/R.D. 485/97.						
			20				20,000	
								20,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
SUBCAPÍTULO 01.02 EXTINCION DE INCENDIOS								
01.02.01	**ud**	**EXTINTOR POLVO ABC 9 kg. PR.INC.** Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/144B, de 9 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y manguera con difusor, según norma EN-3:1996. Medida la unidad instalada. s/R.D. 486/97.						
			2				2,000	
								2,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
SUBCAPÍTULO 01.03 PROTECCION INSTALACIÓN ELECTRICA								
01.03.01	**ud**	**TOMA DE TIERRA R80 Oh;R=100 Oh.m** Toma de tierra para una resistencia de tierra R</=80 Ohmios y una resistividad R=100 Oh.m. formada por arqueta de ladrillo macizo de 38x38x30 cm., tapa de hormigón armado, tubo de PVC de D=75 mm., electrodo de acero cobrizado 14,3 mm. y 100 cm., de profundidad hincado en el terreno, línea de t.t. de cobre desnudo de 35 mm2, con abrazadera a la pica, instalado. MI BT 039. y según R.D. 614/2001.						
			2				2,000	
								2,00
01.03.02	**ud**	**CUADRO DE OBRA 63 A. MODELO 3** Cuadro de obra trifasico 63 A, compuesto por armario metálico con revestimiento de poliester de 600x500 cm. con salida lateral por toma de corriente y salida interior por bornes fijos, soportes, manecilla de sujecion y/o anillos de elevacion, con cerradura, MT General de 4x63 A., 3 diferenciales de 2x40 A. 30 mA, 4x63 A. 30 mA y 4x63 A. 300 mA, respectivamente, 6 MT por base, dos de 2x16 A., dos de 4x16 A., uno de 4x32 A. y uno de 4x50 A., incluyendo cableado, rotulos de identificacion, 6 bases de salida y p.p. de conexion a tierra, instalado (amortizable en 4 obras) s/ITC-BT-33 del REBT, RD 842/2002 de 02/08/2002 y UNE-EN 60439-4.						
			1				1,000	
								1,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
SUBCAPÍTULO 01.04 INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR								
01.04.01	**ms**	**ALQUI. CASETA 2 OFIC.+ASEO 19,40 m2** Mes de alquiler de caseta prefabricada para dos despachos de oficina y un aseo con inodoro y lavabo de 7,92x2,45x2,45 m. de 19,40 m2. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido autoextinguible, interior con tablero melaminado en color. Cubierta en arco de chapa galvanizada ondulada reforzada con perfil de acero; fibra de vidrio de 60 mm., interior con tablex lacado. Suelo de aglomerado revestido con PVC continuo de 2 mm., y poliestireno de 50 mm. con apoyo en base de chapa galvanizada de sección trapezoidal. Puerta de 0,8x2 m., de chapa galvanizada de 1 mm., reforzada y con poliestireno de 20 mm., picaporte y cerradura. Dos ventanas aluminio anodizado corredera, contraventana de acero galvanizado. Instalación eléctrica a 220 V., toma de tierra, automático, 2 fluorescentes de 40 W., enchufes para 1500 W. y punto luz exterior de 60 W. Con transporte a 150 km.(ida y vuelta). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.						
			8				8,000	
								8,00
01.04.02	**ms**	**ALQUILER CASETA COMEDOR 19,40 m2** Mes de alquiler de caseta prefabricada para comedor de obra de 7,92x2,45x2,45 m. de 19,40 m2. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido autoextinguible, interior con tablero melaminado en color. Cubierta en arco de chapa galvanizada ondulada reforzada con perfil de acero; fibra de vidrio de 60 mm., interior con tablex lacado. Suelo de aglomerado revestido con PVC continuo de 2 mm., y poliestireno de 50 mm. con apoyo en base de chapa galvanizada de sección trapezoidal. Puerta de 0,8x2 m., de chapa galvanizada de 1 mm., reforzada y con poliestireno de 20 mm., picaporte y cerradura. Dos ventanas aluminio anodizado corredera, contraventana de acero galvanizado. Instalación eléctrica a 220 V., toma de tierra, automático, 2 fluorescentes de 40 W., enchufes para 1500 W. y punto luz exterior de 60 W. Con transporte a 150 km.(ida y vuelta). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.						
			8				8,000	
								8,00
01.04.03	**ms**	**ALQUILER CASETA ASEO 8,92 m2** Mes de alquiler (min 12 meses) de caseta prefabricada para aseos en obra de 4,00x2,23x2,63 m. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, con aislamiento de poliestireno expandido. Ventana de 0,84x0,80 m. de aluminio anodizado, corredera, con reja y luna de 6 mm., termo eléctrico de 50 l., dos placas turcas, dos placas de ducha y lavabo de tres grifos, todo de fibra de vidrio con terminación de gel-coat blanco y pintura antideslizante, suelo contrachapado hidrófugo con capa fenolítica antideslizante y resistente al desgaste, puerta madera en turca, cortina en ducha. Tubería de polibutileno aislante y resistente a incrustaciones, hielo y corrosiones, instalación eléctrica mono. 220 V. con automático. Con transporte a 150 km.(ida y vuelta). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.						
			8				8,000	
								8,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
01.04.04	**ms**	**ALQUILER CASETA ROULOTTE ALMACÉN** Mes de alquiler de caseta prefabricada tipo Roulotte para almacén en obra de 3,25x1,90x2,30 m. de 6 m2. Estructura de chapa galvanizada. Cubierta y cerramiento lateral de chapa galvanizada trapezoidal de 0,6 mm. reforzada con perfiles de acero, interior prelacado. Suelo de aglomerado hidrófugo de 19 mm. puerta de acero de 1 mm., de 0,80x2,00 m. pintada con cerradura. Ventana fija de cristal de 6mm., recercado con perfil de goma. Sin transporte. Según R.D. 486/97.						
			8				8,000	
								8,00
01.04.05	**ud**	**ACOMETIDA PROVIS. SANEAMIENTO** Acometida provisional de saneamiento de caseta de obra a la red general municipal, hasta una distancia máxima de 8 m., formada por: rotura del pavimento con compresor, excavación manual de zanjas de saneamiento en terrenos de consistencia dura, colocación de tubería de hormigón en masa de enchufe de campana, con junta de goma de 20 cm. de diámetro interior, tapado posterior de la acometida y reposición del pavimento con hormigón en masa de 330 kg. de cemento/m3. de dosificación, sin incluir formación del pozo en el punto de acometida y con p.p. de medios auxiliares.						
			2				2,000	
								2,00
01.04.06	**ud**	**ACOMETIDA PROV.FONTANERÍA 25 mm.** Acometida provisional de fontanería para obra de la red general municipal de agua potable hasta una longitud máxima de 8 m., realizada con tubo de polietileno de 25 mm. de diámetro, de alta densidad y para 10 atmósferas de presión máxima con collarín de toma de fundición, p.p. de piezas especiales de polietileno y tapón roscado, incluso derechos y permisos para la conexión, terminada y funcionando, y sin incluir la rotura del pavimento.						
			2				2,000	
								2,00
01.04.07	**ud**	**MESA MELAMINA PARA 10 PERSONAS** Mesa de melamina para comedor de obra con capacidad para 10 personas, (amortizable en 4 usos).						
			2				2,000	
								2,00
01.04.08	**ud**	**PERCHA PARA DUCHA O ASEO** Percha para aseos o duchas en aseos de obra, colocada.						
			20				20,000	
								20,00
01.04.09	**ud**	**PORTARROLLOS INDUS.C/CERRADUR** Portarrollos industrial con cerradura de seguridad, colocado, (amortizable en 3 usos).						
			2				2,000	
								2,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
01.04.10	**ud**	**ESPEJO VESTUARIOS Y ASEOS** Espejo para vestuarios y aseos, colocado.						
			2				2,000	
								2,00
01.04.11	**ud**	**JABONERA INDUSTRIAL 1 LITRO** Dosificador de jabón de uso industrial de 1 l. de capacidad, con dosificador de jabón colocada (amortizable en 3 usos).						
			2				2,000	
								2,00
01.04.12	**ud**	**DISPENSADOR DE PAPEL TOALLA** Dispensador de papel toalla con cerradura de seguridad, colocado. Amortizable en 3 usos.						
			2				2,000	
								2,00
01.04.13	**ud**	**HORNO MICROONDAS** Horno microondas de 18 litros de capacidad, con plato giratorio incorporado (amortizable en 5 usos).						
			1				1,000	
								1,00
01.04.14	**ud**	**TAQUILLA METÁLICA INDIVIDUAL** Taquilla metálica individual para vestuario de 1,80 m. de altura en acero laminado en frío, con tratamiento antifosfatante y anticorrosivo, con pintura secada al horno, cerradura, balda y tubo percha, lamas de ventilación en puerta, colocada, (amortizable en 3 usos).						
			20				20,000	
								20,00
01.04.15	**ud**	**BANCO MADERA PARA 5 PERSONAS** Banco de madera con capacidad para 5 personas, (amortizable en 2 usos).						
			4				4,000	
								4,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
SUBCAPÍTULO 01.05 MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS								
01.05.01	**ud**	**BOTIQUÍN DE URGENCIA** Botiquín de urgencia para obra fabricado en chapa de acero, pintado al horno con tratamiento anticorrosivo y seigrafía de cruz. Color blanco, con contenidos mínimos obligatorios, colocado.						
			2				2,000	
								2,00
01.05.02	**ud**	**REPOSICIÓN BOTIQUÍN** Reposición de material de botiquín de urgencia.						
			1				1,000	
								1,00
01.05.03	**ud**	**CAMILLA PORTÁTIL EVACUACIONES** Camilla portátil para evacuaciones. (amortizable en 10 usos).						
			1				1,000	
								1,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
SUBCAPÍTULO 01.06 FORMACION Y REUNIONES DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO								
01.06.01	**ud**	**COSTO MENSUAL DE CONSERVACIÓN** Costo mensual de conservación de instalaciones provisionales de obra, considerando 2 horas a la semana un oficial de 2ª.						
			8				8,000	
								8,00
01.06.02	**ud**	**COSTO MENSUAL LIMPIEZA Y DESINF.** Costo mensual de limpieza y desinfección de casetas de obra, considerando dos horas a la semana un peón ordinario.						
			8				8,000	
								8,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
CAPÍTULO 02 FASE 2. SELLADO FINAL								
SUBCAPÍTULO 02.01 PROTECCIONES COLECTIVAS								
02.01.01	**m.**	**CINTA BALIZAMIENTO BICOLOR 8 cm.** Cinta de balizamiento bicolor rojo/blanco de material plástico, incluso colocación y desmontaje. s/R.D. 485/97.						
			20	50,000			1.000,000	
								1.000,00
02.01.02	**m.**	**MALLA POLIETILENO DE SEGURIDAD** Malla de polietileno alta densidad con tratamiento antiultravioleta, color naranja de 1 m. de altura, tipo stopper, i/colocación y desmontaje, amortizable en tres usos. s/R.D. 486/97.						
			1	500,000			500,000	
								500,00
02.01.03	**ud**	**PALETA MANUAL 2 CARAS STOP-OBL.** Señal de seguridad manual a dos caras: Stop-Dirección obligatoria, tipo paleta. (amortizable en dos usos). s/R.D. 485/97.						
			2				2,000	
								2,00
02.01.04	**ud**	**SEÑAL TRIANGULAR L=70cm. I/SOPORTE** Señal de seguridad triangular de L=70 cm., normalizada, con trípode tubular, amortizable en cinco usos, i/colocación y desmontaje. s/R.D. 485/97.						
			2				2,000	
								2,00
02.01.05	**ud**	**SEÑAL CIRCULAR D=60cm. I/SOPORTE** Señal de seguridad circular de D=60 cm., normalizada, con soporte metálico de acero galvanizado de 80x40x2 mm. y 2 m. de altura, amortizable en cinco usos, i/p.p. de apertura de pozo, hormigonado H-100/40, colocación y desmontaje. s/R.D. 485/97.						
			5				5,000	
								5,00
02.01.06	**ud**	**PANEL DIRECCIONAL C/SOPORTE** Panel direccional reflectante de 60x90 cm., con soporte metálico, amortizable en cinco usos, i/p.p. de apertura de pozo, hormigonado H-100/40, colocación y montaje. s/R.D. 485/97.						
			5				5,000	
								5,00
02.01.07	**ud**	**PLACA SEÑALIZACIÓN RIESGO** Placa señalización-información en PVC serigrafiado de 50x30 cm., fijada mecánicamente, amortizable en 3 usos, incluso colocación y desmontaje. s/R.D. 485/97.						
			20				20,000	
								20,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
SUBCAPÍTULO 02.02 EXTINCION DE INCENDIOS								
02.02.01	**ud**	**EXTINTOR POLVO ABC 9 kg. PR.INC.** Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/144B, de 9 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y manguera con difusor, según norma EN-3:1996. Medida la unidad instalada. s/R.D. 486/97.						
			2				2,000	
								2,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
SUBCAPÍTULO 02.03 PROTECCION INSTALACIÓN ELECTRICA								
02.03.01	**ud**	**TOMA DE TIERRA R80 Oh;R=100 Oh.m** Toma de tierra para una resistencia de tierra R</=80 Ohmios y una resistividad R=100 Oh.m. formada por arqueta de ladrillo macizo de 38x38x30 cm., tapa de hormigón armado, tubo de PVC de D=75 mm., electrodo de acero cobrizado 14,3 mm. y 100 cm., de profundidad hincado en el terreno, línea de t.t. de cobre desnudo de 35 mm2, con abrazadera a la pica, instalado. MI BT 039. y según R.D. 614/2001.						
			2				2,000	
								2,00
02.03.02	**ud**	**CUADRO DE OBRA 63 A. MODELO 3** Cuadro de obra trifasico 63 A, compuesto por armario metálico con revestimiento de poliester de 600x500 cm. con salida lateral por toma de corriente y salida interior por bornes fijos, soportes, manecilla de sujecion y/o anillos de elevacion, con cerradura, MT General de 4x63 A., 3 diferenciales de 2x40 A. 30 mA, 4x63 A. 30 mA y 4x63 A. 300 mA, respectivamente, 6 MT por base, dos de 2x16 A., dos de 4x16 A., uno de 4x32 A. y uno de 4x50 A., incluyendo cableado, rotulos de identificacion, 6 bases de salida y p.p. de conexion a tierra, instalado (amortizable en 4 obras) s/ITC-BT-33 del REBT, RD 842/2002 de 02/08/2002 y UNE-EN 60439-4.						
			1				1,000	
								1,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
SUBCAPÍTULO 02.04 INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR								
02.04.01	**ms**	**ALQUILER CASETA COMEDOR 19,40 m2**						
		Mes de alquiler de caseta prefabricada para comedor de obra de 7,92x2,45x2,45 m. de 19,40 m2. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido autoextinguible, interior con tablero melaminado en color. Cubierta en arco de chapa galvanizada ondulada reforzada con perfil de acero; fibra de vidrio de 60 mm., interior con tablex lacado. Suelo de aglomerado revestido con PVC continuo de 2 mm., y poliestireno de 50 mm. con apoyo en base de chapa galvanizada de sección trapezoidal. Puerta de 0,8x2 m., de chapa galvanizada de 1 mm., reforzada y con poliestireno de 20 mm., picaporte y cerradura. Dos ventanas aluminio anodizado corredera, contraventana de acero galvanizado. Instalación eléctrica a 220 V., toma de tierra, automático, 2 fluorescentes de 40 W., enchufes para 1500 W. y punto luz exterior de 60 W. Con transporte a 150 km.(ida y vuelta). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.						
			8				8,000	
								8,00
02.04.02	**ms**	**ALQUILER CASETA ASEO 8,92 m2**						
		Mes de alquiler (min 12 meses) de caseta prefabricada para aseos en obra de 4,00x2,23x2,63 m. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, con aislamiento de poliestireno expandido. Ventana de 0,84x0,80 m. de aluminio anodizado, corredera, con reja y luna de 6 mm., termo eléctrico de 50 l., dos placas turcas, dos placas de ducha y lavabo de tres grifos, todo de fibra de vidrio con terminación de gel-coat blanco y pintura antideslizante, suelo contrachapado hidrófugo con capa fenolítica antideslizante y resistente al desgaste, puerta madera en turca, cortina en ducha. Tubería de polibutileno aislante y resistente a incrustaciones, hielo y corrosiones, instalación eléctrica mono. 220 V. con automático. Con transporte a 150 km.(ida y vuelta). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.						
			8				8,000	
								8,00
02.04.03	**ms**	**ALQUILER CASETA ROULOTTE ALMACÉN**						
		Mes de alquiler de caseta prefabricada tipo Roulotte para almacén en obra de 3,25x1,90x2,30 m. de 6 m2. Estructura de chapa galvanizada. Cubierta y cerramiento lateral de chapa galvanizada trapezoidal de 0,6 mm. reforzada con perfiles de acero, interior prelacado. Suelo de aglomerado hidrófugo de 19 mm. puerta de acero de 1 mm., de 0,80x2,00 m. pintada con cerradura. Ventana fija de cristal de 6mm., recercado con perfil de goma. Sin transporte. Según R.D. 486/97.						
			8				8,000	
								8,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
02.04.04	**ud**	**ACOMETIDA PROVIS. SANEAMIENTO** Acometida provisional de saneamiento de caseta de obra a la red general municipal, hasta una distancia máxima de 8 m., formada por: rotura del pavimento con compresor, excavación manual de zanjas de saneamiento en terrenos de consistencia dura, colocación de tubería de hormigón en masa de enchufe de campana, con junta de goma de 20 cm. de diámetro interior, tapado posterior de la acometida y reposición del pavimento con hormigón en masa de 330 kg. de cemento/m3. de dosificación, sin incluir formación del pozo en el punto de acometida y con p.p. de medios auxiliares.						
			2				2,000	
								2,00
02.04.05	**ud**	**ACOMETIDA PROV.FONTANERÍA 25 mm.** Acometida provisional de fontanería para obra de la red general municipal de agua potable hasta una longitud máxima de 8 m., realizada con tubo de polietileno de 25 mm. de diámetro, de alta densidad y para 10 atmósferas de presión máxima con collarín de toma de fundición, p.p. de piezas especiales de polietileno y tapón roscado, incluso derechos y permisos para la conexión, terminada y funcionando, y sin incluir la rotura del pavimento.						
			2				2,000	
								2,00
02.04.06	**ud**	**MESA MELAMINA PARA 10 PERSONAS** Mesa de melamina para comedor de obra con capacidad para 10 personas, (amortizable en 4 usos).						
			1				1,000	
								1,00
02.04.07	**ud**	**PERCHA PARA DUCHA O ASEO** Percha para aseos o duchas en aseos de obra, colocada.						
			10				10,000	
								10,00
02.04.08	**ud**	**PORTARROLLOS INDUS.C/CERRADUR** Portarrollos industrial con cerradura de seguridad, colocado, (amortizable en 3 usos).						
			2				2,000	
								2,00
02.04.09	**ud**	**ESPEJO VESTUARIOS Y ASEOS** Espejo para vestuarios y aseos, colocado.						
			2				2,000	
								2,00
02.04.10	**ud**	**JABONERA INDUSTRIAL 1 LITRO** Dosificador de jabón de uso industrial de 1 l. de capacidad, con dosificador de jabón colocada (amortizable en 3 usos).						
			2				2,000	
								2,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
02.04.11	**ud**	**DISPENSADOR DE PAPEL TOALLA** Dispensador de papel toalla con cerradura de seguridad, colocado. Amortizable en 3 usos.						
			2				2,000	
								2,00
02.04.12	**ud**	**HORNO MICROONDAS** Horno microondas de 18 litros de capacidad, con plato giratorio incorporado (amortizable en 5 usos).						
			1				1,000	
								1,00
02.04.13	**ud**	**TAQUILLA METÁLICA INDIVIDUAL** Taquilla metálica individual para vestuario de 1,80 m. de altura en acero laminado en frío, con tratamiento antifosfatante y anticorrosivo, con pintura secada al horno, cerradura, balda y tubo percha, lamas de ventilación en puerta, colocada, (amortizable en 3 usos).						
			10				10,000	
								10,00
02.04.14	**ud**	**BANCO MADERA PARA 5 PERSONAS** Banco de madera con capacidad para 5 personas, (amortizable en 2 usos).						
			2				2,000	
								2,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
SUBCAPÍTULO 02.05 MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS								
02.05.01	**ud**	**BOTIQUÍN DE URGENCIA** Botiquín de urgencia para obra fabricado en chapa de acero, pintado al horno con tratamiento anticorrosivo y seigrafía de cruz. Color blanco, con contenidos mínimos obligatorios, colocado.						
			2				2,000	
								2,00
02.05.02	**ud**	**REPOSICIÓN BOTIQUÍN** Reposición de material de botiquín de urgencia.						
			1				1,000	
								1,00
02.05.03	**ud**	**CAMILLA PORTÁTIL EVACUACIONES** Camilla portátil para evacuaciones. (amortizable en 10 usos).						
			1				1,000	
								1,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
SUBCAPÍTULO 02.06 FORMACION Y REUNIONES DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO								
02.06.01	**ud**	**COSTO MENSUAL DE CONSERVACIÓN** Costo mensual de conservación de instalaciones provisionales de obra, considerando 2 horas a la semana un oficial de 2ª.						
			8				8,000	
								8,00
02.06.02	**ud**	**COSTO MENSUAL LIMPIEZA Y DESINF.** Costo mensual de limpieza y desinfección de casetas de obra, considerando dos horas a la semana un peón ordinario.						
			8				8,000	
								8,00

ANEJO Nº 16: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

ANEJO Nº16: GESTIÓN DE RESIDUOS DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

1. ANTECEDENTES 2
2. IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS 3
  2.1. DESCRIPCIÓN 3
  2.2. NORMATIVA DE APLICACIÓN 3
  2.3. IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS 3
  2.4. CODIFICACIÓN 4
  2.5. RECONOCIMIENTO DE LOS RESIDUOS GENERADOS 5
3. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS GENERADOS 7
  3.1. RESIDUOS GENERADOS EN LA FASE 1 DE EJECUCIÓN 8
  3.2. RESIDUOS GENERADOS EN LA FASE DE SELLADO 10
4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN 11
  4.1. OPERACIONES DE MINIMIZACIÓN Y PREVENCIÓN EN FASE DE PLANIFICICACIÓN DE LA OBRA 12
  4.2. EN LA FASE DE EJECUCIÓN DE LA OBRA 13
5. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN Y ELIMINACIÓN DE RESIDUOS 14
  5.1. PREVISIÓN DE OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN EN LA MISMA OBRA O EN EMPLAZAMIENTOS EXTERNOS 14
  5.2. PREVISIÓN DE OPERACIONES DE VALORIZACIÓN DE LOS RESIDUOS GENERADOS 15
6. MEDIDAS DE SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS 17
7. PRESCRIPCIONES DE ALMACENAMIENTO Y SEGREGACIÓN 19
8. MEDIDAS DE TRANSPORTE Y GESTIÓN DE RESIDUOS. 20
9. DESTINO PREVISTO PARA LOS RESIDUOS 20
10. RESUMEN DE MEDIDAS DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN 21
11. PRESCRIPCIONES DE GESTIÓN DE RESIDUOS 22
12. FORMACIÓN DEL PERSONAL 23
13. PRESUPUESTO 24
  13.1. PRESUPUESTO DE LA FASE 1 DE ACONDICIONAMIENTO DE LA CORONACIÓN 24
  13.2. PRESUPUESTO DE LA FASE DE SELLADO 25

APÉNDICE Nº1: PLANO UBICACIÓN DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE RESIDUOS

ANEJO Nº16: GESTIÓN DE RESIDUOS DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

1. ANTECEDENTES

Todos los Proyectos deben considerar la posible generación de residuos de cualquier tipo y valorar económicamente su gestión.

Por este motivo se incluye el presente documento, de acuerdo con el RD 105/2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición generados a lo largo de la ejecución de Ampliación de la Fase II mediante el recrecido del viario perimetral en el Depósito Controlado de cola de la Mancomunidad de Gestión de Residuos del Sur en Complejo Ambiental La Marañosa.

Se define como residuos de construcción y demolición a los residuos de naturaleza fundamentalmente inerte generados en obras de excavación, nueva construcción, reparación, remodelación, rehabilitación y demolición.

En el caso del presente proyecto, los residuos de construcción y demolición que se generarán en mayor medida son los clasificados como residuos de construcción y demolición de Nivel II.

Conforme a lo dispuesto en el art.4 del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, se procede a redactar el siguiente Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición, que contendrá la siguiente información:

- Identificación de los residuos a generar, codificándolos con arreglo a la lista Europea de Residuos.
- Medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto
- Estimación de la cantidad de cada tipo de residuo que se generará en la obra, en toneladas y en metros cúbicos
- Medidas de segregación “in situ” previstas (clasificación/selección)
- Previsión de operaciones de reutilización en la misma obra o en emplazamientos externos (indicando en este caso el destino previsto)
- Previsión de operaciones de valoración “in situ” de los residuos generados
- Destino previsto para los residuos no reutilizables ni valorizables “in situ”
- Plano de las zonas previstas para el almacenamiento, manejo y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición en la obra.
- Prescripciones a incluir en el pliego de prescripciones técnicas del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo y, en su caso, otras operaciones de gestión de los

residuos de construcción y demolición en obra.
- Valoración del coste previsto de la gestión correcta de los residuos de construcción y demolición.

2. IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS

2.1. DESCRIPCIÓN

En el marco legal se define como residuos de construcción y demolición a los residuos de naturaleza fundamentalmente inerte generados en obras de excavación, nueva construcción, reparación, remodelación, rehabilitación y demolición.

Se considera residuo inerte aquel que no es soluble, ni combustible, ni reacciona físicamente ni de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las que entran en contacto de forma que puedan dar lugar a la contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana.

Se excluirán de los residuos de construcción y demolición, aquellos que hayan estado en contacto con sustancias tóxicas y peligrosas, ya que éstos pasarán automáticamente a considerarse residuos tóxicos y peligrosos y deberán ser tratados como tales, siéndoles de aplicación la normativa vigente en el campo de los residuos tóxicos y peligrosos en cuanto a su almacenamiento, transporte y gestión final.

2.2. NORMATIVA DE APLICACIÓN

- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
- Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- Programa Estatal de Prevención de Residuos
- Directiva 99/31/CE del Consejo, relativa al vertido de residuos
- Decisión del Consejo 2003/33/CE, de 19 de diciembre de 2002, por la que se establecen los criterios y procedimientos de admisión de residuos a vertederos.
- Listado de los códigos LER de los residuos de construcción y demolición.

2.3. IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS

Las empresas productoras de residuos, junto con las entidades locales y comunitarias según la Ley 7/2022, de 8 de abril deben considerar en origen el sistema de gestión de los posibles residuos producidos, para la consecución de los objetivos de reducción, reutilización, reciclado y valorización.

Se considera necesaria la identificación, valoración y definición de la forma de gestión de todos los residuos generados a lo largo de la ejecución de las obras.

Las fases de identificación de residuos se resumen en los siguientes puntos:

- Reconocimiento en origen de los materiales a gestionar.
- Codificación de cada uno de los residuos a gestionar según la Lista Europea de Residuos (LER) siempre que se consideren inertes, o bien mediante la codificación de Residuos Tóxicos y Peligrosos.

2.4. CODIFICACIÓN

Según la Lista Europea de Residuos los residuos identificados en el capítulo anterior para las obras son:

RESIDUOS NO PELIGROSOS	CÓDIGO EUROPEO
Hormigón	LER 17 01 01
Asfalto	LER 17 03 02
Metales	LER 17 04 07
Maderas	LER 17 02 01
Tierras y piedras	LER 17 05 01
Plásticos	LER 17 02 03

Las excavaciones de suelos suelen ser tierras limpias, (las que se sospeche que no lo sean y deban de ser reutilizadas, tendrán que ser tratadas y recicladas en función del tipo de contaminación que contengan).

2.5. RECONOCIMIENTO DE LOS RESIDUOS GENERADOS

Los residuos generados en la obra son los que se identifican en la tabla siguiente (clasificados conforme a la lista Europea establecida en la Ley 7/2022):

A.1. Residuos de Construcción y Demolición: Nivel I	
A.1.1. Tierras y pétreos de la excavación	
1. Tierras y pétreos de la excavación	
17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03
A.2. Residuos de Construcción y Demolición: Nivel II	
A.2.1. Residuos de naturaleza no pétrea	
1. Asfalto	
-	-
2. Maderas	
17 02 01	Madera
3. Metales	
17 04 07	Metales mezclados
4. Papel	
-	-
5. Plástico	
17 02 03	Plástico
6. Vidrio	
-	-
7. Yeso	
-	-
A.2.2. Residuos de naturaleza pétrea	
1. Arena, grava y otros áridos	
17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03
2. Hormigón	
17 01 01	Hormigón
3. Ladrillos, azulejos y otros productos cerámicos	
-	-
4. Piedras	
-	-
A.2.3. Residuos potencialmente peligrosos y otros	
1. Basuras	
-	-

2. Potencialmente peligrosos y otros	
-	-
B. Residuos de Aceites y de combustibles líquidos	
1. Residuos de aceite de motor, de transmisión mecánica y lubricantes	
13 02 05	Aceites minerales no clorados de motor, de transmisión mecánica y lubricantes

ACTUACIÓN PREVISTA	OBRAS	RESIDUOS GENERADOS	
		Tipo	Código
A.1. Residuos de Construcción y Demolición: Nivel I			
Movimientos de tierras	Excavación y perfilado en la coronación y taludes	Tierras.	17 05 04
Excavaciones	Excavación de zanjas de anclaje	Tierras.	17 05 04
Desmontajes	Demolición de pavimento de hormigón	Restos de hormigón	17 01 01
	Desmontaje de tuberías de desgasificación	Materiales plásticos	17 02 03
	Retirada de geosintéticos en coronación	Materiales sintéticos.	17 02 03
A.2. Residuos de Construcción y Demolición: Nivel II			
Recrecido de camino perimetral	Muro de hormigón	Restos de hormigón	17 01 01
	Zahorra artificial en pavimento	Arena, grava y otros áridos	17 05 04
	Pavimento de hormigón	Restos de hormigón	17 01 01
	Arquetas y cunetas de hormigón	Restos de hormigón	17 01 01
	Tubos de drenaje	Materiales plásticos	17 02 03
Impermeabilización de taludes interiores	Colocación de geodrén	Materiales sintéticos.	17 02 03
	Colocación de manta de bentonita	Materiales sintéticos	17 02 03
	Colocación de lámina de PEAD	Materiales sintéticos	17 02 03
Impermeabilización de mota perimetral.	Colocación de geotextiles en talud	Materiales sintéticos.	17 02 03
	Colocación de lámina de PEAD	Materiales sintéticos	17 02 03
Red de desgasificación	Losa de apoyo de ERM's	Restos de hormigón	17 01 01
	Armadura en losa de ERM's	Metales	17 04 07
	Estructuras metálicas en ERM's	Metales	17 04 07
	Tuberías de desgasificación	Materiales plásticos	17 02 03
Reposición de alumbrado	Excavación de zanjas	Tierras.	17 05 04
	Arquetas registro	Restos de hormigón	17 01 01
	Tubos de canalización	Materiales plásticos	17 02 03

ACTUACIÓN PREVISTA	OBRAS	RESIDUOS GENERADOS	
		Tipo	Código
Fase de sellado final	Capa de gravas de drenaje	Arena, grava y otros áridos	17 05 04
	Zahorra artificial en pistas de tráfico	Arena, grava y otros áridos	17 05 04
	Colocación de lámina de PEAD	Materiales sintéticos	17 02 03
	Colocación de geotextiles	Materiales sintéticos	17 02 03
	Colocación de geodrenes	Materiales sintéticos	17 02 03
B. Residuos de Aceites y de combustibles líquidos			
Maquinaria	Aceites usados	Aceites de motor	13 02 05

Los residuos a gestionar durante la ejecución de las obras se encuentran englobados como residuos de Construcción y Demolición.

La mayor parte de los residuos de construcción y demolición se pueden considerar como residuos inertes o asimilables a inertes, y por lo tanto su poder contaminante es relativamente bajo, pero, por el contrario, su impacto visual es con frecuencia alto por el gran volumen que ocupan y por el escaso control ambiental elegido para su depósito.

3. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS GENERADOS

Para la estimación de cada tipo de residuos se han utilizado las siguientes densidades:

Densidades de los residuos de construcción y demolición		
RCD	Código	Densidad (T/m³)
Asfalto	17 03 02	1,30
Madera	17 02 01	0,60
Metales (Hierro, acero)	17 04 05	1,50
Papel	20 01 01	0,90
Plástico	17 02 03	0,90
Vidrio	17 02 02	1,50
Yeso	17 08 02	1,20
Arena, grava y otros áridos	17 05 04	1,50
Hormigón	17 01 01	2,00
Hormigón armado	17 01 07	2,00
Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	17 01 02	1,50
Piedra	17 05 04	1,50

Para calcular los costes generados por la gestión de residuos es necesario identificar el sistema de gestión apropiado para cada tipo de residuo especificado.

El Plan Nacional de Tratamiento de Residuos de Construcción propone la necesidad de planificar y gestionar específicamente los residuos de construcción y demolición, dando prioridad absoluta al reciclaje de los residuos inertes.

Para concretar esa posibilidad de reciclaje, el Ministerio de Medio Ambiente encargo al CEDEX un estudio para identificar las fracciones de materiales procedentes de los residuos de construcción y demolición que podrían ser utilizados en ingeniería civil y obras públicas, en sustitución de materiales vírgenes (Catálogo de Residuos Utilizables en la Construcción).

Según los datos recogidos en dicho catálogo las principales vías de aplicación de residuos de construcción son la fabricación de mortero y hormigón, el árido ligero, la fabricación de cemento y la de ladrillos.

Actualmente, estos residuos se están llevando mayoritariamente a vertedero, opción que económicamente hace que no sea competitiva ninguna otra alternativa más ecológica. El impacto ambiental asociado a la gestión de este tipo de residuos es, en el caso de vertederos, de ocupación de suelo, impacto paisajístico y emisión de polvo unido a un posible uso para el vertido de otro tipo de residuos de forma incontrolada.

3.1. RESIDUOS GENERADOS EN LA FASE 1 DE EJECUCIÓN

Tipología de RCD	Toneladas	Densidad	Volumen
A.1. Residuos de Construcción y Demolición: Nivel I			
A.1.1. Tierras y pétreos de la excavación			
1. Tierras y pétreos de la excavación (*) Acopio y Reciclaje 100%			
Excavación y perfilado en la coronación	508.510,80 T	1,80 T/m³	282.506,00 m³
Excavación de zanjas de anclaje	2.528,64 T	1,80 T/m³	1.404,80 m³
Excavación cimentación de escollera	1.426,50 T	1,80 T/m³	792,50 m³
Excavación de zanjas canalización eléctrica	276,48 T	1,80 T/m³	153,60 m³
A.2. Residuos de Construcción y Demolición: Nivel II			
A.2.1. Residuos de naturaleza no pétrea			
Tipología de RCD	Toneladas	Densidad	Volumen
1. Asfalto			
-	0,00 T	2,40 T/m³	0,00 m³

Tipología de RCD	Toneladas	Densidad	Volumen
2. Maderas			
-	0,00 T	0,60 T/m^3	0,00 m^3
3. Metales			
Restos armaduras en losas de ERM's	0,30 T	1,50 T/m^3	0,20 m^3
Restos de perfiles metálicos en ERM's	0,63 T	1,50 T/m^3	0,42 m^3
4. Papel			
-	0,00 T	0,90 T/m^3	0,00 m^3
5. Plástico (En desmontajes de las tuberías de PEAD de 200 mm se considera el 100%, y para las tuberías de PEAD el 10%, en ejecución de nuevas unidades se estima un volumen de residuos del 10% del volumen total utilizado en la obra)			
Desmontaje de tuberías de PEAD 250 mm	117,07 T	0,90 T/m^3	130,08 m^3
Desmontaje de tuberías de PEAD 90 mm	6,78 T	0,90 T/m^3	7,54 m^3
Retirada de geosintéticos en coronación	503,84 T	0,90 T/m^3	559,82 m^3
Colocación de tuberías de PEAD 250 mm	16,57 T	0,90 T/m^3	18,41 m^3
Colocación de tuberías de PEAD 90 mm	5,47 T	0,90 T/m^3	6,09 m^3
Colocación de geotextiles	0,60 T	0,90 T/m^3	0,67 m^3
Colocación de láminas PEAD	5,54 T	0,90 T/m^3	6,16 m^3
Colocación de geocompuestos drenantes	1,51 T	0,90 T/m^3	1,68 m^3
Colocación de bentonita	10,39 T	0,90 T/m^3	11,55 m^3
Tuberías de drenaje en viario	0,81 T	0,90 T/m^3	0,90 m^3
Tuberías de protección cableado	0,66 T	0,90 T/m^3	0,73 m^3
6. Vidrio			
-	0,00 T	1,50 T/m^3	0,00 m^3
7. Yeso			
-	0,00 T	1,20 T/m^3	0,00 m^3
A.2.2. Residuos de naturaleza pétrea			
1. Arena, grava y otros áridos			
Capa de zahorra artificial en pistas rodadas	26,46 T	1,50 T/m^3	17,64 m^3
2. Hormigón (En demolición de pavimento se considera el 100%, en ejecución de nuevas unidades se estima un volumen de residuos del 10% del volumen total utilizado en la obra)			
Demolición de pavimento de hormigón	6.095,20 T	2,00 T/m^3	3.047,60 m^3
Reposición de pavimento de hormigón	671,04 T	2,00 T/m^3	335,52 m^3
Hormigón para losas de ERM	10,96 T	2,00 T/m^3	5,48 m^3
Hormigón en muros de hormigón	64,66 T	2,00 T/m^3	32,33 m^3
Hormigón en arquetas y cunetas	76,00 T	2,00 T/m^3	38,00 m^3
Hormigón en arquetas y zanjas eléctricas	16,40 T	2,00 T/m^3	8,20 m^3

Tipología de RCD	Toneladas	Densidad	Volumen
3. Ladrillos, azulejos y otros productos cerámicos			
-	0,00 T	1,50 T/m³	0,00 m³
4. Piedras			
-	0,00 T	1,50 T/m³	0,00 m³
A.2.3. Residuos potencialmente peligrosos y otros			
1. Basuras			
-	0,00 T	0,90 T/m³	0,00 m³
2. Potencialmente peligrosos y otros			
-	0,00 T	0,50 T/m³	0,00 m³
B. Residuos de Aceites y de combustibles líquidos			
1. Residuos de aceite de motor, de transmisión mecánica y lubricantes			
Bidones de aceites usados	6,07 T	0,50 T/m³	12,13 m³

3.2. RESIDUOS GENERADOS EN LA FASE DE SELLADO

Tipología de RCD	Toneladas	Densidad	Volumen
A.1. Residuos de Construcción y Demolición: Nivel I			
A.1.1. Tierras y pétreos de la excavación			
1. Tierras y pétreos de la excavación (*) Reciclaje 100%			
-	0,00 T	1,80 T/m³	0,00 m³
A.2. Residuos de Construcción y Demolición: Nivel II			
A.2.1. Residuos de naturaleza no pétrea			
Tipología de RCD	Toneladas	Densidad	Volumen
1. Asfalto			
-	0,00 T	2,40 T/m³	0,00 m³
2. Maderas			
-	0,00 T	0,60 T/m³	0,00 m³
3. Metales			
-	0,00 T	1,50 T/m³	0,00 m³
4. Papel			
-	0,00 T	0,90 T/m³	0,00 m³
5. Plástico (Se estima un volumen de residuos del 10% del volumen total utilizado en la obra)			
Colocación de geotextil de 150 g/m²	1,95 T	0,90 T/m³	2,17 m³
Colocación de geotextil de 300 g/m²	3,90 T	0,90 T/m³	4,33 m³
Colocación de geocompuesto drenante	31,30 T	0,90 T/m³	34,78 m³
Colocación de lámina de PEAD	27,23 T	0,90 T/m³	30,26 m³

Tipología de RCD	Toneladas	Densidad	Volumen
6. Vidrio			
-	0,00 T	1,50 T/m³	0,00 m³
7. Yeso			
-	0,00 T	1,20 T/m³	0,00 m³
A.2.2. Residuos de naturaleza pétrea			
1. Arena, grava y otros áridos (Se estima un volumen de residuos del 1% del volumen total utilizado en la obra) (*) Reciclaje 100%			
Capas de drenaje de gravas	731,39 T	1,50 T/m³	487,59 m³
Capa de zahorra artificial en pistas rodadas	30,15 T	1,50 T/m³	20,10 m³
2. Hormigón			
-	0,00 T	2,00 T/m³	0,00 m³
3. Ladrillos, azulejos y otros productos cerámicos			
-	0,00 T	1,50 T/m³	0,00 m³
4. Piedras			
-	0,00 T	1,50 T/m³	0,00 m³
A.2.3. Residuos potencialmente peligrosos y otros			
1. Basuras			
-	0,00 T	0,90 T/m³	0,00 m³
2. Potencialmente peligrosos y otros			
-	0,00 T	0,50 T/m³	0,00 m³
B. Residuos de Aceites y de combustibles líquidos			
1. Residuos de aceite de motor, de transmisión mecánica y lubricantes			
Bidones de aceites usados	2,60 T	0,50 T/m³	5,19 m³

4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN

Para lograr la prevención y minimización de residuos en el proyecto de la obra se establecen en este punto ciertas pautas que deben interpretarse como una clara estrategia por parte del poseedor de los residuos para alcanzar determinados objetivos. Dentro de las principales medidas para la minimización y prevención de residuos se encuentran las siguientes:

- Operaciones en fase de proyecto y planificación de la obra
- Otras operaciones (implicando a todos los participantes en la ejecución de las obras proyectadas)

4.1. OPERACIONES DE MINIMIZACIÓN Y PREVENCIÓN EN FASE DE PLANIFICICACIÓN DE LA OBRA

1 Evitar la producción de residuos:

La primera medida para la minimización de los residuos consiste en evitar su producción. Para ello es recomendable la utilización de elementos prefabricados (en los talleres y fábricas correspondientes, que cuentan ya con un sistema operativo de gestión de sus residuos) frente a la fabricación en la propia obra, que genera más residuos y que, aunque inicialmente pudiera resultar más económica que la compra de material ya ejecutado, al final genera más costes de gestión de residuos y mayores problemas ambientales.

2 Reducir la peligrosidad de los residuos generados:

Para reducir la peligrosidad de los residuos generados se realizarán las siguientes acciones:

- Planificación en la obra de las dimensiones de punto limpio a necesitar, tipos de contenedores, etc.
- Realización de operaciones in situ para la demolición separativa y recogida separativa directamente.
- Selección del lugar de acopio de los residuos con fácil acceso para los trabajadores y los gestores que realicen su recogida.
- Selección de métodos
- Planificación de una recogida periódica y selectiva de residuos
- Uso de materiales nuevos con certificado ambiental, cumpliendo unos
- Elección de proveedores que suministren productos con envases retornables o reciclables.
- Compra de materiales alternativos de menor toxicidad
- Compra de materiales y productos a granel y planificada, de forma que se reduzca la generación de envases y contenedores innecesarios.
- Uso preferente de productos procedentes de un proceso de reciclado o reutilizado, o aquellos que al término de su vida útil permitan su reciclado o reutilizado.
- Evitar la compra de materiales en exceso.

3 Planificar la posible reutilización y valorización de residuos:

- Planificación de la reutilización de los residuos generados en la obra.
- Valorización de los residuos in situ mediante el reciclado de los mismos

- Valorización de los residuos generados ex situ mediante su traslado a centros de valorización para su reciclado o valorización energética (reciclaje de papel, cartón, plásticos, metales, madera, etc).

De todas estas operaciones, para la minimización de los residuos y prevención de los mismos, en el presente Proyecto se ha considerado el uso de una zona acondicionada para punto limpio en la propia obra y la adquisición de contenedores para los residuos previstos a generar. Por otro lado, los residuos de papel y cartón, plásticos y metálicos serán valorizados ex situ.

4.2. EN LA FASE DE EJECUCIÓN DE LA OBRA

Fomentar, mediante reuniones informativas periódicas con el personal de la obra, el interés por reducir los recursos utilizados y los volúmenes de residuos originados.

Comprobar que todos cuantos intervienen en la obra (incluidas las empresas subcontratadas) conocen sus obligaciones en relación con los residuos y que cumplen las directrices del Plan de residuos.

Establecer una zona protegida de acopio de materiales, a resguardo de acciones que puedan inutilizarlos.

Si se clasifican los residuos, disponer de los contenedores más adecuados para cada tipo de material sobrante. Por lo demás, la separación selectiva se debe efectuar en el momento en que se originan.

El control de los residuos desde que se producen es la manera más eficaz de reducir la cantidad de éstos. Quiere esto decir que han de permanecer bajo control desde el primer momento, en los recipientes preparados para su almacenamiento, porque si se mezclan con otros diferentes, la posterior separación incrementa los costes de gestión.

Supervisar el movimiento de los residuos, de forma que no queden restos descontrolados.

Vigilar que los residuos líquidos y orgánicos no se mezclen fácilmente con otros, y a consecuencia de ello resulten contaminados. Para conseguirlo, se deben depositar en los contenedores, sacos o depósitos adecuados.

Los residuos se deben gestionar en recipientes preparados a tal efecto, de manera que permanezcan en su interior y sin peligro de que se mezclen unos con otros.

Mantener el seguimiento previsto sobre los materiales potencialmente peligrosos, separándolos en el momento en que se generan y depositándolos, debidamente clasificados y protegidos, en emplazamientos específicos de la obra hasta que un gestor autorizado complete su valorización.

Los recipientes, ya sean contenedores, sacos, barriles, o la propia caja del camión que transporta los residuos, deben estar cubiertos, de manera que los movimientos y las acciones a que están sometidos no sean causa de un vertido descontrolado, ni siquiera de pequeñas cantidades (que, precisamente por tratarse de pequeñas cantidades, son difícilmente gestionables).

Impedir malas prácticas, que de forma indirecta originan residuos imprevistos y el derroche de materiales durante la puesta en obra.

5. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN Y ELIMINACIÓN DE RESIDUOS

Se describen en este apartado las operaciones previstas para la reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.

En cualquier caso se toma como principio básico la reutilización y valorización de los residuos de forma prioritaria a la eliminación en vertedero. La eliminación en vertedero debe ser siempre considerada la última opción posible, si no existen alternativas para su reutilización y/o valorización, ya sea en la propia obra (“in situ”) o externamente a través de los centros de transferencia y plantas de valorización (“ex situ”).

5.1. PREVISIÓN DE OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN EN LA MISMA OBRA O EN EMPLAZAMIENTOS EXTERNOS

En la redacción del Proyecto se ha previsto generar el menos transporte de tierras posible.

Los volúmenes de tierra extraídos en las operaciones de despeje, desbroce, saneo y cajeado, se emplearán en el relleno de zonas verdes siempre que se trate de tierra vegetal adecuada para el destino mencionado.

Las tierras sobrantes extraídas de la excavación de desmonte, serán utilizadas en el relleno de terraplén siempre que sus condiciones lo permitan o serán acopiadas dentro de la instalación para ser empleadas en la cobertura de residuos durante la explotación.

Durante la ejecución de la obra, podrán estudiarse la posibilidad de reciclar cualquier otro material, cuya adecuación quede demostrada mediante ensayos de laboratorio de control de calidad.

Se marcan las operaciones y el destino previsto inicialmente para los materiales (propia obra o externo).

Realización	Operación prevista	Destino inicial
X	No hay previsión de reutilización en la misma obra o en emplazamientos externos, simplemente serán transportados a vertedero o planta de tratamiento autorizado	Vertedero o planta de tratamiento externo según los casos.
X	Reutilización de tierras procedentes de la excavación	Reutilización como cobertura de residuos o como formación de terraplenes
X	Reutilización de residuos minerales o pétreos en áridos reciclados	Reutilización como cobertura de residuos o como gravas para drenaje
	Reutilización de materiales cerámicos	
	Reutilización de materiales no pétreos: madera, plásticos, vidrio…	
	Reutilización de materiales metálicos	
	Otros (indicar)	

5.2. PREVISIÓN DE OPERACIONES DE VALORIZACIÓN DE LOS RESIDUOS GENERADOS

Una de las medidas de minimización de residuos es la valorización de los mismos. La valorización puede ser realizada “in situ” o por agentes externos. Se marcan a continuación las operaciones previstas de valorización según los códigos indicados en el Anexo II de la Ley 22/2011 y el destino inicialmente previsto para los materiales (propia obra o externo).

Realización	Código Anexo II de la Ley	Descripción valoración
	R 1	Utilización principal como combustible u otro modo de producir energía.
	R 2	Recuperación o regeneración de disolventes.

Realización	Código Anexo II de la Ley	Descripción valoración
X (externa)	R 3	Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas que no se utilizan como disolventes (incluidos el compostaje y otros procesos de transformación biológica).
X (externa)	R 4	Reciclado o recuperación de metales y de compuestos metálicos.
X (externa)	R 5	Reciclado o recuperación de otras materias inorgánicas.
	R 6	Regeneración de ácidos o de bases.
	R 7	Valorización de componentes utilizados para reducir la contaminación.
	R 8	Valorización de componentes procedentes de catalizadores.
	R 9	Regeneración u otro nuevo empleo de aceites.
	R 10	Tratamiento de los suelos que produzca un beneficio a la agricultura o una mejora ecológica de los mismos.
	R 11	Utilización de residuos obtenidos a partir de cualquiera de las operaciones numeradas de R 1 a R 10.
	R 12	Intercambio de residuos para someterlos a cualquiera de las operaciones enumeradas entre R 1 y R 11. Quedan aquí incluidas operaciones previas a la valorización incluido el tratamiento previo, operaciones tales como el desmontaje, la clasificación, la trituración, la compactación, la peletización, el secado, la fragmentación, el acondicionamiento, el reenvasado, la separación, la combinación o la mezcla, previas a cualquiera de las operaciones enumeradas de R 1 a R 11.
	R 13	Almacenamiento de residuos en espera de cualquiera de las operaciones numeradas de R 1 a R 12 (excluido el almacenamiento temporal, en espera de recogida, en el lugar donde se produjo el residuo).

Las tierras procedentes de las excavaciones y de los movimientos de tierra se clasificarán permitiendo la utilización en la propia obra de aquellas fracciones que reúnan las características necesarias de acuerdo a las especificaciones técnicas para su uso en las actuaciones de relleno.

Se deberá llevar un registro documental donde quede constancia de la reutilización de los materiales reciclados en la propia obra, que incluya las cantidades recicladas, los lugares donde se reutilizarán, etc.

El proyecto no prevé realizar ninguna otra operación de valorización en la propia obra. Las operaciones de valorización a las que serán sometidos los residuos generados en la obra se realizarán en los correspondientes centros de reciclaje o recuperadores a los que se envíen los residuos.

A priori se prevé el reciclaje del papel y cartón generado, así como de los plásticos de los envoltorios y el sobrante de las capas geosintéticas.

No obstante, en fase de obra, podrán analizarse con más detalle las diferentes opciones de reciclaje y valorización posibles según los residuos realmente generados.

Para poder realizar esta valorización se ha tenido en cuenta que durante la ejecución de la obra se realizará una correcta segregación de los residuos lo cual permitirá poder enviarlos a centros de reciclaje o recuperadores cercanos.

6. MEDIDAS DE SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS

Para fomentar el reciclado o reutilización de materiales contenidos en los residuos, estos deben ser aislados y separados unos de otros. Por lo tanto, la gestión de los residuos en la obra debe empezar por su separación selectiva.

En consecuencia, se hace necesario proveer de contenedores individuales para cada tipo de material (plásticos maderas, metales, pétreos, peligrosos, etc.)

La segregación en origen tiene como objetivo obtener, mediante procesos de separación y recogida selectiva, residuos de composición homogénea, clasificados según su naturaleza (hormigones, metales, plásticos, etc.), de modo que se faciliten los procesos de valorización o de tratamiento especial. En base al artículo 5.5 del Real Decreto 105/2008, los residuos de construcción y demolición deberán separarse, para facilitar su valorización posterior, en las siguientes fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

Hormigón	80,00 T
Ladrillos, tejas, cerámicos	40,00 T
Metales	2,00 T
Madera	1,00 T
Vidrio	1,00 T
Plásticos	0,50 T
Papel y cartón	0,50 T

Las medidas propuestas para separar los residuos en obra se marcan con una X en las casillas correspondientes de la tabla siguiente:

Realización	Operación prevista
	Eliminación previa de elementos desmontables y/o peligrosos
X	Derribo separativo / segregación en obra nueva (ej.: pétreos, madera, metales, plásticos + cartón + envases, orgánicos, peligrosos…). Solo en caso de superar las fracciones establecidas en el artículo 5.5 del RD 105/2008
X	Derribo integral o recogida de escombros en obra nueva “todo mezclado”, y posterior tratamiento en planta

Teniendo en cuenta las características de la obra proyectada y su distribución espacial se propone la Instalación de una zona de almacenamiento para los residuos de construcción y demolición generados hasta su entrega a un gestor autorizado, siguiendo los siguientes criterios:

- Facilitar las labores de retirada de los residuos de construcción generados en la obra.
- Facilitar el acceso a los vehículos de transporte a la zona de almacenamiento de residuos.
- Situación dentro del ámbito de estudio impidiendo y controlando el acceso a la misma de personal ajeno a la obra.
- Situación próxima a los puntos de generación de los residuos de construcción y demolición.
- Situación que no entorpezca las distintas actuaciones a realizar en el interior de la obra y el movimiento de maquinaria por el interior de la misma.

En la mayor parte de los casos, los residuos obtenidos en las obras de demolición y los movimientos de tierra se cargarán directamente sobre camión no siendo necesario su depósito en la zona de almacenamiento de residuos.

Entre los planos que acompañan al presente documento se encuentra la ubicación prevista para la zona de almacenamiento, dicha zona propuesta para el almacenamiento de los residuos podrá verse modificada por el Contratista de la obra de acuerdo con la Dirección Facultativa de la misma.

En todo caso, y en la medida de las posibilidades, se procurará la recogida selectiva de las diversas fracciones de residuos generados, de tal forma que se separará una fracción de residuos inertes (restos cerámicos y de hormigones), una fracción residuos no peligrosos (maderas, sacos de plástico o de papel, embalajes de cartón, recortes metálicos, tuberías, etc.) y una fracción residuos peligrosos (envases sucios, pulverizadores, aceites usados, etc.).

Para garantizar la eficacia de las medidas encaminadas a la separación en origen, ha de realizarse un plan específico de formación al personal que va a participar en la obra.

7. PRESCRIPCIONES DE ALMACENAMIENTO Y SEGREGACIÓN

Los residuos se acopiarán en las zonas de obras, en lugares debidamente señalados y segregados de tal forma que se mantengan separados unos de otros:

- El almacenamiento del material de la obra se ajustará estrictamente a lo necesario en la obra, puesto que generalmente un exceso de material acopiado es el origen de muchos residuos.
- El acopio de los materiales se realizará en las superficies destinadas a tal fin. Se debe evitar el acopio en zonas de paso de maquinaria que puedan ocasionar deterioros del material.
- El material debe permanecer embalado y protegido hasta su utilización.
- Para los derribos necesarios se realizarán actuaciones previas como apeos, apuntalamientos, estructuras auxiliares…
- En los derribos se procurará retirar los elementos contaminantes y peligrosos lo antes posible, así como los elementos valiosos o que se deseen conservar, como barandillas, carpintería, etc. Por último, se procederá a derribar el resto de los elementos.
- Se debe proceder a la clasificación, selección y separación de los residuos generados, depositándose en contendores específicos o en acopios diferenciados dependiendo de la naturaleza de los residuos.
- El depósito temporal de los residuos valorizables (madera, plásticos, metales…) que se realice en acopios o contenedores se debe señalizar y segregar del resto de un modo adecuado.
- El depósito temporal de escombros se realizará en contendores metálicos o en acopios, que deberán estar en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de

residuos.

- Se evitará en todo momento la contaminación con productos tóxicos o peligrosos de los plásticos y restos de madera para su adecuada segregación, así como la contaminación de los acopios o contenedores de escombros.
- Las tierras procedentes de excavación o desbroce que puedan ser reutilizadas en rellenos, serán retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible, en caballones de altura no superior a 2 metros. Se evitará la humedad excesiva, la manipulación, y la contaminación con otros materiales.
- Los restos de lavado de canaletas/cubas de hormigón serán tratados como escombros.
- Los residuos procedentes de los aceites de la maquinaria, combustibles, son generados de forma indirecta por la propia actividad de la obra. Existirán superficies el vertido de tales residuos que se recogerán en bidones y serán retiradas a un gestor autorizado.
- En el equipo de la obra se establecerán los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación que se dedicará a cada tipo de residuo.
- El responsable de la obra deberá adoptar las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la obra.

8. MEDIDAS DE TRANSPORTE Y GESTIÓN DE RESIDUOS.

La Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular dispone que todas las personas físicas o jurídicas, productoras o gestoras de residuos, así como los sistemas que se deriven de la responsabilidad ampliada del productor, deberán estar dados de alta en el Registro de Producción y Gestión de residuos de la Comunidad Autónoma.

Para la recogida/transporte y gestión de los residuos generados en la obra y acopiados en el punto limpio, en la Comunidad de Madrid existen diversos transportistas y gestores autorizados, según la tipología de residuos.

Todos ellos deben estar en posesión de la Autorización obligatoria para todas las empresas que deseen realizar actividades de gestión de transporte/recogida de residuos.

9. DESTINO PREVISTO PARA LOS RESIDUOS

La gestión de los residuos generados en la obra y el depósito en vertedero controlado de las fracciones de residuos no reciclables se realizará con empresas especializadas en la materia, las cuales retirarán la carga mediante el uso de camiones o de contenedores para el traslado de los residuos de construcción y demolición hasta los puntos de tratamiento y vertido.

Se proponen en función de las características y composición de los residuos que se han inventariados, una serie de gestores de residuos, que se encargarán del transporte, el tratamiento de reciclado, la valorización y el vertido en vertederos controlados de aquellos materiales que no sean aprovechables.

En todo caso, se ha de considerar el depósito en vertedero como la última opción de gestión de los residuos de construcción y demolición y se ha de tener en cuenta, por este orden, la reutilización, el reciclaje y la valorización. De esta manera y siempre en última instancia, si fuera necesario depositar RCD en vertedero, se realizará en vertederos autorizados y con Plan de restauración aprobado por el organismo correspondiente.

Los gestores propuestos por la empresa adjudicataria de las obras deberán tener el visto bueno de la Dirección Facultativa.

Una vez entregados los residuos al gestor, éste se encargará de gestionarlos de forma correcta, teniendo en cuenta las características y la composición de los mismos.

En el momento de la entrega de los residuos al gestor, éste le hará entrega al poseedor del residuo de aquellos certificados acreditativos de la correcta gestión de los residuos recibidos

10. RESUMEN DE MEDIDAS DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN

A continuación, se incorpora una tabla en la que se identifica el destino preferente y tipo de gestor recomendado para cada uno de los residuos previsiblemente generados en obra, agrupados según la codificación de la Lista Europea de Residuos (LER).

TIPOLOGÍA DE RCD		GESTIÓN DE RCD		
RCD: Naturaleza no pétrea		Tratamiento	Destino	Gestión Final (*)
17 02 01	Madera	Reciclado externo	Gestor autorizado RNPs	R3/ D5
17 04 07	Metales mezclados	Reciclado externo	Gestor autorizado RNPs	R4/ D5
17 02 03	Plásticos	Reciclado externo	Gestor autorizado RNPs	R3/ D5
RCD: Naturaleza pétrea		Tratamiento	Destino	Gestión Final (*)
17 05 04	Tierras de la excavación y restos de áridos	Depósito / Tratamiento	Restauración / Vertedero	R5

TIPOLOGÍA DE RCD		GESTIÓN DE RCD		
17 01 01	Escombros de hormigón	Reciclado externo	Gestor autorizado Residuos Inertes	R5/ D5
17 01 07	Escombros de ladrillos	Reciclado externo	Gestor autorizado Residuos Inertes	R5/ D5
Residuos peligrosos		Tratamiento	Destino	Gestión Final (*)
13 02 05	Aceites de motor	Depósito de Seguridad	Gestor autorizado RPs	D5

(*) La operación prioritaria se indica en primer lugar. Se admiten operaciones de gestión intermedia en estaciones de transferencia (R12, R13, o D15), siempre que la gestión final sea la prevista en la tabla.

11. PRESCRIPCIONES DE GESTIÓN DE RESIDUOS

Toda salida de residuos de la obra deberá quedar registrada y documentada indicándose el tipo de residuo (código LER), cantidad y comprobante emitido por el Gestor de Residuos Autorizado o por el órgano competente de la Comunidad Autónoma.

La Dirección facultativa deberá aprobar la reutilización o valorización de residuos in situ

Las determinaciones particulares respecto a las operaciones de gestión de residuos se describen en los siguientes puntos:

- Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los residuos de construcción, que el destino final (Planta de Reciclaje, vertedero…) son centros con la autorización autonómica de la Consejería de Medio Ambiente.
- Se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados por dicha Consejería, e inscritos en los registros correspondientes. Se deberá realizar un estricto control documental de modo que los transportistas y gestores deberán aportar los vales de cada retirada y entrega en destino final.
- La gestión de los residuos peligrosos que se hallen en una obra de derribo o se generen en una obra de nueva planta se regirá conforme a la legislación nacional vigente, la legislación autonómica y los requisitos de las ordenanzas locales.
- Los residuos de carácter urbano generados (basuras, envases, lodos de fosas sépticas…), serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridad municipales.

12. FORMACIÓN DEL PERSONAL

El personal estará informado del sistema de gestión adoptado para los residuos procedentes de la obra, de los puntos de vertido adoptados, de los cánones, de la forma en la que se deben realizar los depósitos y de los posibles cambios de ubicación propuestos si los hubiese de los puntos de vertido.

13. PRESUPUESTO

13.1. PRESUPUESTO DE LA FASE 1 DE ACONDICIONAMIENTO DE LA CORONACIÓN

13.2. PRESUPUESTO DE LA FASE DE SELLADO

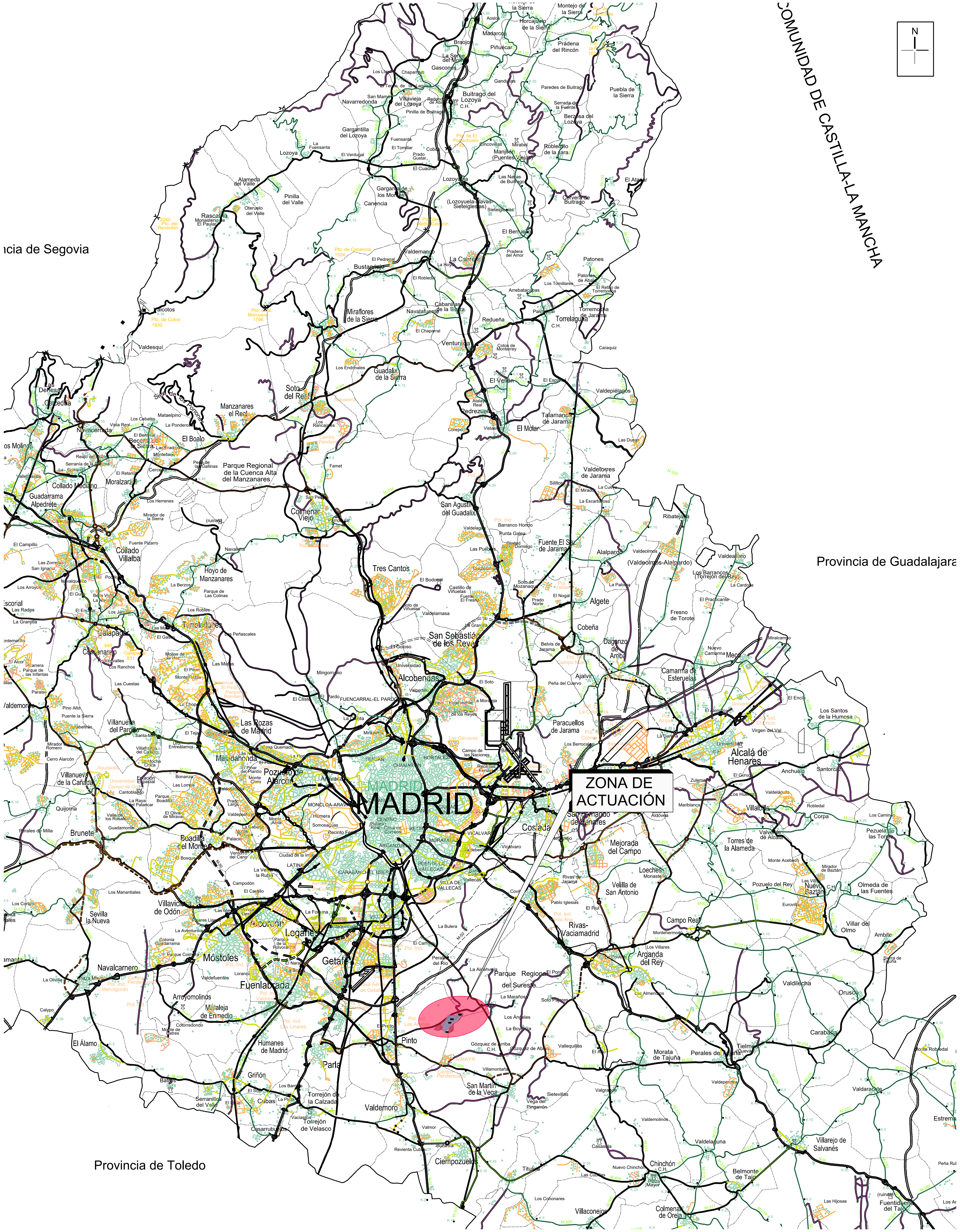
APÉNDICE Nº1: PLANO UBICACIÓN DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE RESIDUOS

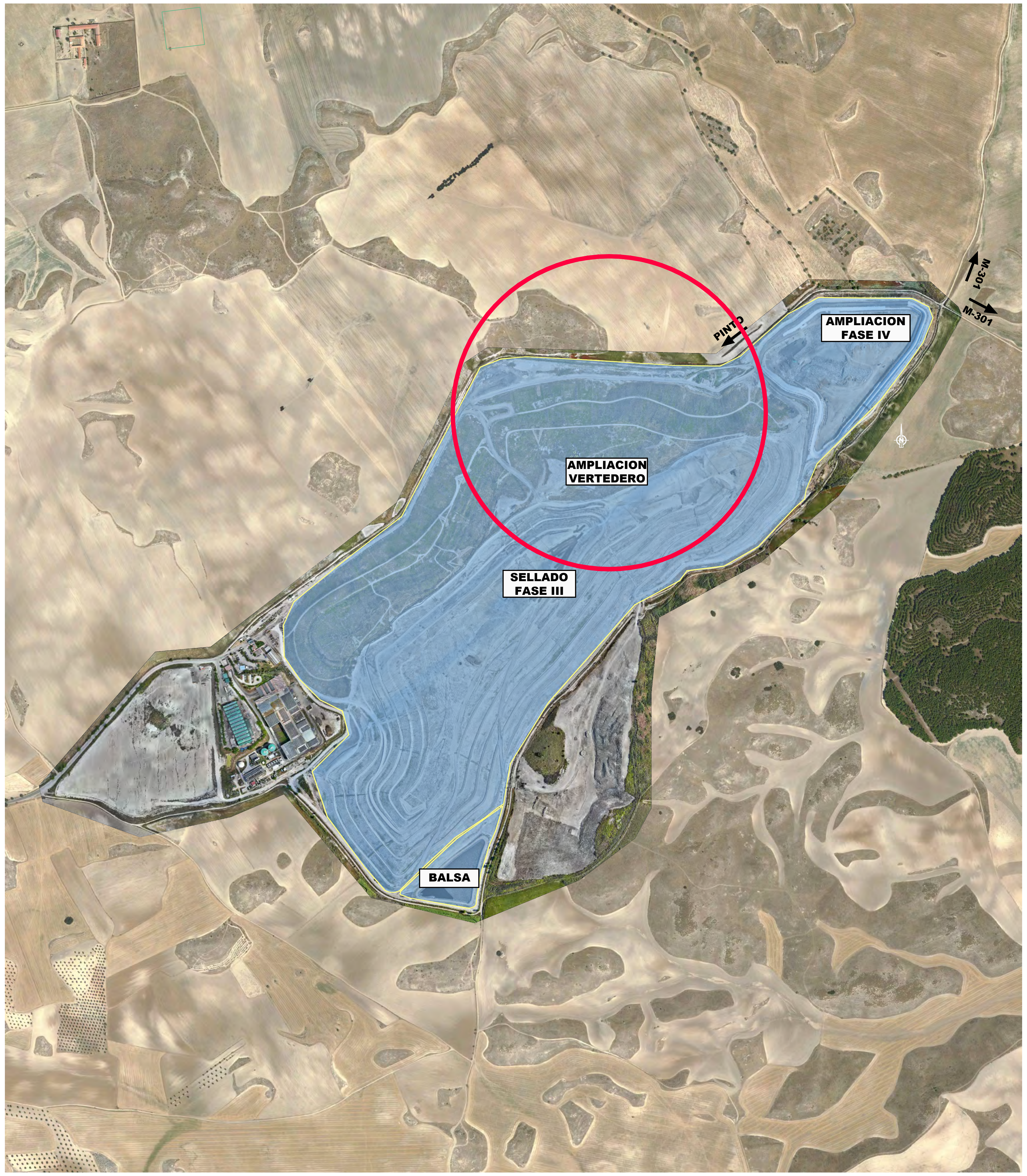
N
UBICACIÓN PROPUESTA DEL PUNTO LIMPIO
UBICACIÓN PROPUESTA DEL PUNTO LIMPIO
PERÍMETRO VALLADO
RESIDUOS PELIGROSOS
CONTENEDOR 7 m³ METALES
CONTENEDOR 7 m³ PAPEL/CARTÓN
CONTENEDOR 7 m³ MADERA
CONTENEDOR 7 m³ LADRILLOS Y CERÁMICOS
ÁREA DE GESTIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS: CUBETO IMPERMEABLE DE RETENCIÓN DE LÍQUIDOS DELIMITADO CON VALLA FLEXIBLE TEMPORAL
CONTENEDOR 20 m³ PLÁSTICOS
ÁREA DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN: ÁREA EXPLANADA DELIMITADA CON VALLA FLEXIBLE TEMPORAL
CONTENEDOR 30 m³ ESCOMBROS HORMIGÓN
ZONA HABILITADA PARA LA LIMPIEZA DE CANALETAS DE HORMIGONERAS
10,00
34,00

TITULAR MANCOMUNIDAD DEL SUR	*FECHA :* **NOVIEMBRE 2025**
	DIBUJADO:
PROYECTO **PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA FASE II MEDIANTE EL RECRECIDO DEL VIARIO PERIMETRAL EN EL DEPÓSITO CONTROLADO DE COLA DE LA MANCOMUNIDAD DE GESTIÓN DE RESIDUOS DEL SUR EN COMPLEJO AMBIENTAL LA MARAÑOSA**	*REF. CAD:*
	SUSTITUYE A:
PLANO **PLANO UBICACIÓN DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE RESIDUOS**	*ESCALA :* A1 - A3 **1 / 3.000**
CONSULTORIA: Uxama Ingeniería y Arquitectura S.L. *AUTOR DEL PROYECTO* Fdo.: Luis Fco. Plaza Beltrán Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos Colegiado nº. 12.830	*Nº PLANO :* **1**

FICHERO: 07UX0825_APÉNDICE Nº1_PLANTA DE UBICACIÓN DE CONTENEDORES_V00.DWG

DOCUMENTO Nº 2: PLANOS


COMUNIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA
N
ncia de Segovia
Provincia de Guadalajara
Provincia de Toledo
MADRID
ZONA DE
ACTUACIÓN
Alcalá de Henares
Getafe
Leganés
Móstoles
Fuenlabrada
Pinto
Parla
Valdemoro
Rivas-Vaciamadrid
Arganda del Rey
Tres Cantos
Alcobendas
San Sebastián de los Reyes
Las Rozas de Madrid
Majadahonda
Pozuelo de Alarcón
Boadilla del Monte
Alcorcón
Coslada
San Fernando de Henares
Torrejón de Ardoz
Colmenar Viejo
Ciempozuelos
San Martín de la Vega
Chinchón
Navalcarnero
Brunete
Villaviciosa de Odón
Collado Villalba
Manzanares el Real
Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares
Parque Regional del Sureste
Buitrago del Lozoya
Torrelaguna


M-301
M-301
PINTO
AMPLIACION FASE IV
AMPLIACION VERTEDERO
SELLADO FASE III
BALSA

TITULAR

MANCOMUNIDAD DEL SUR

PROYECTO

PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA FASE II MEDIANTE EL RECRECIDO DEL VIARIO PERIMETRAL EN EL DEPÓSITO CONTROLADO DE COLA DE LA MANCOMUNIDAD DE GESTIÓN DE RESIDUOS DEL SUR EN COMPLEJO AMBIENTAL LA MARAÑOSA

PLANO

SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

CONSULTORIA:

Uxama
Ingeniería y Arquitectura S.L.

AUTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Luis Fco. Plaza Beltrán
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado nº: 12.830

FECHA : NOVIEMBRE 2025

DIBUJADO:

REF. CAD:

SUSTITUYE A:

ESCALA : A1 - A3

S / E

Nº PLANO :

1

FICHERO: 07UX0825_01 SITUACION Y EMPLAZAMIENTO_RV01.DWG

N
580,00
585,00
600,00
605,00
610,00
615,00
620,00
625,00
630,00
635,00
636,00
637,00
638,00
639,00
640,00
641,00
642,00
643,00
645,00
650,00
655,00
632,00
633,00
631,00
622,00
618,00
619,00

TITULAR

MANCOMUNIDAD DEL SUR

FECHA : NOVIEMBRE 2025

DIBUJADO:

PROYECTO

PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA FASE II MEDIANTE EL RECRECIDO DEL VIARIO PERIMETRAL EN EL DEPÓSITO CONTROLADO DE COLA DE LA MANCOMUNIDAD DE GESTIÓN DE RESIDUOS DEL SUR EN COMPLEJO AMBIENTAL LA MARAÑOSA

REF. CAD:

SUSTITUYE A:

PLANO

TOPOGRAFIA DE BASE
TOPOGRAFIA DE MAYO 2024

ESCALA : A1 - A3

1 / 3000 - 1 / 1500

0 30 60 Metros

CONSULTORIA:

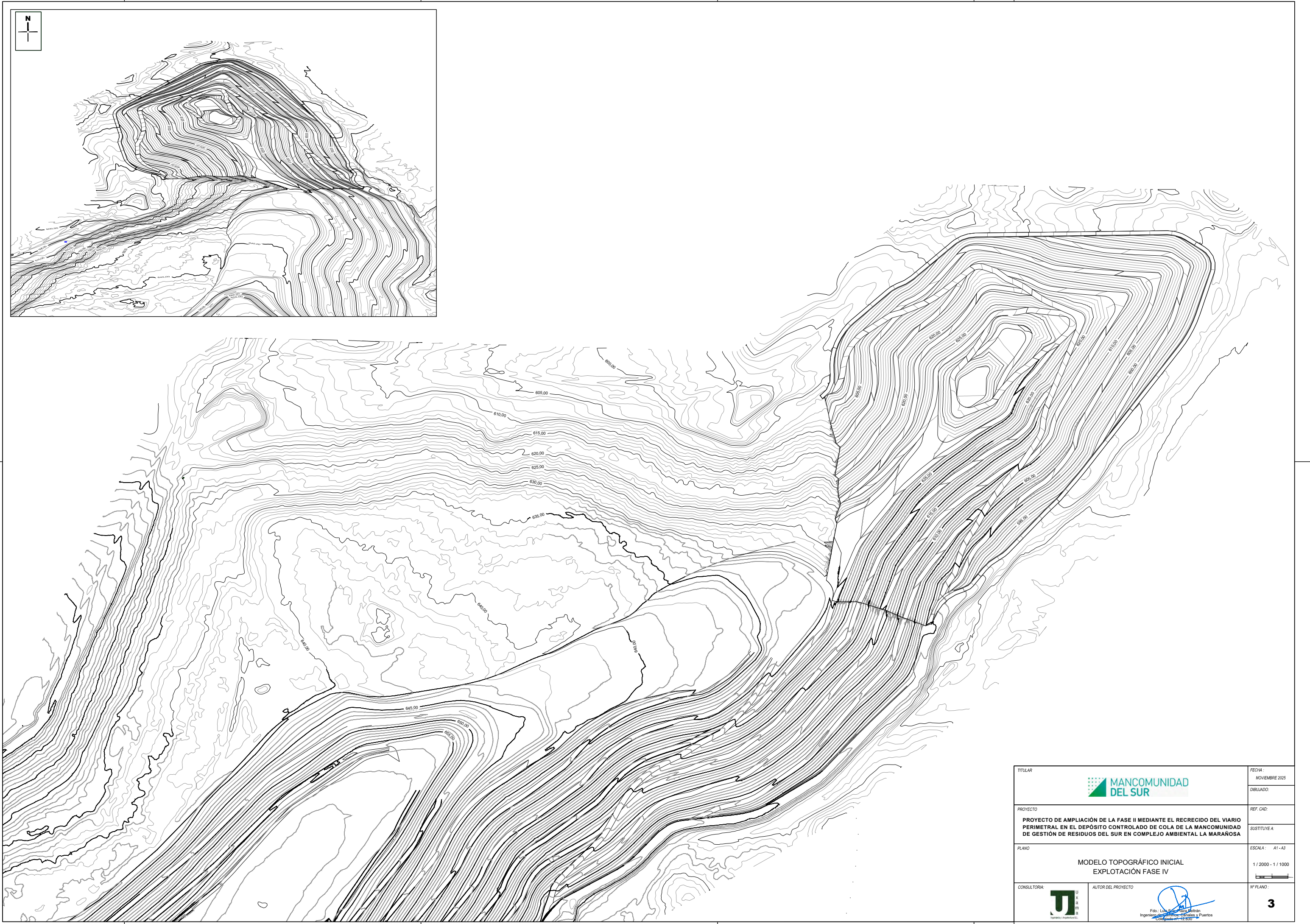
Uxama Ingeniería y Arquitectura S.L.

AUTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Luis Fco. Plaza Beltrán
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado nº. 12.830

Nº PLANO : 2

FICHERO: 07UX0825 _02-14 AMPLIACION VERTEDERO FASE 2_RV01.DWG


N
600,00
605,00
610,00
615,00
620,00
625,00
630,00
635,00
640,00
645,00
650,00
655,00
595,00

TITULAR

MANCOMUNIDAD DEL SUR

PROYECTO

PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA FASE II MEDIANTE EL RECRECIDO DEL VIARIO PERIMETRAL EN EL DEPÓSITO CONTROLADO DE COLA DE LA MANCOMUNIDAD DE GESTIÓN DE RESIDUOS DEL SUR EN COMPLEJO AMBIENTAL LA MARAÑOSA

PLANO

MODELO TOPOGRÁFICO INICIAL
EXPLOTACIÓN FASE IV

CONSULTORIA:

Uxama
Ingeniería y Arquitectura S.L.

AUTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Luis Fco. Plaza Beltrán
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado nº. 12.830

FECHA : NOVIEMBRE 2025

DIBUJADO:

REF. CAD:

SUSTITUYE A:

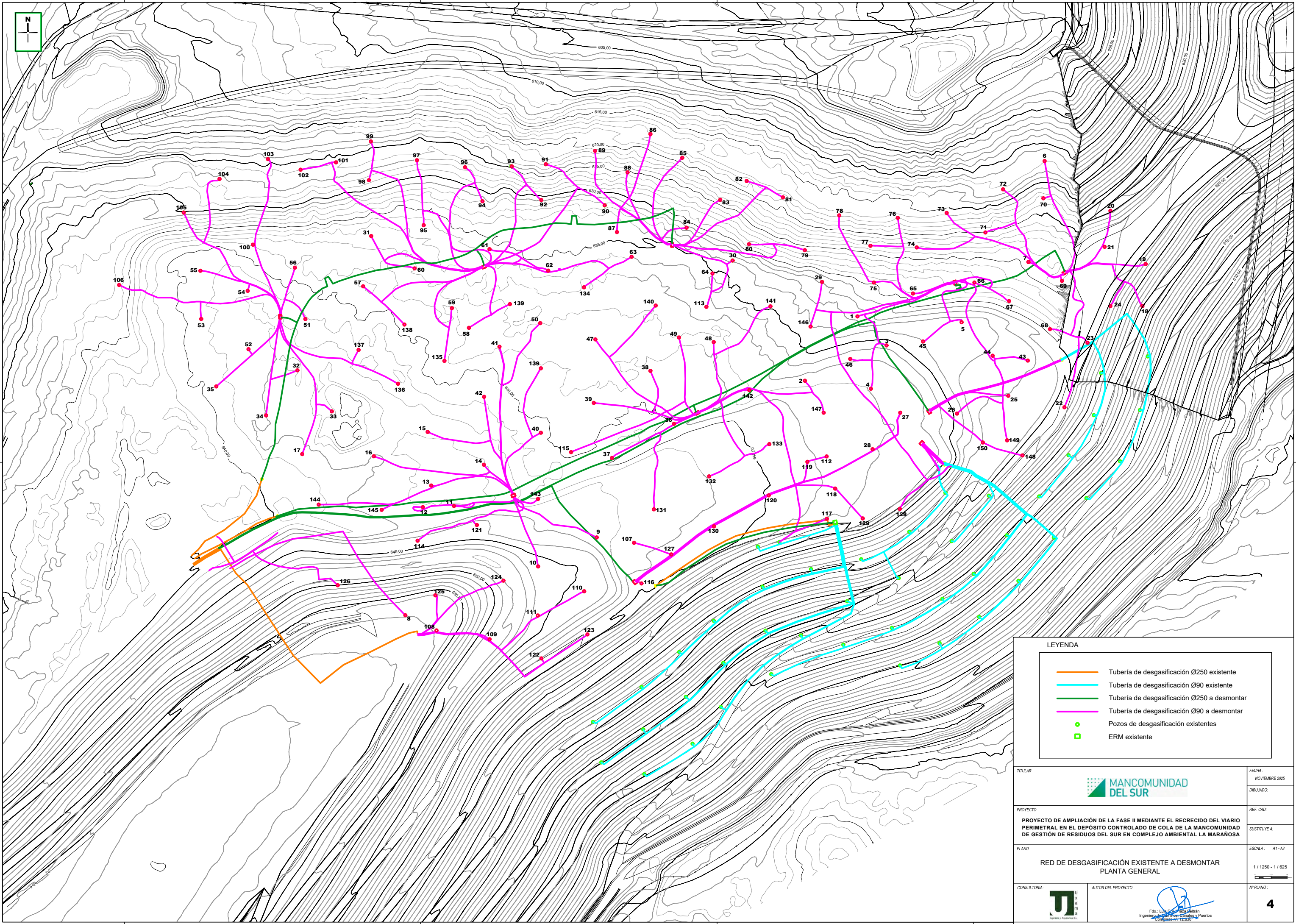
ESCALA : A1 - A3

1 / 2000 - 1 / 1000

0 10 20 Metros

Nº PLANO : 3

FICHERO: 07UX0825 _02-14 AMPLIACION VERTEDERO FASE 2_RV01.DWG


N
605,00
610,00
615,00
620,00
625,00
630,00
635,00
640,00
645,00
650,00
655,00
99
103
101
97
96
93
91
89
86
85
104
102
98
94
92
88
82
81
105
95
90
87
84
83
78
76
73
72
6
70
20
100
31
61
80
79
77
74
71
21
106
55
56
60
62
63
64
30
29
75
65
66
7
69
19
54
57
134
113
140
141
146
1
67
24
18
53
51
59
139
138
58
50
47
49
48
3
5
45
68
23
52
137
135
41
139
38
2
46
44
43
35
32
136
42
39
36
142
147
4
25
22
34
33
40
15
115
37
133
26
27
149
150
148
17
16
14
13
143
144
145
12
11
132
131
119
112
28
118
120
128
129
121
114
9
107
127
130
117
10
116
126
124
110
125
8
108
109
111
123
122

LEYENDA

🟧	Tubería de desgasificación Ø250 existente
🟦	Tubería de desgasificación Ø90 existente
🟩	Tubería de desgasificación Ø250 a desmontar
🟪	Tubería de desgasificación Ø90 a desmontar
●	Pozos de desgasificación existentes
▢	ERM existente

TITULAR

MANCOMUNIDAD DEL SUR

FECHA :
NOVIEMBRE 2025

DIBUJADO:

PROYECTO

PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA FASE II MEDIANTE EL RECRECIDO DEL VIARIO PERIMETRAL EN EL DEPÓSITO CONTROLADO DE COLA DE LA MANCOMUNIDAD DE GESTIÓN DE RESIDUOS DEL SUR EN COMPLEJO AMBIENTAL LA MARAÑOSA

REF. CAD:

SUSTITUYE A:

PLANO

RED DE DESGASIFICACIÓN EXISTENTE A DESMONTAR
PLANTA GENERAL

ESCALA : A1 - A3

1 / 1250 - 1 / 625

0 12.5 25 Metros

CONSULTORIA:

Uxama
Ingeniería y Arquitectura S.L.

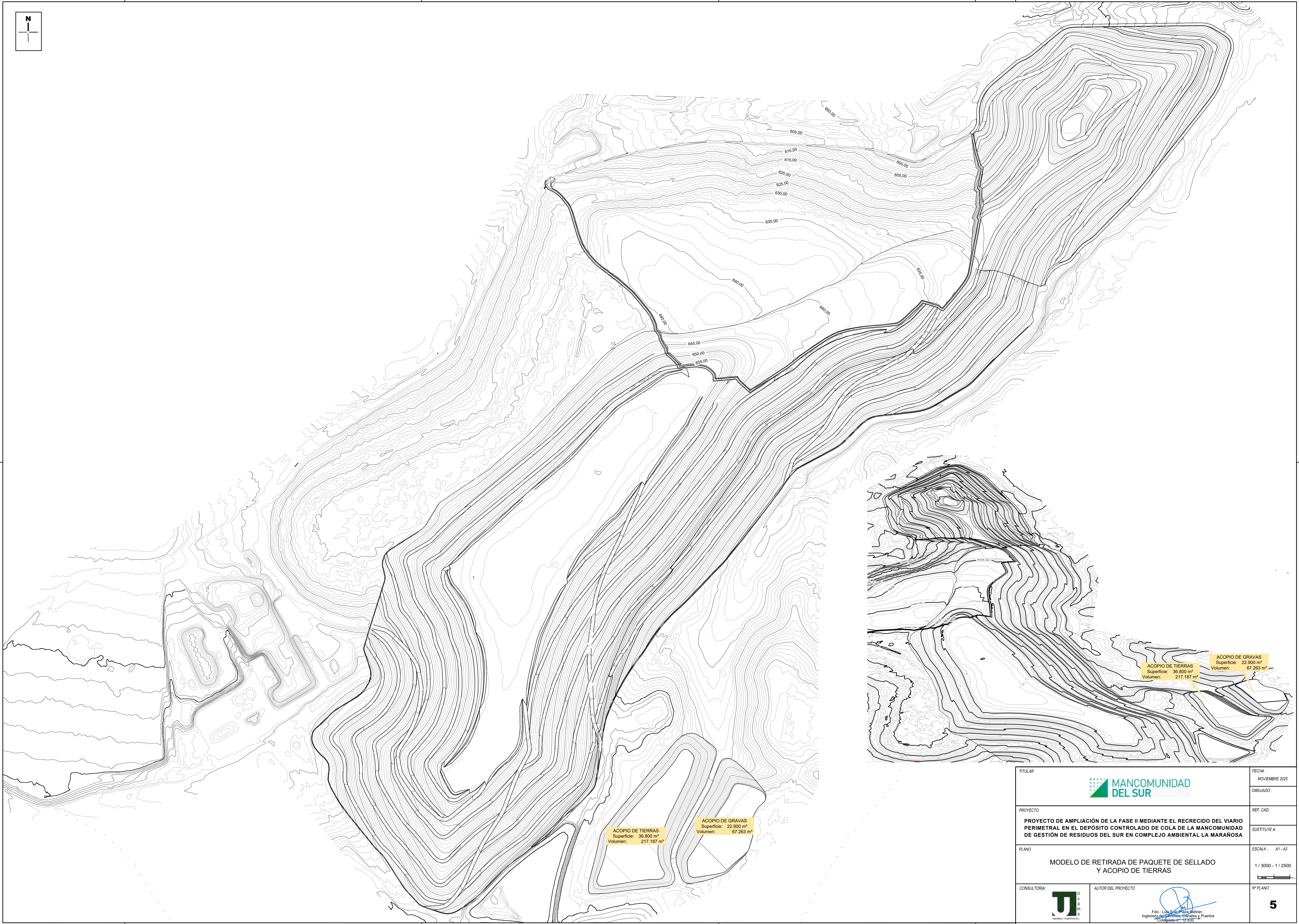
AUTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Luis Fco. Plaza Beltrán
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado nº. 12.830

Nº PLANO :

4

FICHERO: 07UX0825 _02-14 AMPLIACION VERTEDERO FASE 2_RV01.DWG


N
600,00
605,00
610,00
615,00
620,00
625,00
630,00
635,00
640,00
645,00
650,00
655,00
600,00
605,00
635,00
640,00
640,00

ACOPIO DE TIERRAS
Superficie: 36.800 m²
Volumen: 217.187 m³

ACOPIO DE GRAVAS
Superficie: 22.900 m²
Volumen: 67.263 m³

ACOPIO DE TIERRAS
Superficie: 36.800 m²
Volumen: 217.187 m³

ACOPIO DE GRAVAS
Superficie: 22.900 m²
Volumen: 67.263 m³

TITULAR

MANCOMUNIDAD DEL SUR

FECHA : NOVIEMBRE 2025

DIBUJADO:

PROYECTO

PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA FASE II MEDIANTE EL RECRECIDO DEL VIARIO PERIMETRAL EN EL DEPÓSITO CONTROLADO DE COLA DE LA MANCOMUNIDAD DE GESTIÓN DE RESIDUOS DEL SUR EN COMPLEJO AMBIENTAL LA MARAÑOSA

REF. CAD:

SUSTITUYE A:

PLANO

MODELO DE RETIRADA DE PAQUETE DE SELLADO Y ACOPIO DE TIERRAS

ESCALA : A1 - A3

1 / 3000 - 1 / 2500

0 30 60 Metros

CONSULTORIA:

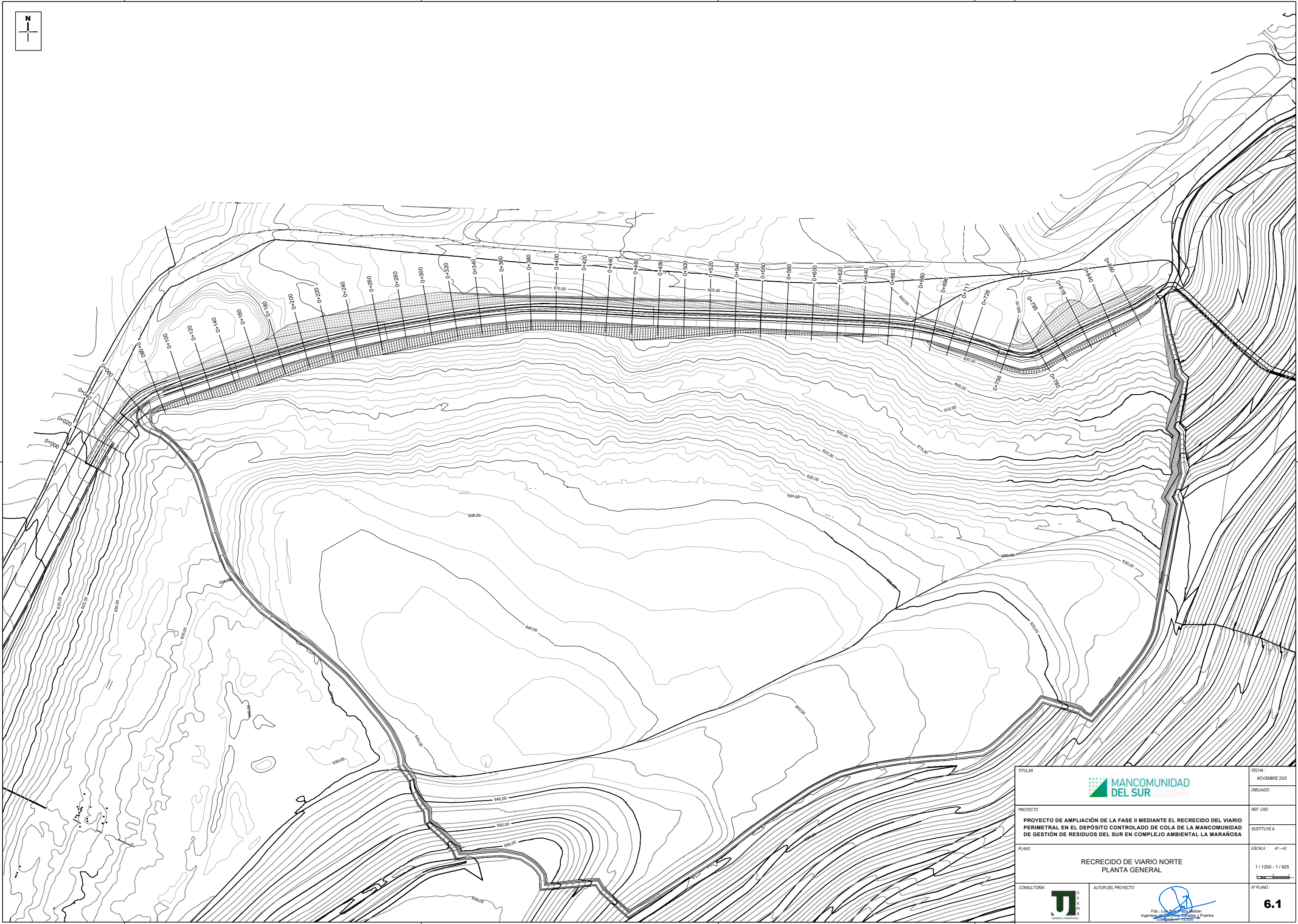
Uxama Ingeniería y Arquitectura S.L.

AUTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Luis Fco. Plaza Beltrán
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado nº. 12.830

Nº PLANO : 5

FICHERO: 07UX0825 _02-14 AMPLIACION VERTEDERO FASE 2_RV01.DWG


N
0+000
0+020
0+040
0+060
0+080
0+100
0+120
0+140
0+160
0+180
0+200
0+220
0+240
0+260
0+280
0+300
0+320
0+340
0+360
0+380
0+400
0+420
0+440
0+460
0+480
0+500
0+520
0+540
0+560
0+580
0+600
0+620
0+640
0+660
0+680
0+696
0+711
0+726
0+756
0+780
0+795
0+818
0+840
0+860
610,00
605,00
600,00
595,00
605,00
610,00
615,00
620,00
625,00
630,00
634,00
638,00
630,00
630,00
635,00
640,00
640,00
640,00
639,00
645,00
650,00
655,00
658,00
620,00
625,00
630,00
635,00

TITULAR

MANCOMUNIDAD DEL SUR

PROYECTO

PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA FASE II MEDIANTE EL RECRECIDO DEL VIARIO PERIMETRAL EN EL DEPÓSITO CONTROLADO DE COLA DE LA MANCOMUNIDAD DE GESTIÓN DE RESIDUOS DEL SUR EN COMPLEJO AMBIENTAL LA MARAÑOSA

PLANO

RECRECIDO DE VIARIO NORTE
PLANTA GENERAL

CONSULTORIA:

Uxama
Ingeniería y Arquitectura S.L.

AUTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Luis Fco. Plaza Beltrán
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado nº. 12.830

FECHA : NOVIEMBRE 2025

DIBUJADO:

REF. CAD:

SUSTITUYE A:

ESCALA : A1 - A3

1 / 1250 - 1 / 625

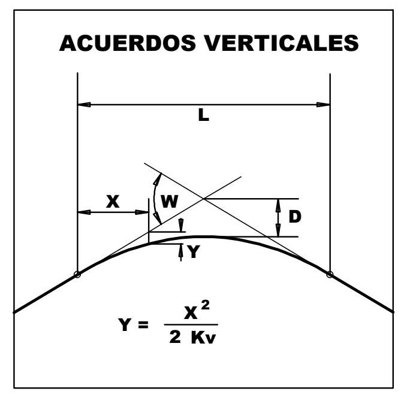
0 12.5 25 Metros

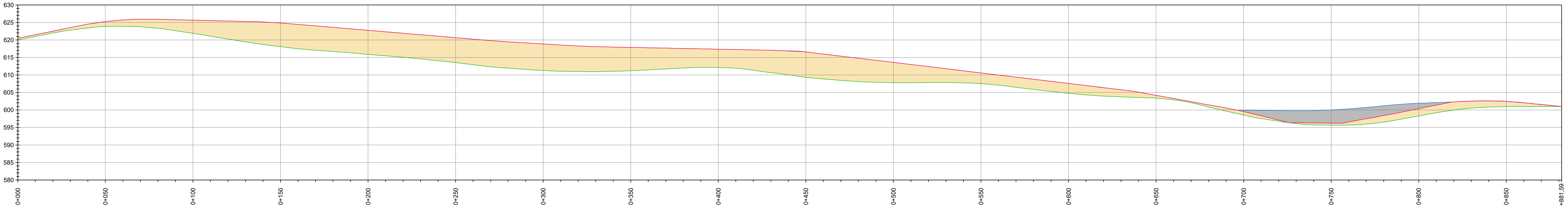
Nº PLANO :

6.1

FICHERO: 07UX0825 _02-14 AMPLIACION VERTEDERO FASE 2_RV01.DWG

PERFIL LONGITUDINAL
Escalas - V: 25 H:50





P.K.	DISTANCIA A ORIGEN	COTA TERRENO	COTA RASANTE	COTA ROJA TERRAPLEN
0+000	0,00	620,04	620,49	0,45
	10,00	620,97	621,49	0,52
	20,00	621,98	622,49	0,51
	30,00	622,80	623,54	0,74
	40,00	623,41	624,50	1,09
0+050	50,00	623,87	625,24	1,37
	60,00	623,90	625,71	1,81
	70,00	623,75	625,91	2,16
	80,00	623,33	625,88	2,55
	90,00	622,63	625,76	3,13
0+100	100,00	621,89	625,64	3,75
	110,00	621,07	625,52	4,45
	120,00	620,25	625,40	5,15
	130,00	619,45	625,28	5,83
	140,00	618,71	625,11	6,41
0+150	150,00	618,09	624,83	6,74
	160,00	617,49	624,43	6,94
	170,00	617,06	624,01	6,95
	180,00	616,68	623,59	6,90
	190,00	616,33	623,17	6,84
0+200	200,00	615,87	622,74	6,88
	210,00	615,48	622,32	6,84
	220,00	615,05	621,90	6,85
	230,00	614,57	621,48	6,92
	240,00	614,06	621,06	7,00
0+250	250,00	613,53	620,64	7,11
	260,00	612,92	620,22	7,30
	270,00	612,34	619,81	7,47
	280,00	611,93	619,45	7,51
	290,00	611,58	619,14	7,57
0+300	300,00	611,28	618,84	7,56
	310,00	611,07	618,54	7,48
	320,00	611,00	618,26	7,27
	330,00	610,95	618,07	7,12
	340,00	611,05	617,96	6,91
0+350	350,00	611,21	617,86	6,65
	360,00	611,43	617,76	6,33
	370,00	611,70	617,66	5,96
	380,00	611,99	617,56	5,57
	390,00	612,16	617,46	5,30
0+400	400,00	612,12	617,36	5,24
	410,00	611,92	617,26	5,34
	420,00	611,34	617,16	5,82
	430,00	610,66	617,04	6,37
	440,00	610,05	616,82	6,77
0+450	450,00	609,31	616,53	7,23
	460,00	608,85	615,97	7,12
	470,00	608,44	615,37	6,94
	480,00	608,11	614,77	6,66
	490,00	607,92	614,17	6,25
0+500	500,00	607,78	613,57	5,79
	510,00	607,79	612,97	5,19
	520,00	607,82	612,37	4,55
	530,00	607,85	611,77	3,93
	540,00	607,74	611,17	3,43
0+550	550,00	607,52	610,57	3,06
	560,00	607,08	609,97	2,89
	570,00	606,48	609,37	2,89
	580,00	605,87	608,77	2,91
	590,00	605,32	608,17	2,85
0+600	600,00	604,76	607,57	2,81
	610,00	604,29	606,97	2,68
	620,00	603,96	606,37	2,42
	630,00	603,75	605,77	2,02
	640,00	603,55	605,07	1,53
0+650	650,00	603,38	604,17	0,79
	660,00	602,91	603,27	0,36
	670,00	602,06	602,36	0,31
	680,00	600,83	601,45	0,62
	690,00	599,64	600,54	0,90
0+700	700,00	598,55	599,53	0,97
	710,00	597,54	598,31	0,77
	720,00	596,77	597,11	0,34
	730,00	596,12	596,34	0,21
	740,00	595,70	596,29	0,59
0+750	750,00	595,65	596,24	0,59
	760,00	595,68	596,56	0,88
	770,00	595,96	597,47	1,51
	780,00	596,52	598,39	1,86
	790,00	597,39	599,35	1,96
0+800	800,00	598,30	600,36	2,06
	810,00	599,19	601,36	2,17
	820,00	599,96	602,29	2,33
	830,00	600,53	602,51	1,98
	840,00	600,85	602,60	1,75
0+850	850,00	600,94	602,45	1,50
	860,00	601,00	602,07	1,07
	870,00	601,00	601,57	0,57
0+881,59	881,59	601,00	600,99	0,06

DIAGRAMA DE CURVATURAS

Tramo	Valor
RECTA	20.49
R: 34,60m	L: 8,65m
RECTA	14.36
R: 87,57m	L: 46,05m
RECTA	64.30
R: 845,29m	L: 114,07m
RECTA	33.78
R: 579,79m	L: 49,04m
RECTA	1.67
R: 396,72m	L: 65,98m
RECTA	25.78
R: 432,45m	L: 18,97m
RECTA	92.69
R: 816,68m	L: 21,03m
RECTA	78.04
R: 188,38m	L: 48,46m
RECTA	51.72
R: 27,80m	L: 23,48m
RECTA	19.41
R: 236,15m	L: 23,95m
RECTA	29.39
R: 122,87m	L: 17,59m
RECTA	9.51

— TERRENO MAYO 2024
— TERRENO RECRECIDO VIARIO PERIMETRAL CARRIL SUR
▨ TERRAPLEN
▨ MURO CARRIL NORTE

TITULAR

MANCOMUNIDAD DEL SUR

PROYECTO

PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA FASE II MEDIANTE EL RECRECIDO DEL VIARIO PERIMETRAL EN EL DEPÓSITO CONTROLADO DE COLA DE LA MANCOMUNIDAD DE GESTIÓN DE RESIDUOS DEL SUR EN COMPLEJO AMBIENTAL LA MARAÑOSA

PLANO

RECRECIDO DE VIARIO NORTE
PLANTA GENERAL

CONSULTORIA:

Uxama
Ingeniería y Arquitectura S.L.

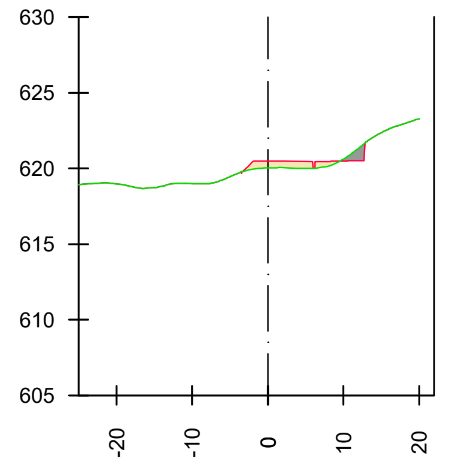
AUTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Luis Fco. Plaza Beltrán
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado nº. 12.830

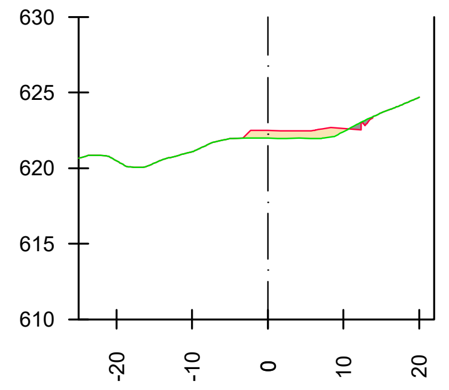
FECHA : NOVIEMBRE 2025
DIBUJADO:
REF. CAD:
SUSTITUYE A:
ESCALA : A1 - A3
1 / 1250 - 1 / 625
0 12.5 25 Metros
Nº PLANO : **6.2**

FICHERO: 07UX0825_02-14 AMPLIACION VERTEDERO FASE 2_RV01.DWG

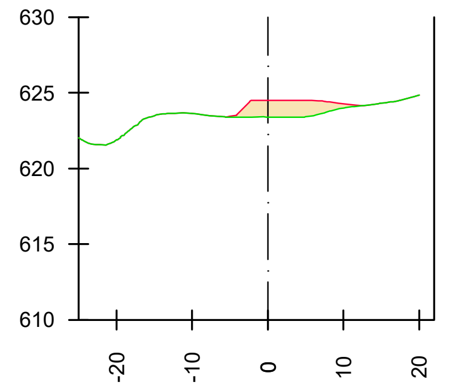
P.K.: 0+000,00



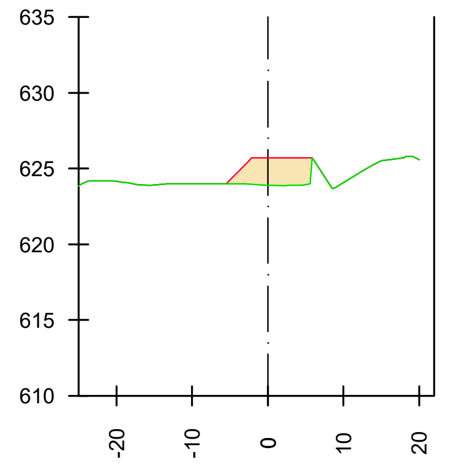
P.K.: 0+020,00



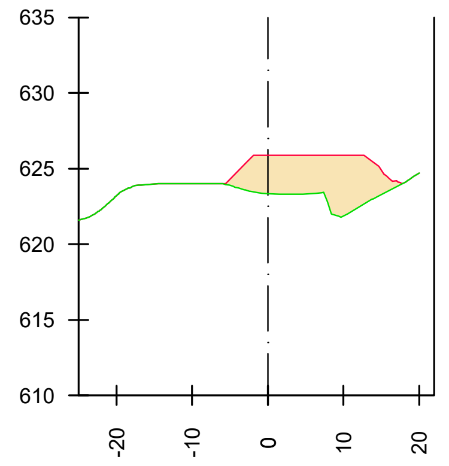
P.K.: 0+040,00



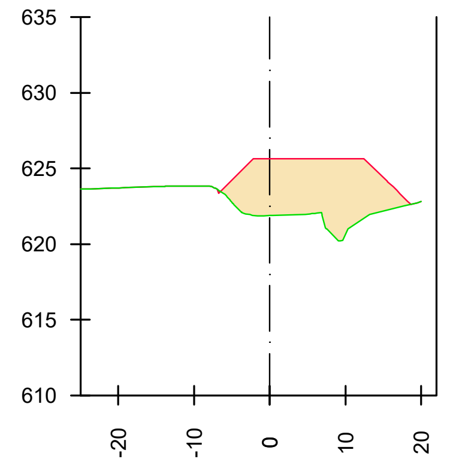
P.K.: 0+060,00



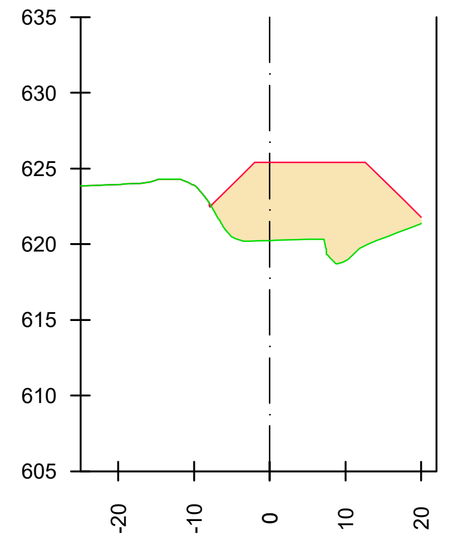
P.K.: 0+080,00



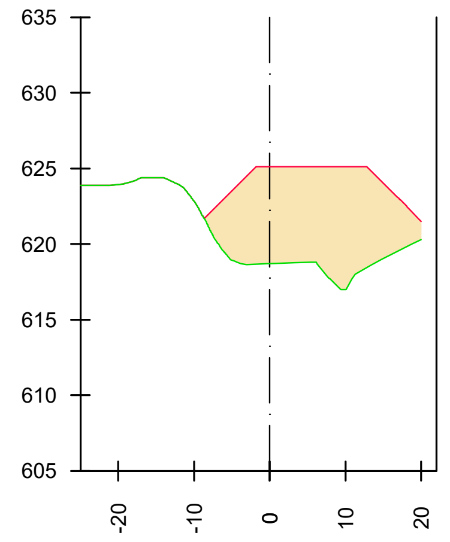
P.K.: 0+100,00



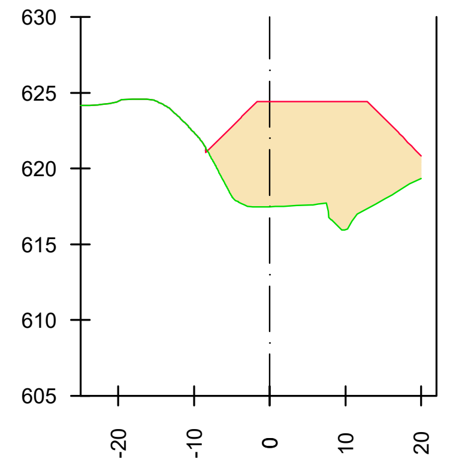
P.K.: 0+120,00



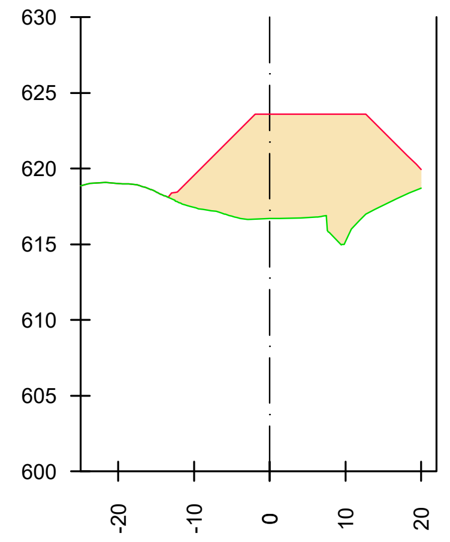
P.K.: 0+140,00



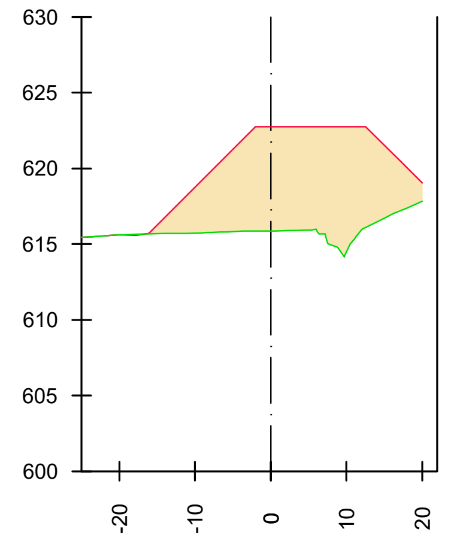
P.K.: 0+160,00



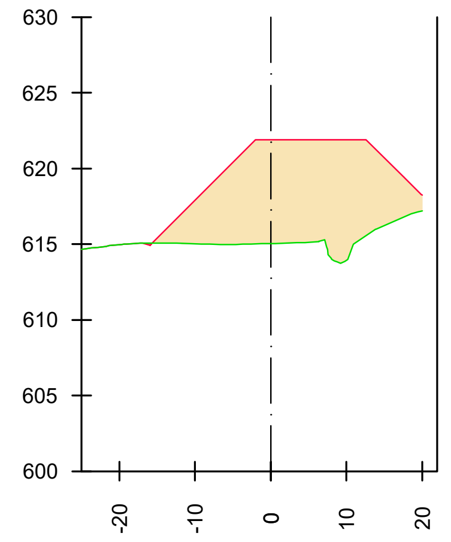
P.K.: 0+180,00



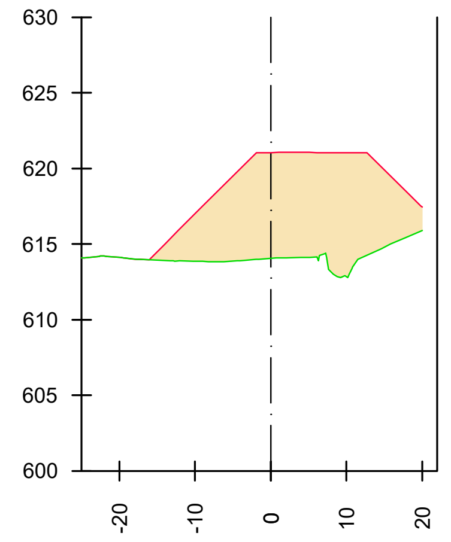
P.K.: 0+200,00



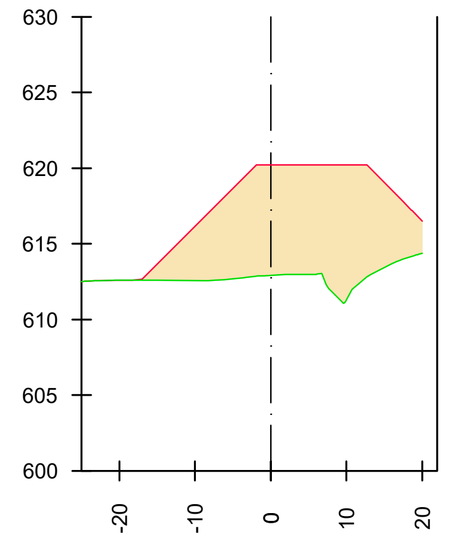
P.K.: 0+220,00



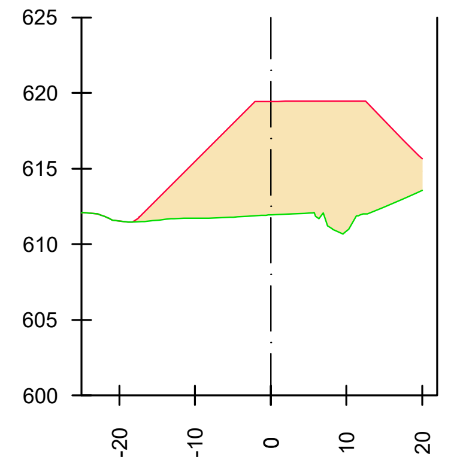
P.K.: 0+240,00



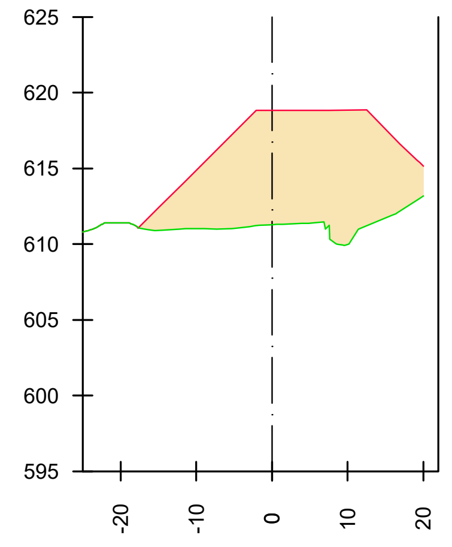
P.K.: 0+260,00



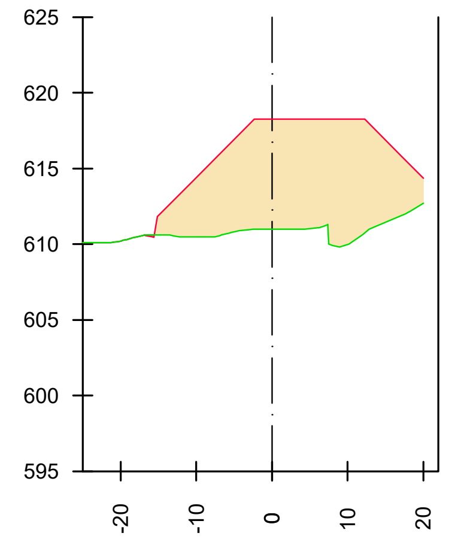
P.K.: 0+280,00



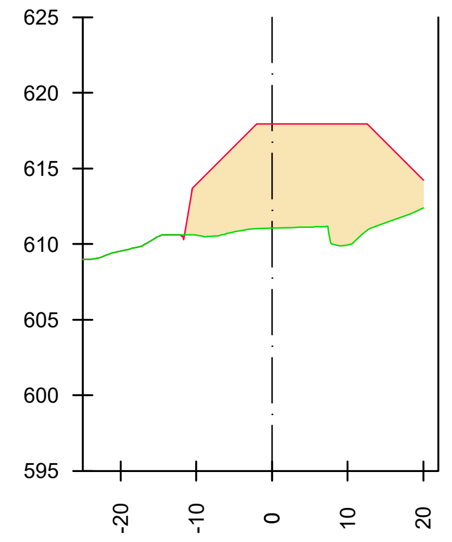
P.K.: 0+300,00



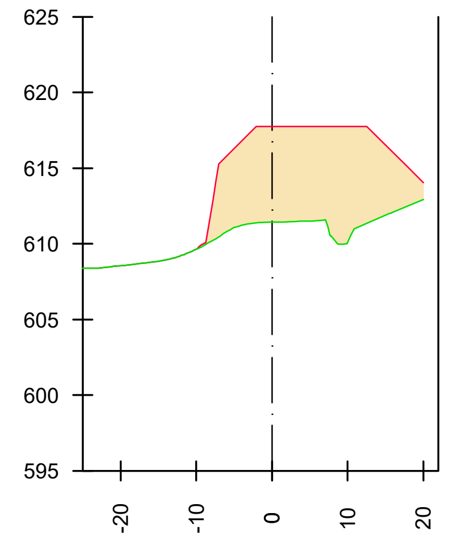
P.K.: 0+320,00



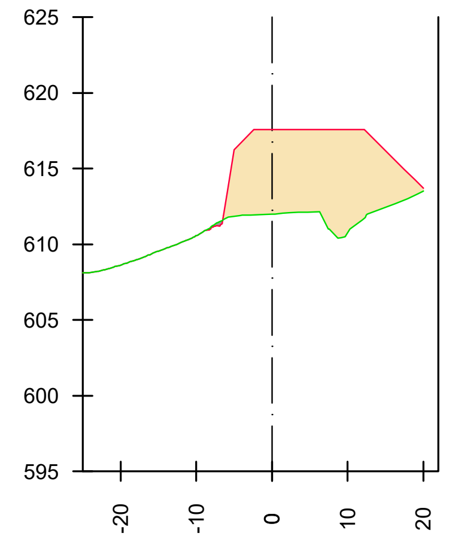
P.K.: 0+340,00



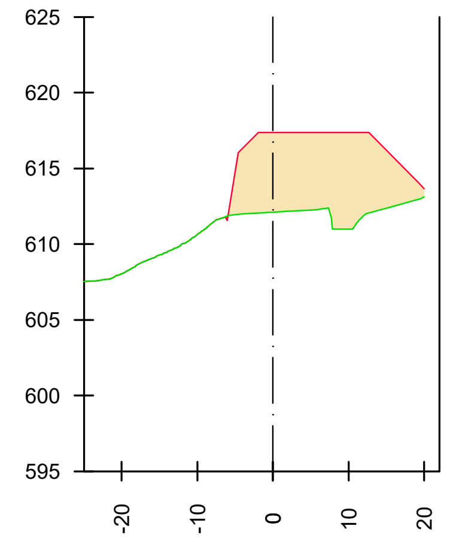
P.K.: 0+360,00



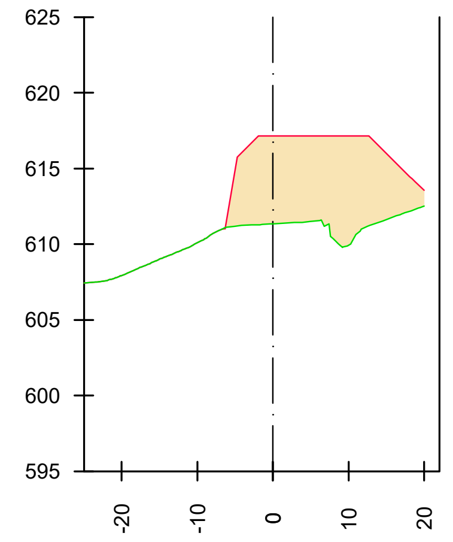
P.K.: 0+380,00



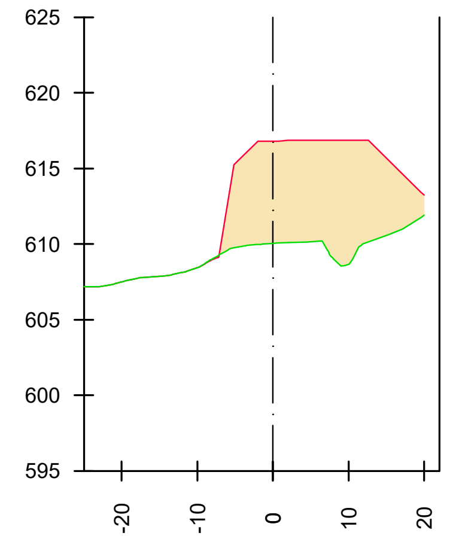
P.K.: 0+400,00



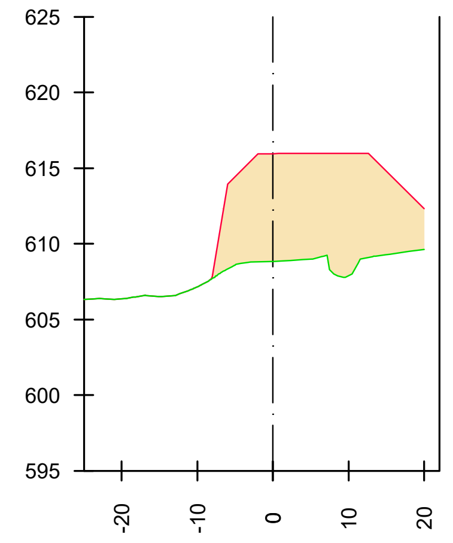
P.K.: 0+420,00



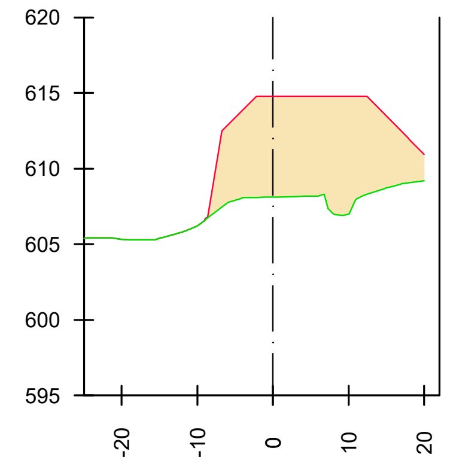
P.K.: 0+440,00



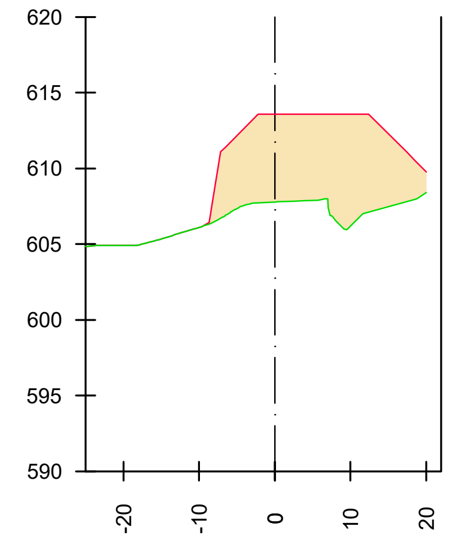
P.K.: 0+460,00



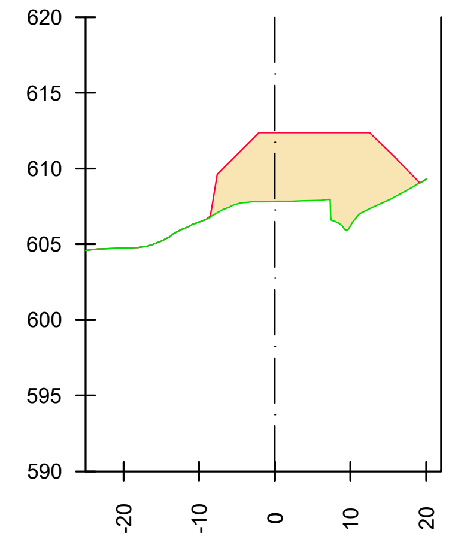
P.K.: 0+480,00



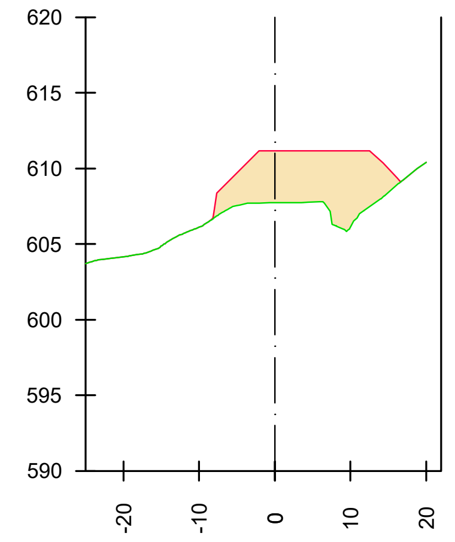
P.K.: 0+500,00



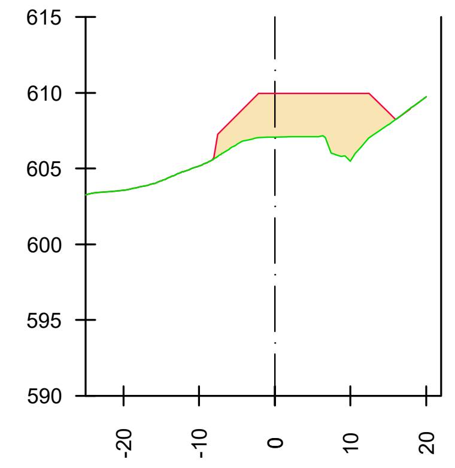
P.K.: 0+520,00



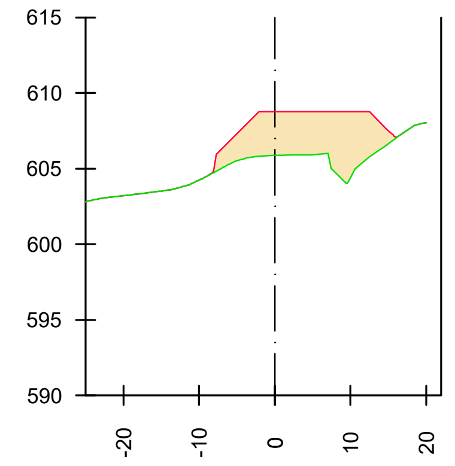
P.K.: 0+540,00



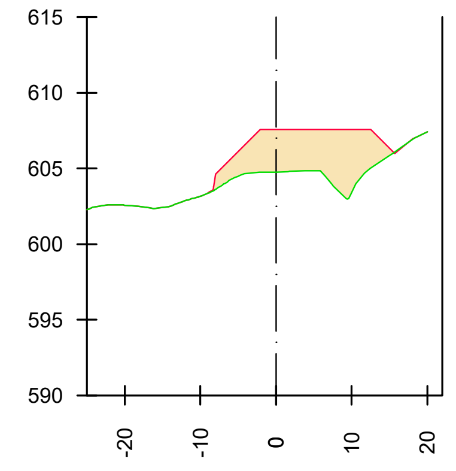
P.K.: 0+560,00



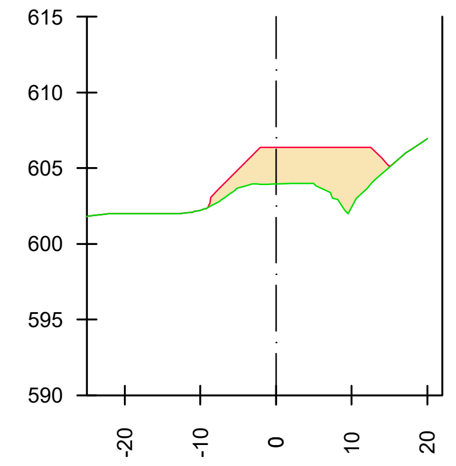
P.K.: 0+580,00



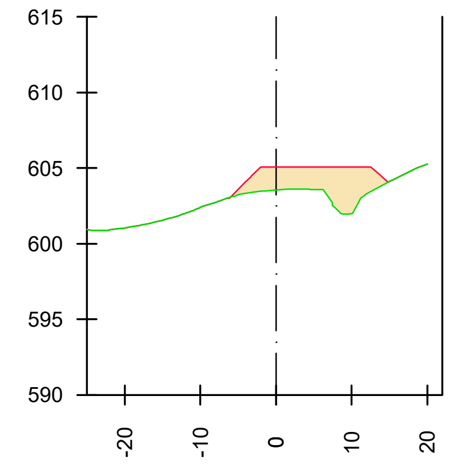
P.K.: 0+600,00



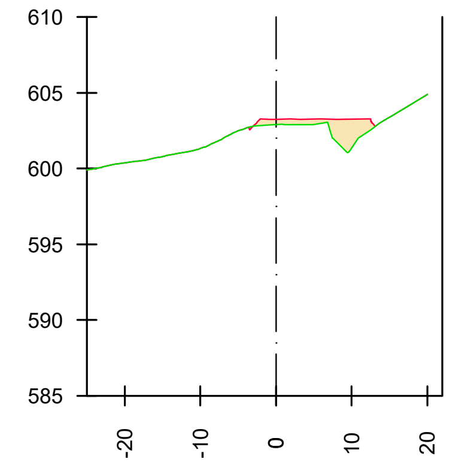
P.K.: 0+620,00



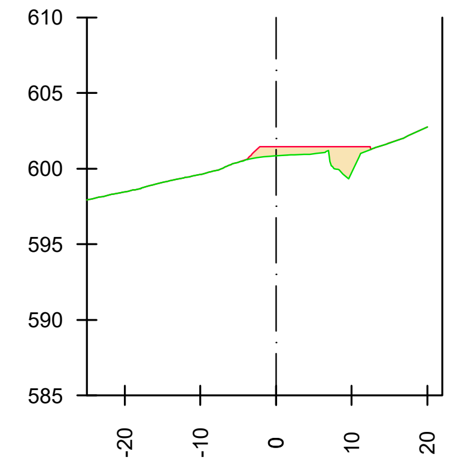
P.K.: 0+640,00



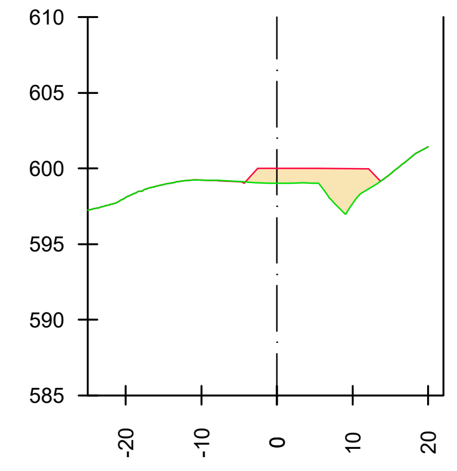
P.K.: 0+660,00



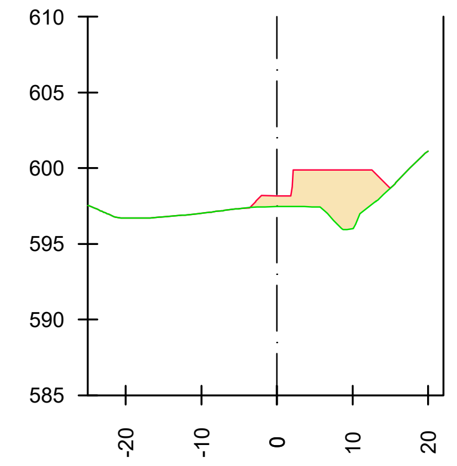
P.K.: 0+680,00



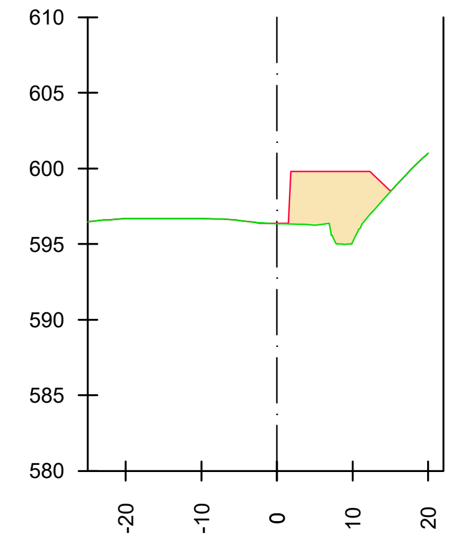
P.K.: 0+695,90



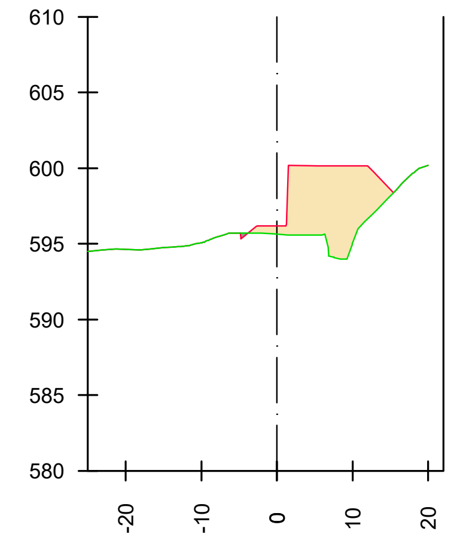
P.K.: 0+711,06



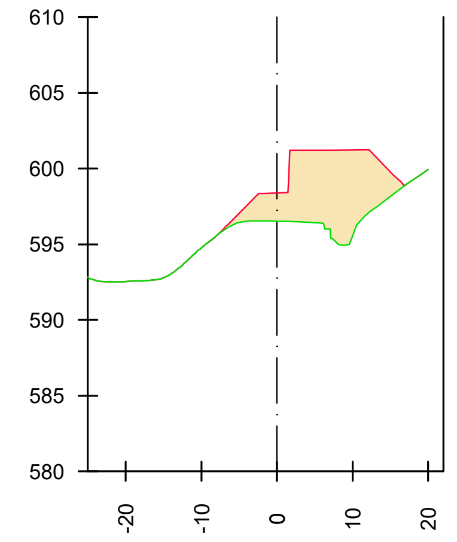
P.K.: 0+726,09



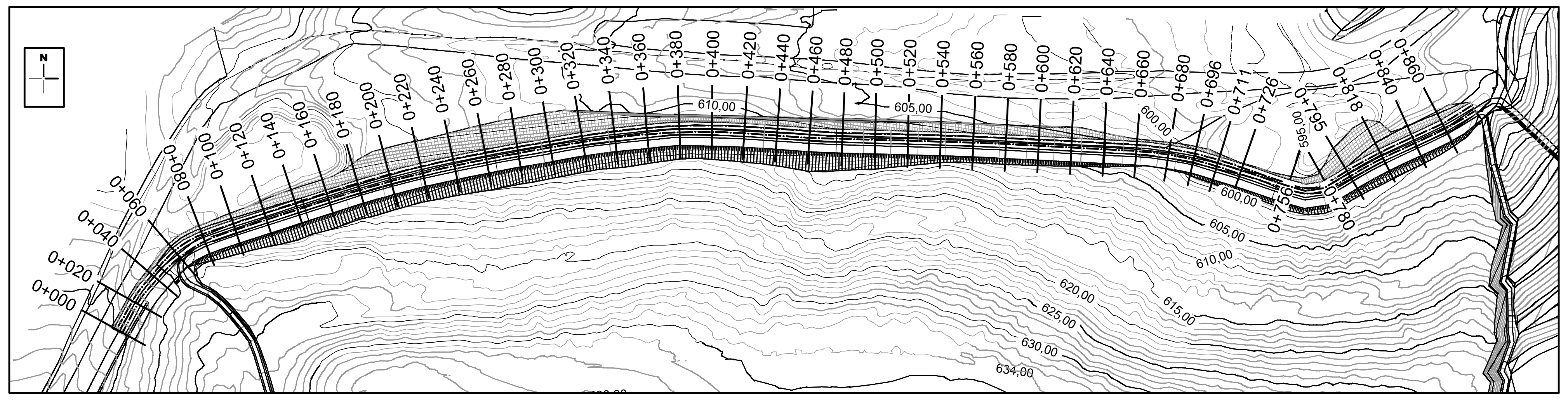
P.K.: 0+756,10



P.K.: 0+780,00



🟩	TERRENO ACTUAL
🟥	TERRENO RECRECIDO VIARIO PERIMETRAL
🟨	TERRAPLEN
▨	DESMONTE


N
0+000
0+020
0+040
0+060
0+080
0+100
0+120
0+140
0+160
0+180
0+200
0+220
0+240
0+260
0+280
0+300
0+320
0+340
0+360
0+380
0+400
0+420
0+440
0+460
0+480
0+500
0+520
0+540
0+560
0+580
0+600
0+620
0+640
0+660
0+680
0+696
0+711
0+726
0+756
0+780
0+795
0+818
0+840
0+860
610,00
605,00
600,00
595,00
600,00
605,00
610,00
615,00
620,00
625,00
630,00
634,00

TITULAR

MANCOMUNIDAD DEL SUR

PROYECTO

PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA FASE II MEDIANTE EL RECRECIDO DEL VIARIO PERIMETRAL EN EL DEPÓSITO CONTROLADO DE COLA DE LA MANCOMUNIDAD DE GESTIÓN DE RESIDUOS DEL SUR EN COMPLEJO AMBIENTAL LA MARAÑOSA

PLANO

RECRECIDO DE VIARIO NORTE
PERFILES TRANSVERSALES

CONSULTORIA:

Uxama
Ingeniería y Arquitectura S.L.

AUTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Luis Fco. Plaza Beltrán
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado nº : 12.830

FECHA :
NOVIEMBRE 2025

DIBUJADO:

REF. CAD:

SUSTITUYE A:

ESCALA : A1 - A3

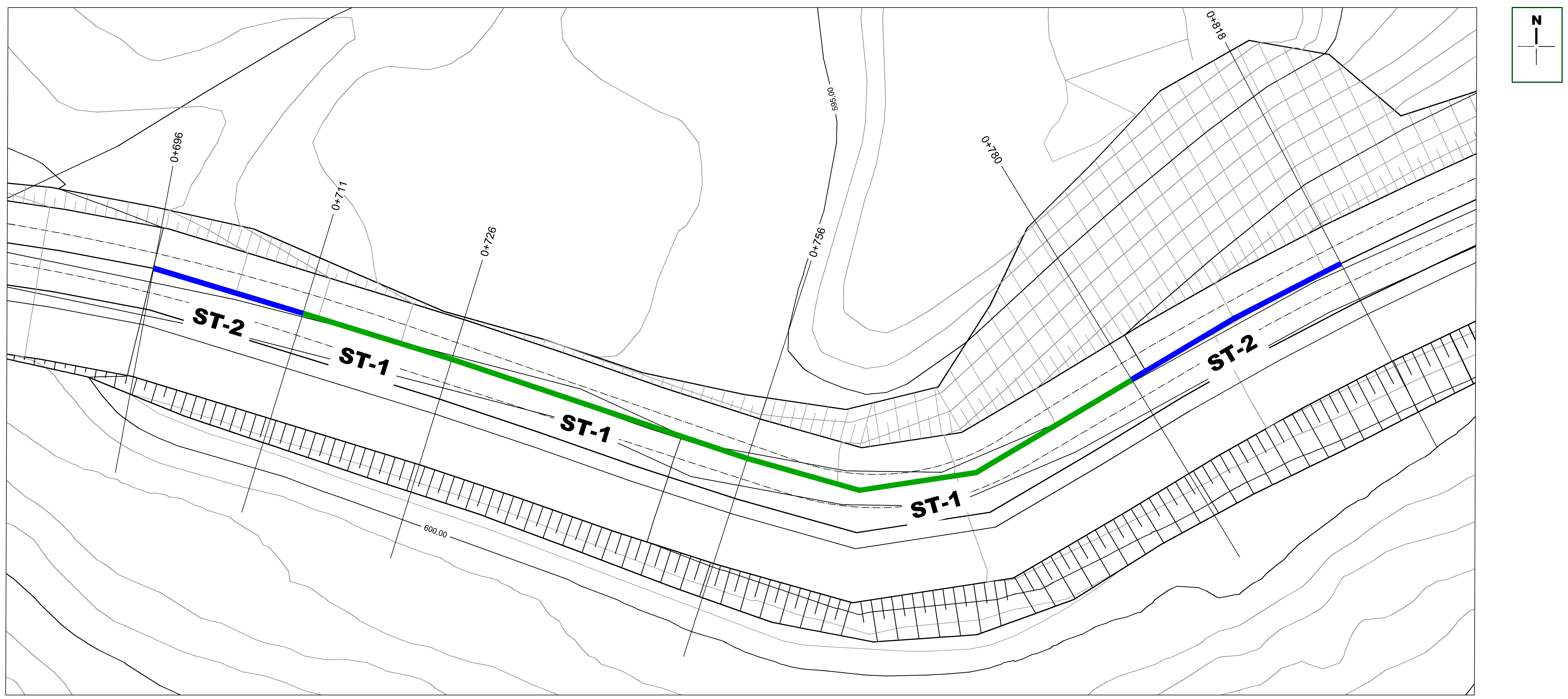
1 / 1000 - 1 / 500

0 10 20 Metros

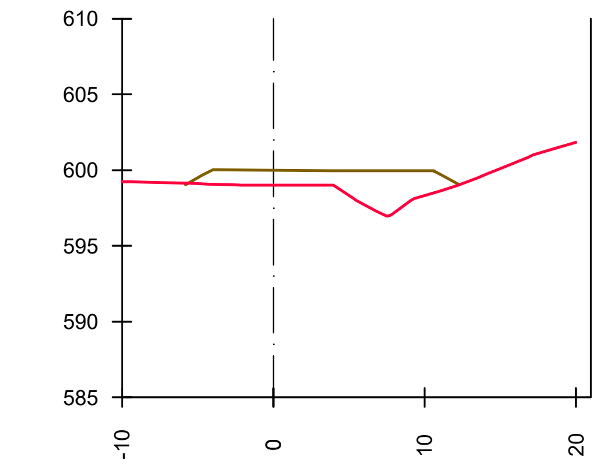
Nº PLANO :

6.3

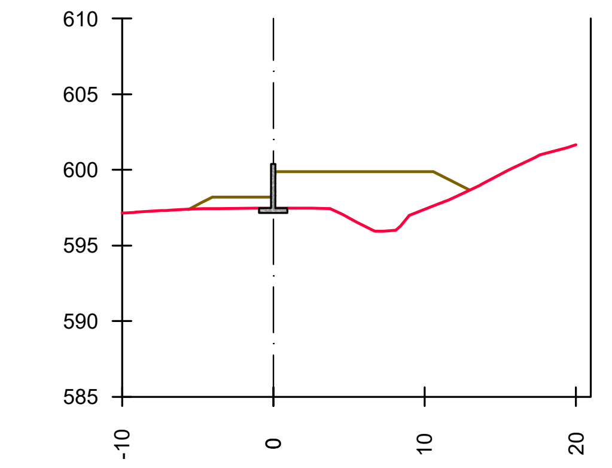
FICHERO: 07UX0825_02-14 AMPLIACION VERTEDERO FASE 2_RV01.DWG


0+696
0+711
0+726
0+756
0+780
0+818
595.00
600.00
ST-2
ST-1
ST-1
ST-1
ST-2
N

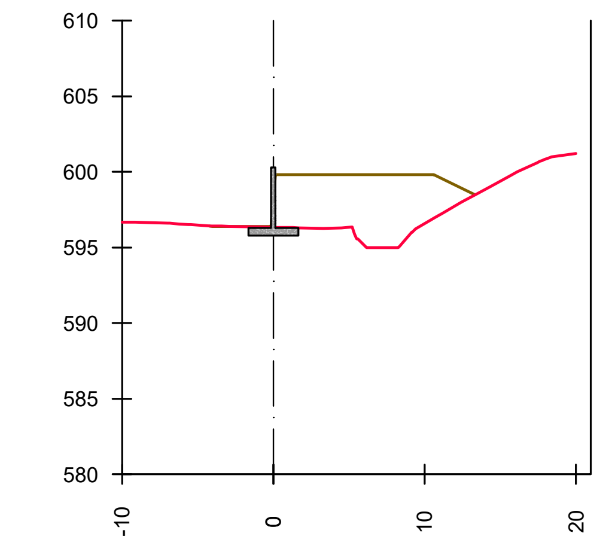
DE P.K. 0+696 A 0+711



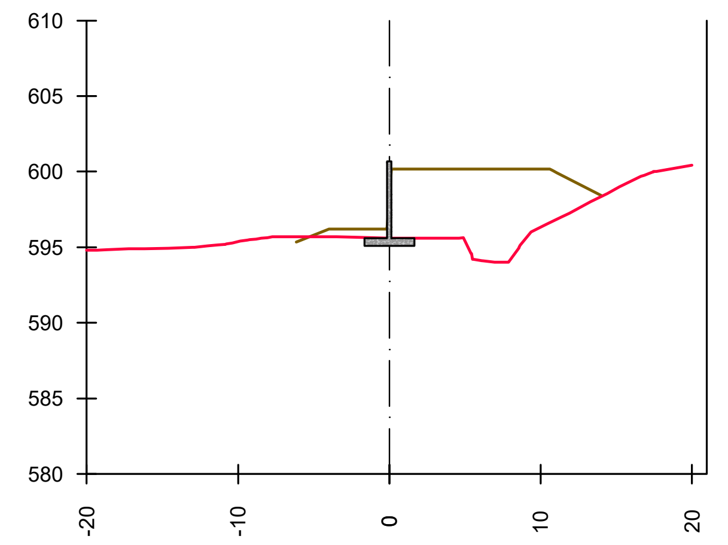
DE P.K. 0+711 A 0+726



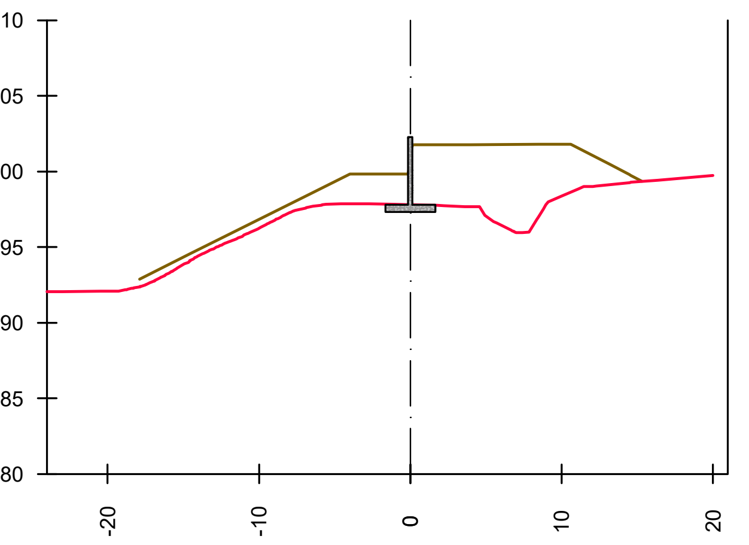
DE P.K. 0+726 A 0+756



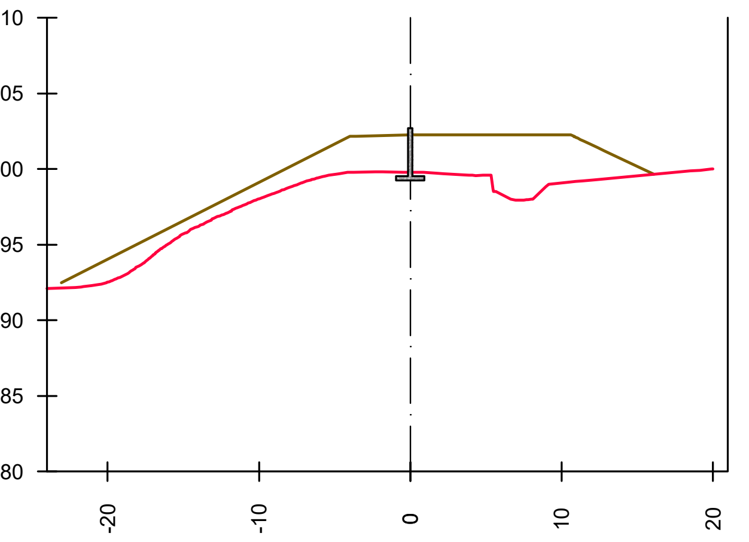
DE P.K. 0+756 A 0+780



DE P.K. 0+780 A 0+818



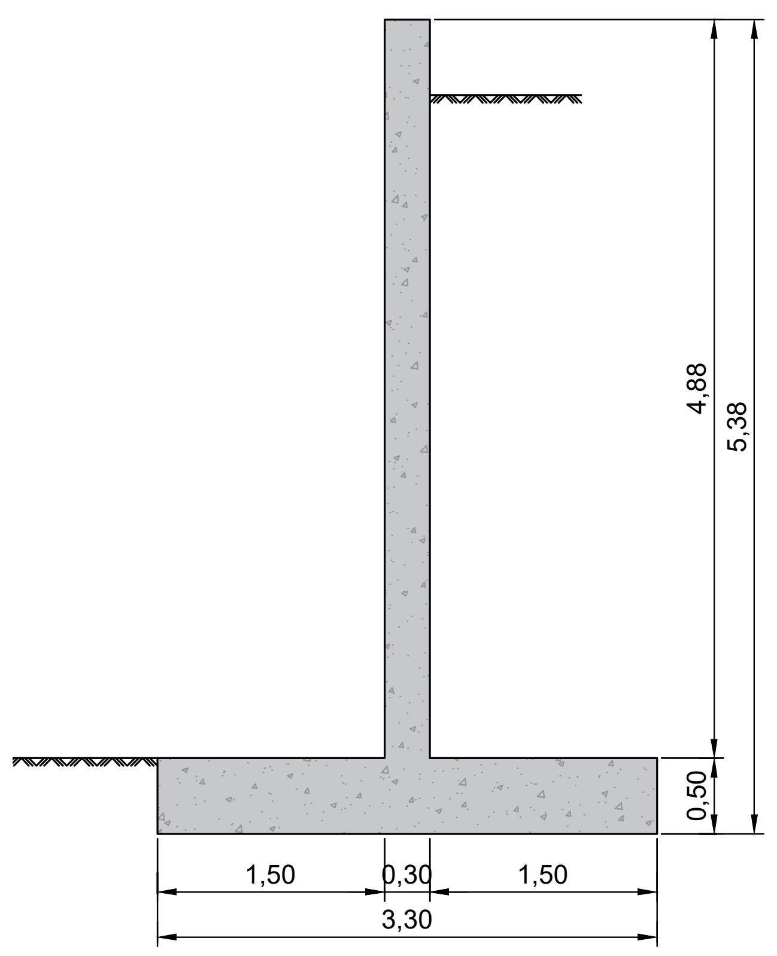
P.K. 0+818



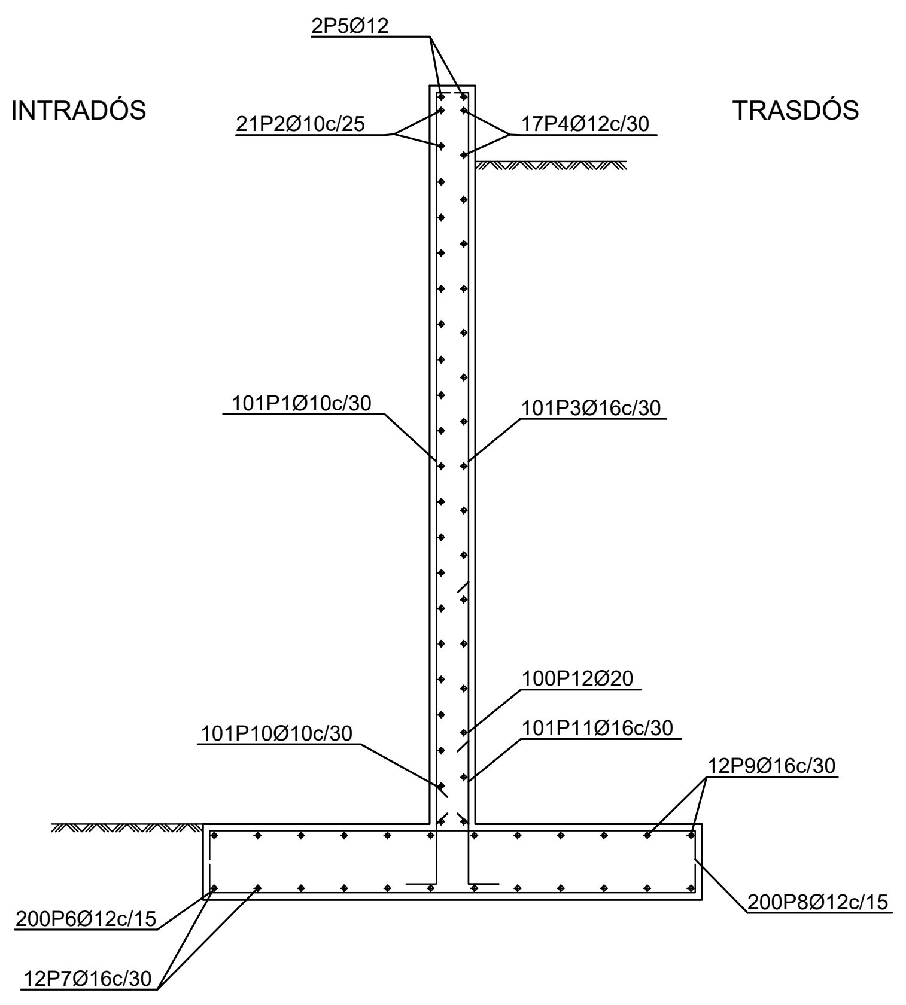
SECCIÓN TIPO 1 (ST-1)

- ENTRE PK 0+711 Y PK 0+726 ALTURA VARIABLE ENTRE 2,00 m y 4,00 m
- ENTRE PK 0+726 Y PK 0+756 ALTURA LIBRE 4 m
- ENTRE PK 0+756 Y PK 0+780 ALTURA LIBRE VARIABLE ENTRE 4,00 m y 2,00 m

GEOMETRIA


4,88
5,38
0,50
1,50
0,30
1,50
3,30

ARMADO


INTRADÓS
TRASDÓS
2P5Ø12
21P2Ø10c/25
17P4Ø12c/30
101P1Ø10c/30
101P3Ø16c/30
100P12Ø20
101P11Ø16c/30
101P10Ø10c/30
12P9Ø16c/30
200P6Ø12c/15
200P8Ø12c/15
12P7Ø16c/30

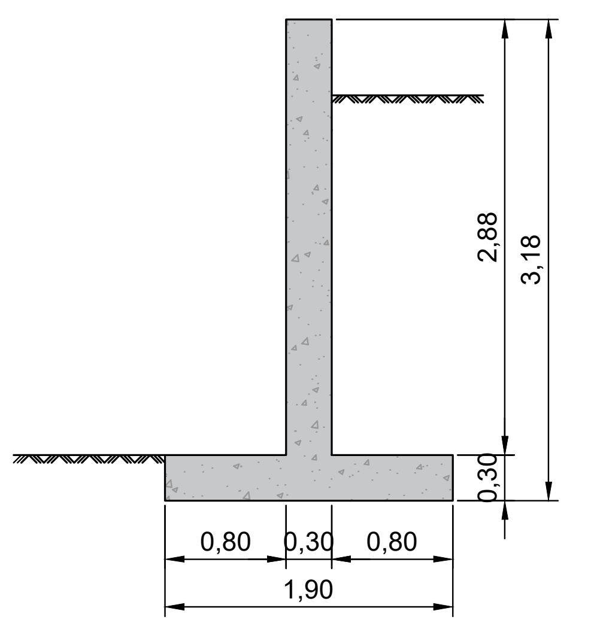
Mediciones Muro para una longitud de 30 m

POSICIÓN	Ø mm	NÚM. PIEZAS	LONGITUD m	FORMA L=cm	LONGITUD TOTAL m	PESO kg/m	PESO kp
1	10	101	5.04	21 483	508.54	0.62	313.53
2	10	21	29.86	2986	627.06	0.62	386.61
3	16	101	5.02	20 482	507.22	1.58	800.56
4	12	17	29.86	2986	507.62	0.89	450.68
5	12	2	29.86	2986	59.72	0.89	53.02
6	12	200	3.35	10 315 10	669.60	0.89	594.49
7	16	12	29.86	2986	358.32	1.58	565.54
8	12	200	3.35	10 315 10	669.60	0.89	594.49
9	16	12	29.86	2986	358.32	1.58	565.54
10	10	101	0.97	30 67	97.67	0.62	60.22
11	16	101	1.26	30 96	127.66	1.58	201.49
12	20	100	2.31	30 201	231.20	2.47	570.18
				Ø10	1233.27	0.62	760.36
				Ø12	1906.54	0.89	1692.68
				Ø16	1351.52	1.58	2133.13
				Ø20	231.20	2.47	570.18
B 500 S, Ys=1.15						Peso total	5156.35
						Peso total con mermas (10.00%)	5671.99

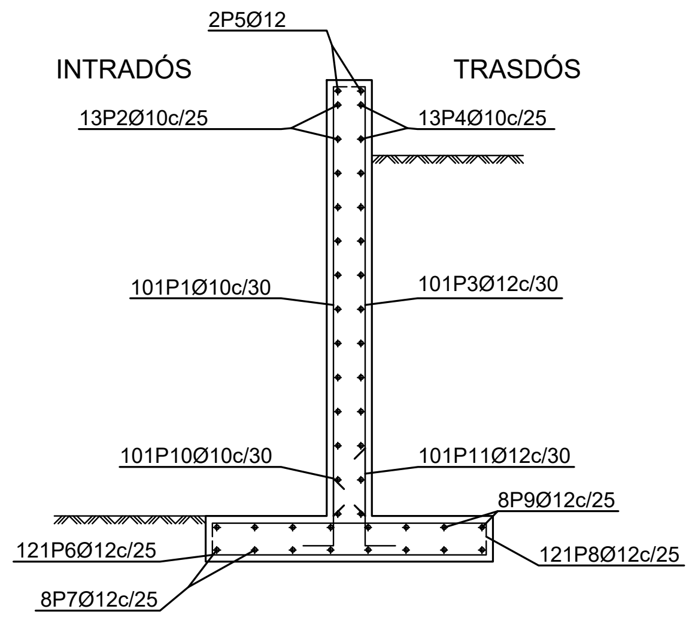
SECCIÓN TIPO 2 (ST-2)

- ENTRE PK 0+696 Y PK 0+711 ALTURA LIBRE ENTRE 0,00 m y 2,00 m
- ENTRE PK 0+780 Y PK 0+818 ALTURA LIBRE ENTRE 2,00 y 0,00 m

GEOMETRIA


2,88
3,18
0,30
0,80
0,30
0,80
1,90

ARMADO


INTRADÓS
TRASDÓS
2P5Ø12
13P2Ø10c/25
13P4Ø10c/25
101P1Ø10c/30
101P3Ø12c/30
101P10Ø10c/30
101P11Ø12c/30
8P9Ø12c/25
121P6Ø12c/25
121P8Ø12c/25
8P7Ø12c/25

Mediciones Muro para una longitud de 30 m

POSICIÓN	Ø mm	NÚM. PIEZAS	LONGITUD m	FORMA L=cm	LONGITUD TOTAL m	PESO kg/m	PESO kp
1	10	101	3.04	21 283	306.54	0.62	188.99
2	10	13	29.86	2986	388.18	0.62	239.33
3	12	101	3.02	20 282	305.42	0.89	271.17
4	10	13	29.86	2986	388.18	0.62	239.33
5	12	2	29.86	2986	59.72	0.89	53.02
6	12	121	1.95	10 175 10	235.71	0.89	209.27
7	12	8	29.86	2986	238.88	0.89	212.09
8	12	121	1.95	10 175 10	235.71	0.89	209.27
9	12	8	29.86	2986	238.88	0.89	212.09
10	10	101	0.77	30 47	77.87	0.62	48.01
11	12	101	0.97	30 67	97.97	0.89	86.98
				Ø10	1160.76	0.62	715.66
				Ø12	1412.29	0.89	1253.89
B 500 S, Ys=1.15						Peso total	1969.55
						Peso total con mermas (10.00%)	2166.51

TITULAR

MANCOMUNIDAD DEL SUR

FECHA :
NOVIEMBRE 2025

DIBUJADO:

PROYECTO

PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA FASE II MEDIANTE EL RECRECIDO DEL VIARIO PERIMETRAL EN EL DEPÓSITO CONTROLADO DE COLA DE LA MANCOMUNIDAD DE GESTIÓN DE RESIDUOS DEL SUR EN COMPLEJO AMBIENTAL LA MARAÑOSA

REF. CAD:

SUSTITUYE A:

PLANO

RECRECIDO DE VIARIO NORTE
DETALLE DE MUROS

ESCALA : A1 - A3
1 / 1250 - 1 / 625
0 3 6 Metros

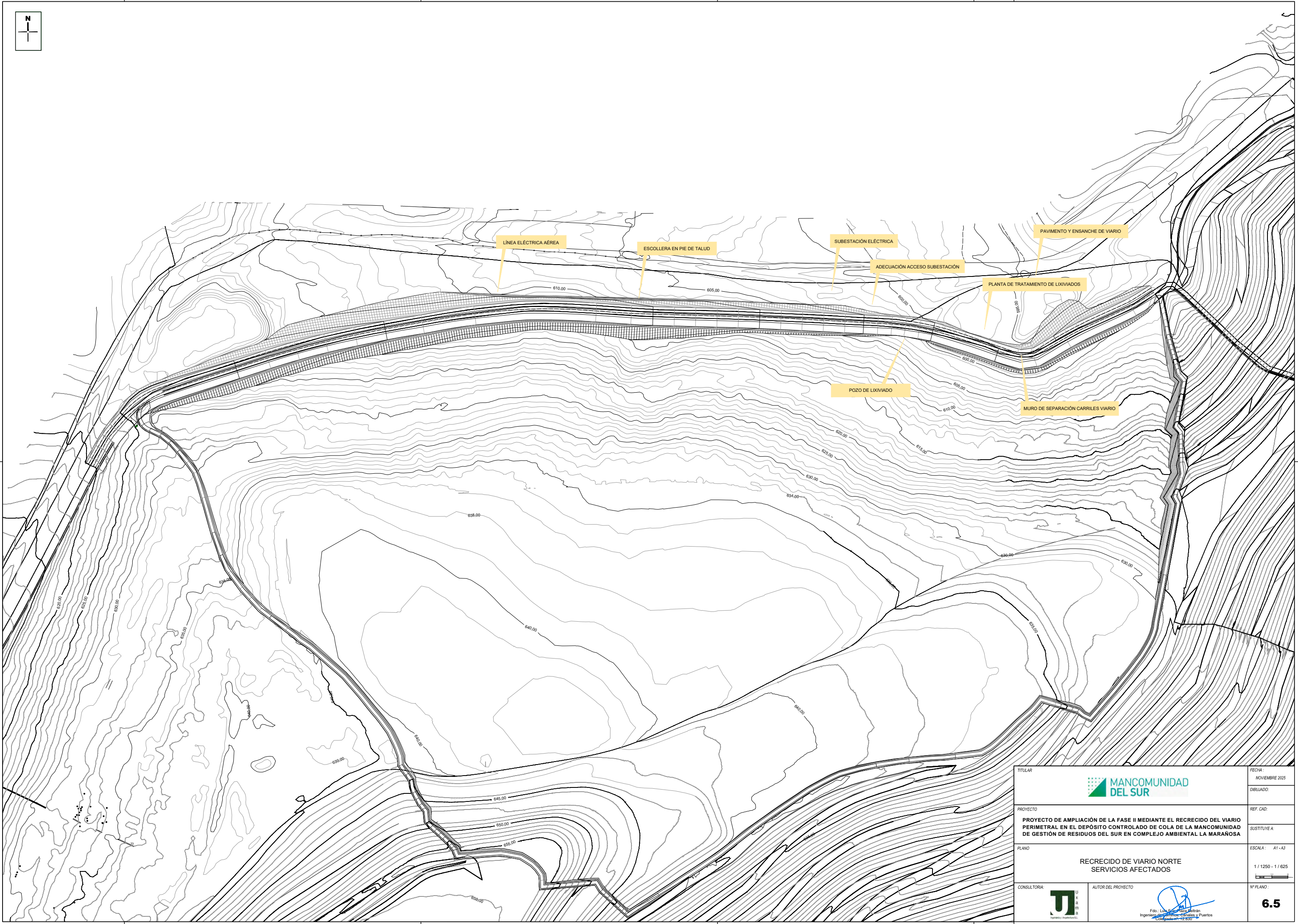
CONSULTORIA:
Uxama Ingeniería y Arquitectura S.L.

AUTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Luis Fco. Plaza Beltrán
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado nº.: 12.830

Nº PLANO :
6.4

FICHERO: 07UX0825_02-14 AMPLIACION VERTEDERO FASE 2_RV01.DWG


N
LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA
ESCOLLERA EN PIE DE TALUD
SUBESTACIÓN ELÉCTRICA
ADECUACIÓN ACCESO SUBESTACIÓN
PAVIMENTO Y ENSANCHE DE VIARIO
PLANTA DE TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS
POZO DE LIXIVIADO
MURO DE SEPARACIÓN CARRILES VIARIO
610,00
605,00
600,00
595,00
600,00
605,00
610,00
620,00
615,00
625,00
630,00
634,00
638,00
630,00
630,00
640,00
635,00
640,00
620,00
625,00
630,00
635,00
640,00
639,00
645,00
650,00
655,00
656,00

TITULAR

MANCOMUNIDAD DEL SUR

PROYECTO

PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA FASE II MEDIANTE EL RECRECIDO DEL VIARIO PERIMETRAL EN EL DEPÓSITO CONTROLADO DE COLA DE LA MANCOMUNIDAD DE GESTIÓN DE RESIDUOS DEL SUR EN COMPLEJO AMBIENTAL LA MARAÑOSA

PLANO

RECRECIDO DE VIARIO NORTE
SERVICIOS AFECTADOS

CONSULTORIA:

Uxama
Ingeniería y Arquitectura S.L.

AUTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Luis Fco. Plaza Beltrán
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado nº : 12.830

FECHA :
NOVIEMBRE 2025

DIBUJADO:

REF. CAD:

SUSTITUYE A:

ESCALA : A1 - A3

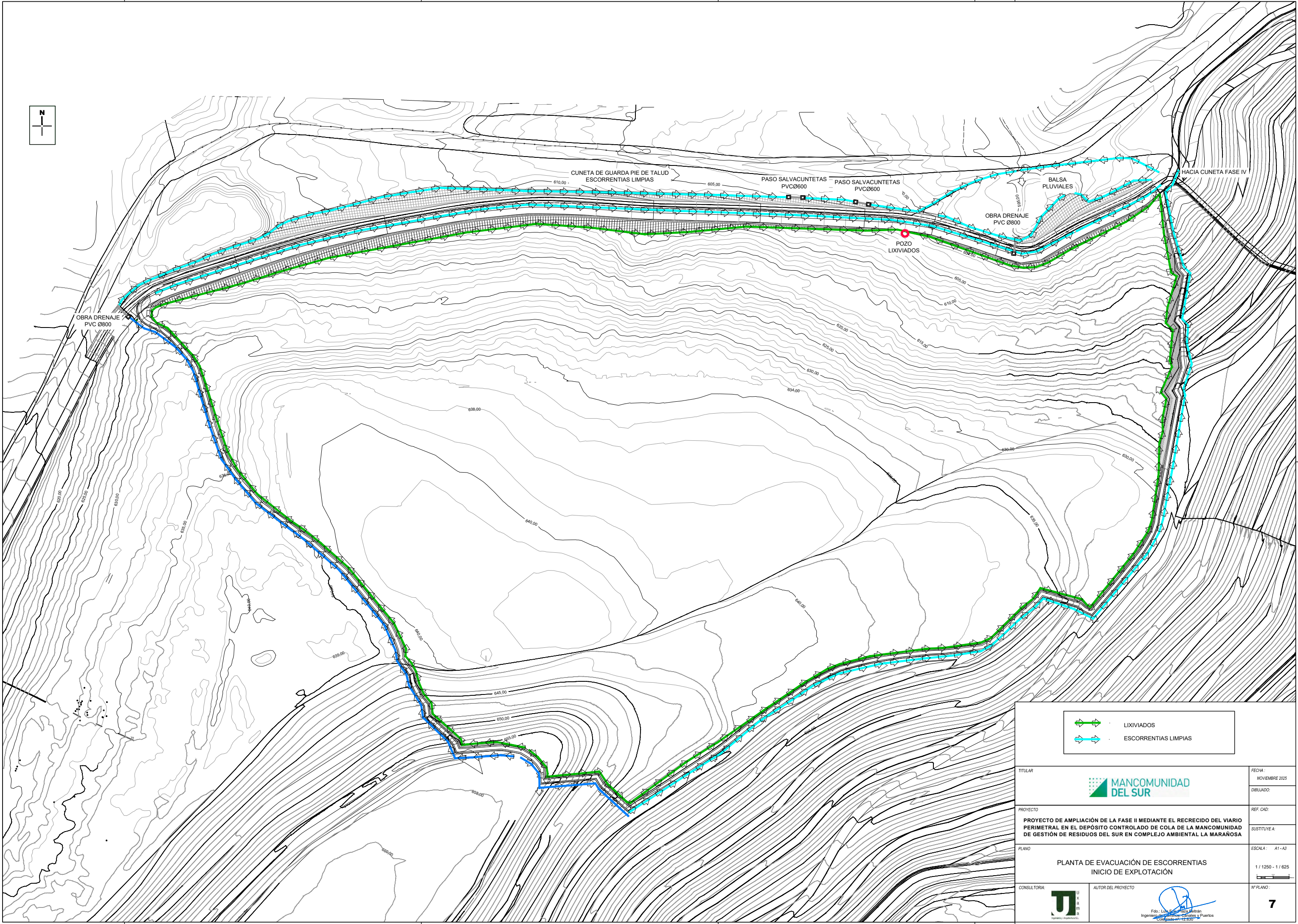
1 / 1250 - 1 / 625

0 12.5 25 Metros

Nº PLANO :

6.5

FICHERO: 07UX0825 _02-14 AMPLIACION VERTEDERO FASE 2_RV01.DWG


N
CUNETA DE GUARDA PIE DE TALUD
ESCORRENTIAS LIMPIAS
PASO SALVACUNTETAS
PVCØ600
PASO SALVACUNTETAS
PVCØ600
HACIA CUNETA FASE IV
BALSA
PLUVIALES
OBRA DRENAJE
PVC Ø800
POZO
LIXIVIADOS
OBRA DRENAJE
PVC Ø800
610,00
605,00
595,00
600,00
605,00
610,00
615,00
620,00
625,00
630,00
634,00
638,00
640,00
635,00
645,00
650,00
655,00
658,00
660,00
620,00
625,00
630,00
639,00
LIXIVIADOS
ESCORRENTIAS LIMPIAS

TITULAR

MANCOMUNIDAD DEL SUR

FECHA : NOVIEMBRE 2025

DIBUJADO:

PROYECTO

PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA FASE II MEDIANTE EL RECRECIDO DEL VIARIO PERIMETRAL EN EL DEPÓSITO CONTROLADO DE COLA DE LA MANCOMUNIDAD DE GESTIÓN DE RESIDUOS DEL SUR EN COMPLEJO AMBIENTAL LA MARAÑOSA

REF. CAD:

SUSTITUYE A:

PLANO

PLANTA DE EVACUACIÓN DE ESCORRENTIAS
INICIO DE EXPLOTACIÓN

ESCALA : *A1 - A3*

1 / 1250 - 1 / 625

0 12.5 25 Metros

CONSULTORIA:

Uxama
Ingeniería y Arquitectura S.L.

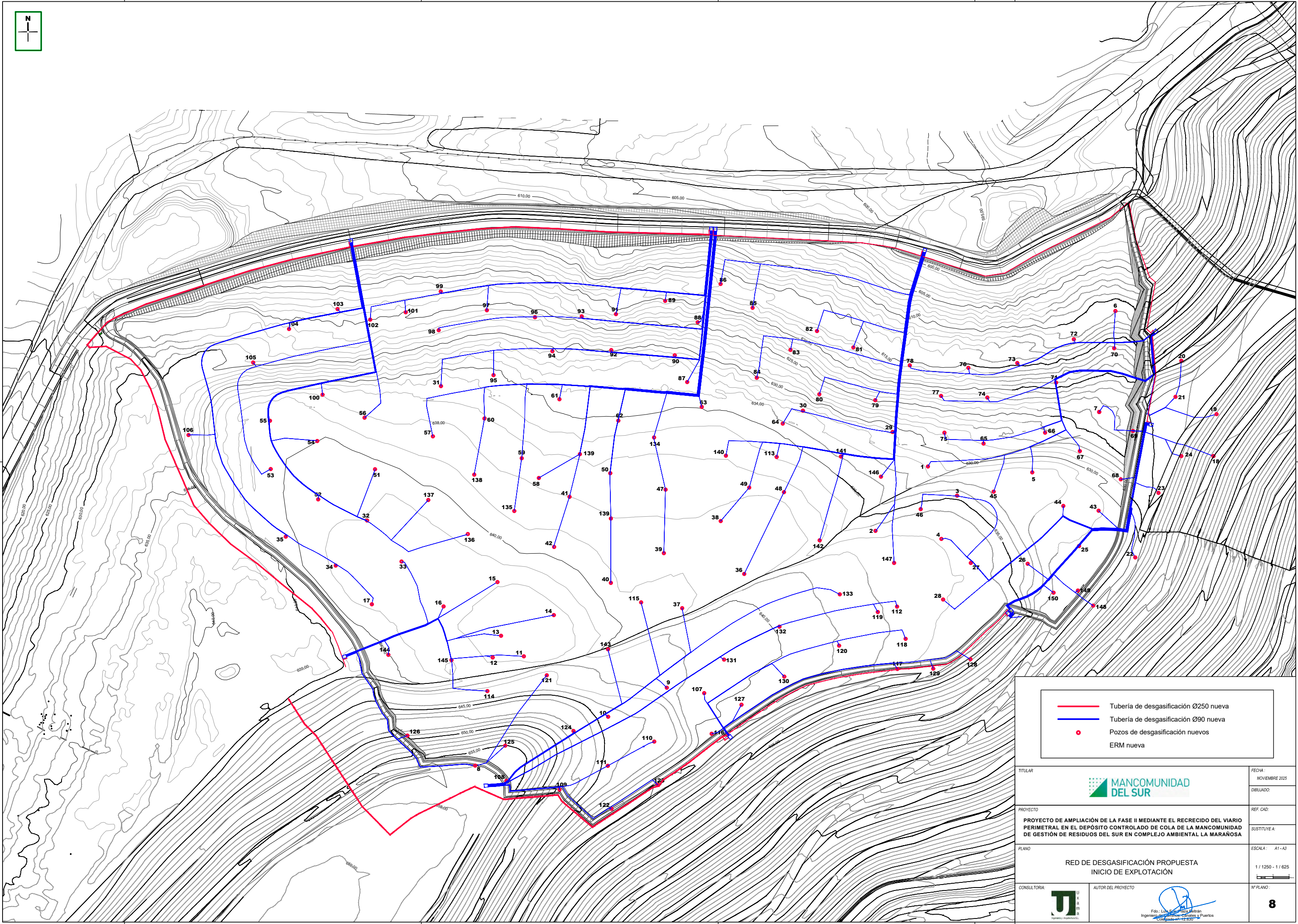
AUTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Luis Fco. Plaza Beltrán
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado nº: 12.830

Nº PLANO :

7

FICHERO: 07UX0825 _02-14 AMPLIACION VERTEDERO FASE 2_RV01.DWG


N
610,00
605,00
600,00
595,00
630,00
625,00
620,00
615,00
634,00
638,00
640,00
635,00
639,00
645,00
650,00
655,00
660,00
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150

🟥	Tubería de desgasificación Ø250 nueva
🟦	Tubería de desgasificación Ø90 nueva
●	Pozos de desgasificación nuevos
	ERM nueva

TITULAR

MANCOMUNIDAD DEL SUR

FECHA : NOVIEMBRE 2025

DIBUJADO:

PROYECTO

PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA FASE II MEDIANTE EL RECRECIDO DEL VIARIO PERIMETRAL EN EL DEPÓSITO CONTROLADO DE COLA DE LA MANCOMUNIDAD DE GESTIÓN DE RESIDUOS DEL SUR EN COMPLEJO AMBIENTAL LA MARAÑOSA

REF. CAD:

SUSTITUYE A:

PLANO

RED DE DESGASIFICACIÓN PROPUESTA
INICIO DE EXPLOTACIÓN

ESCALA : A1 - A3

1 / 1250 - 1 / 625

0 10 20 Metros

CONSULTORIA:

Uxama Ingeniería y Arquitectura S.L.

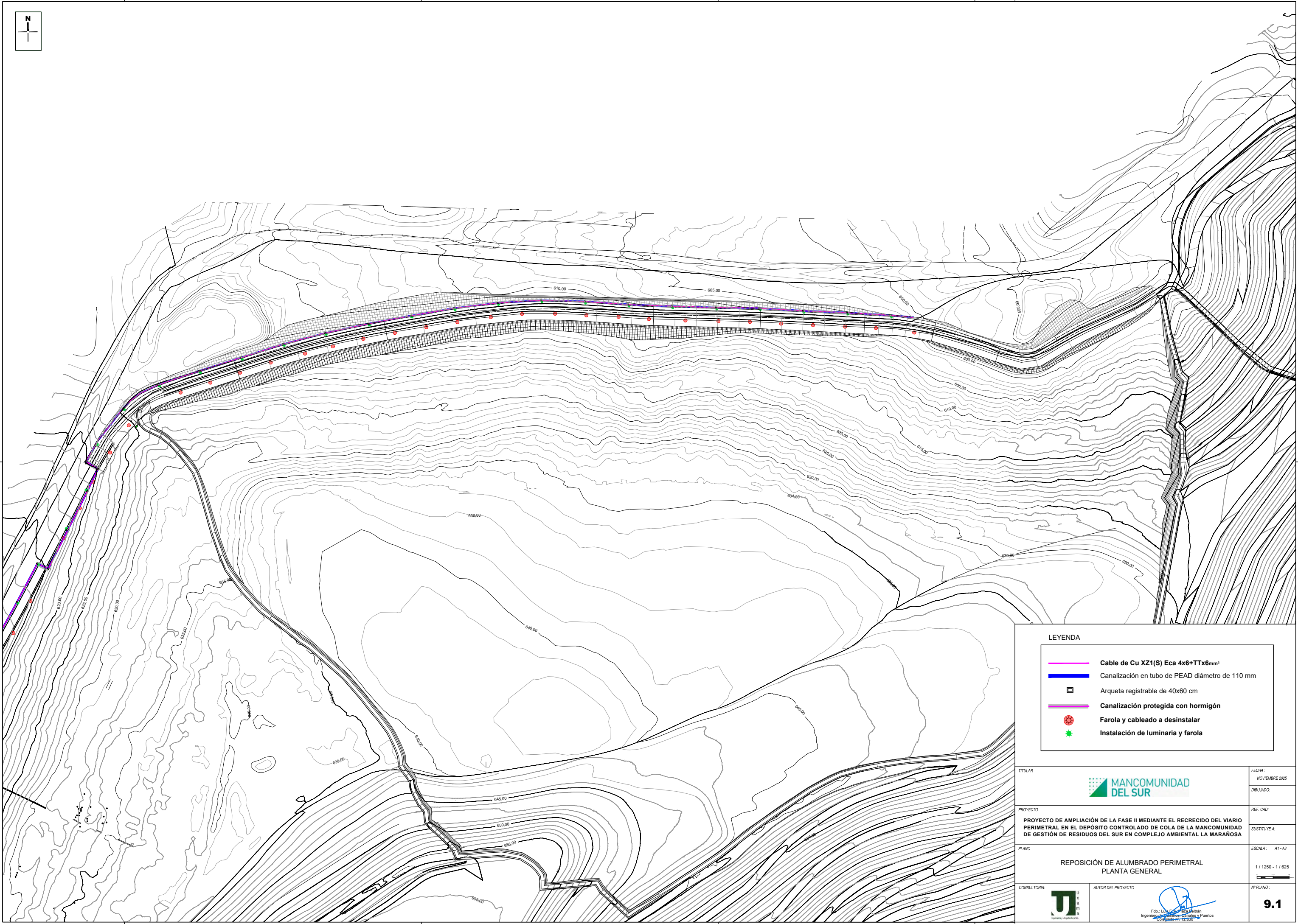
AUTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Luis Fco. Plaza Beltrán
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado nº. 12.830

Nº PLANO :

8

FICHERO: 07UX0825 _02-14 AMPLIACION VERTEDERO FASE 2_RV01.DWG


N
610,00
605,00
600,00
595,00
605,00
610,00
615,00
620,00
625,00
630,00
634,00
638,00
630,00
640,00
635,00
640,00
639,00
645,00
650,00
655,00
658,00

LEYENDA

▬	**Cable de Cu XZ1(S) Eca 4x6+TTx6mm²**
▬	Canalización en tubo de PEAD diámetro de 110 mm
▣	Arqueta registrable de 40x60 cm
▬	**Canalización protegida con hormigón**
●	**Farola y cableado a desinstalar**
✳	**Instalación de luminaria y farola**

TITULAR

MANCOMUNIDAD
DEL SUR

FECHA :
NOVIEMBRE 2025

DIBUJADO:

PROYECTO

PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA FASE II MEDIANTE EL RECRECIDO DEL VIARIO PERIMETRAL EN EL DEPÓSITO CONTROLADO DE COLA DE LA MANCOMUNIDAD DE GESTIÓN DE RESIDUOS DEL SUR EN COMPLEJO AMBIENTAL LA MARAÑOSA

REF. CAD:

SUSTITUYE A:

PLANO

REPOSICIÓN DE ALUMBRADO PERIMETRAL
PLANTA GENERAL

ESCALA : A1 - A3

1 / 1250 - 1 / 625

0 12.5 25 Metros

CONSULTORIA:

Uxama
Ingeniería y Arquitectura S.L.

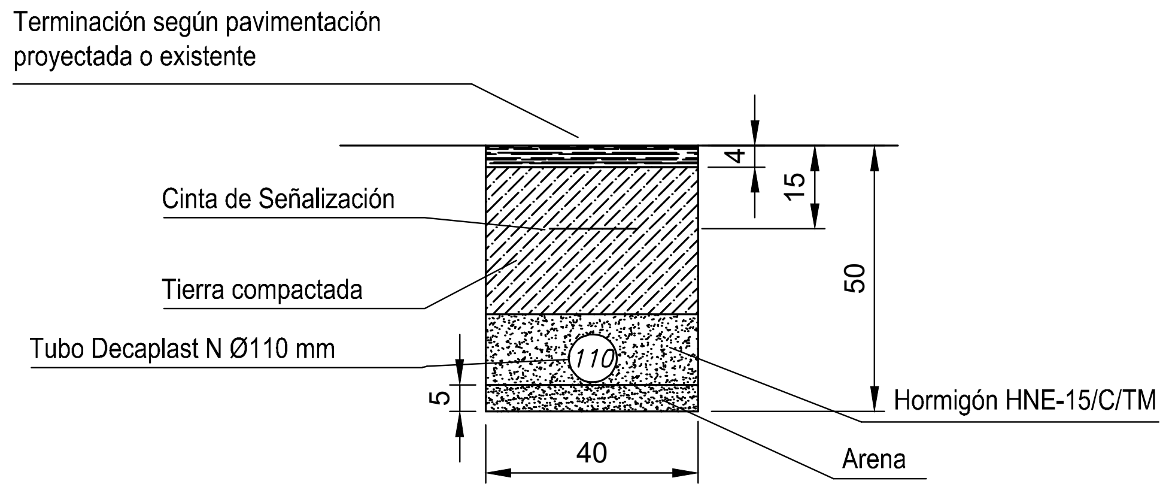
AUTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Luis Fco. Plaza Beltrán
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado nº. 12.830

Nº PLANO :

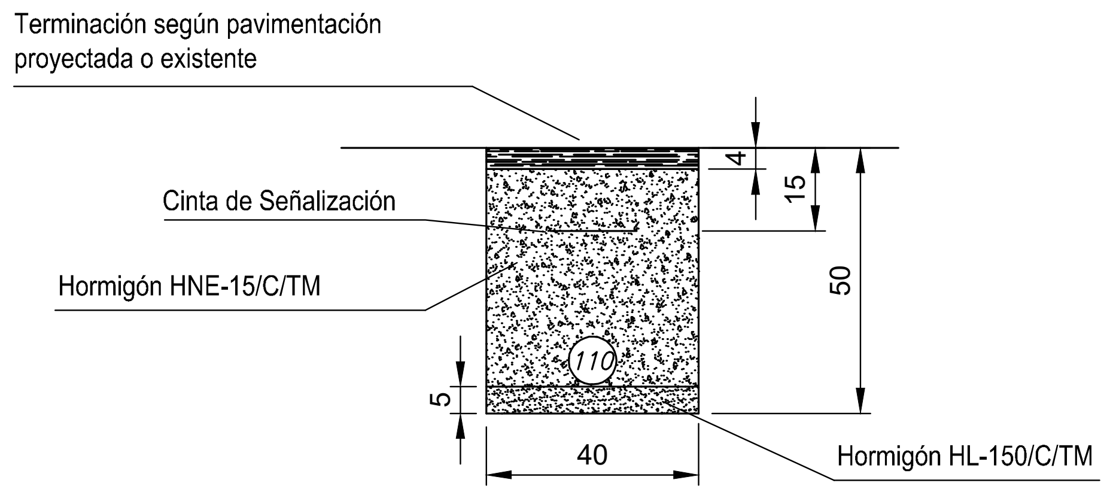
9.1

FICHERO: 07UX0825 _02-14 AMPLIACION VERTEDERO FASE 2_RV01.DWG


Terminación según pavimentación
proyectada o existente
Cinta de Señalización
Tierra compactada
Tubo Decaplast N Ø110 mm
Hormigón HNE-15/C/TM
Arena
110
4
15
50
5
40

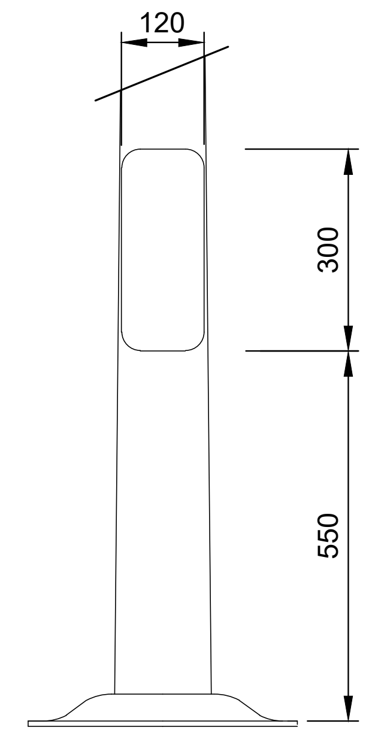
DETALLE DE ZANJAS EN TIERRA O ACERA.

E 1:20


Terminación según pavimentación
proyectada o existente
Cinta de Señalización
Hormigón HNE-15/C/TM
Hormigón HL-150/C/TM
110
4
15
50
5
40

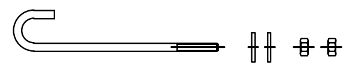
DETALLE DE ZANJAS EN CALZADA

E 1:20

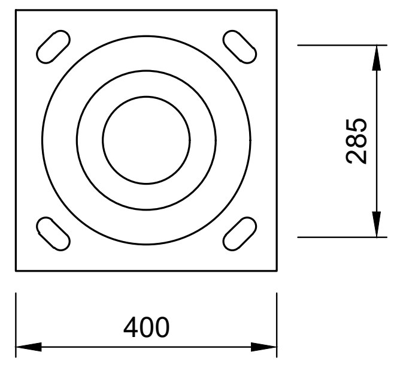


DETALLE PUERTA

E 1:15

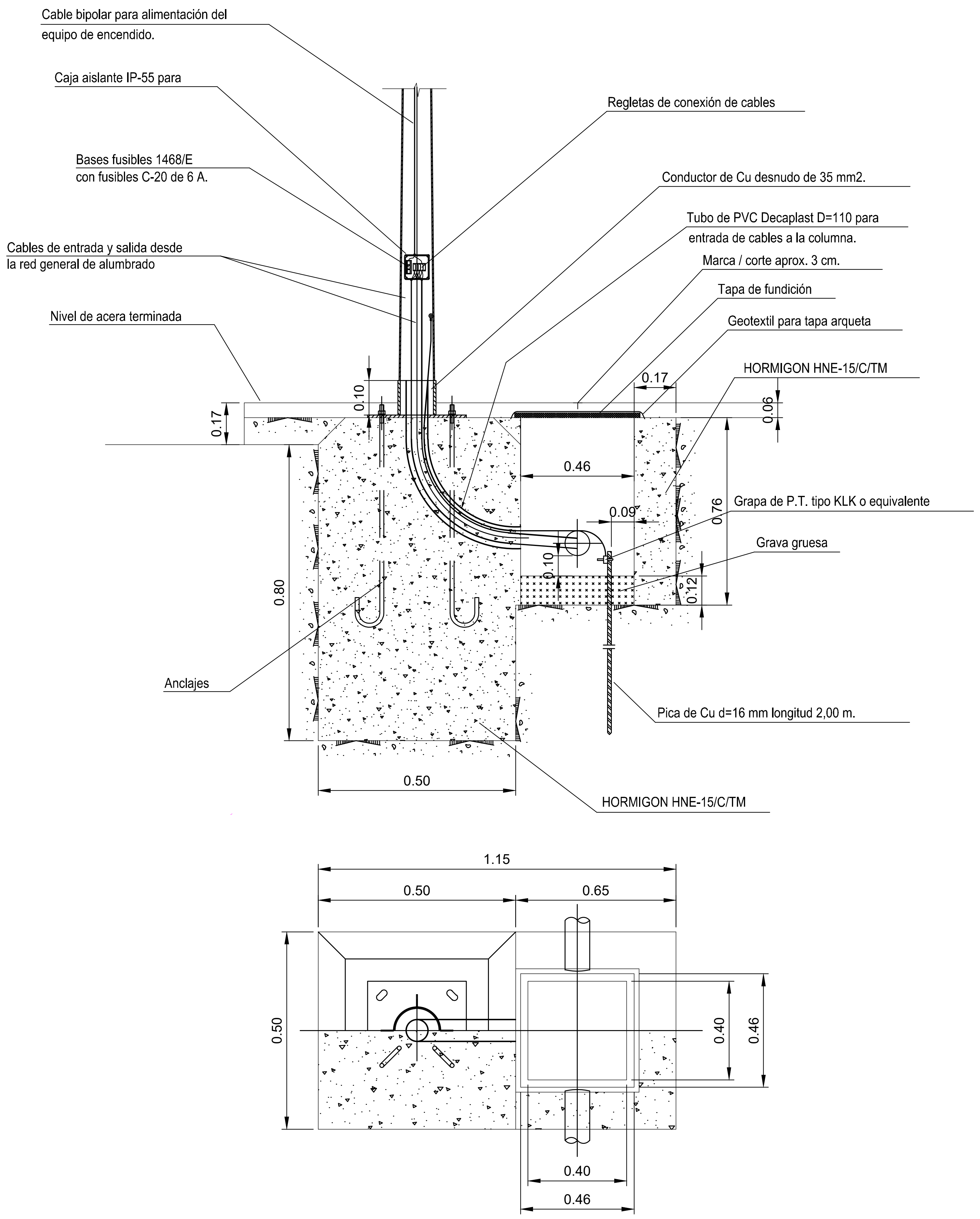


PERNOS M20X500



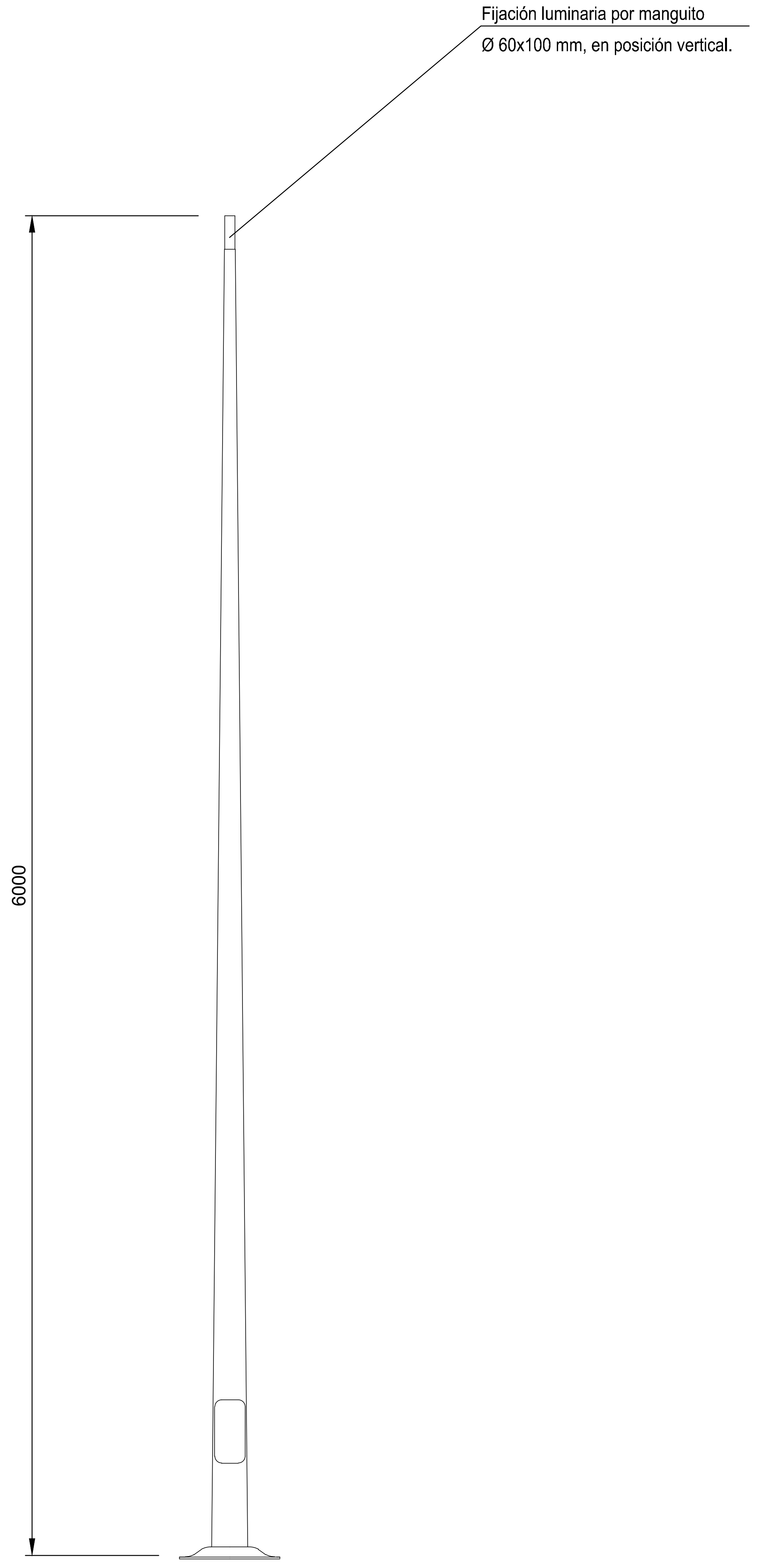
DETALLE PLACA

E 1:15


Cable bipolar para alimentación del
equipo de encendido.
Caja aislante IP-55 para
Bases fusibles 1468/E
con fusibles C-20 de 6 A.
Cables de entrada y salida desde
la red general de alumbrado
Nivel de acera terminada
Regletas de conexión de cables
Conductor de Cu desnudo de 35 mm2.
Tubo de PVC Decaplast D=110 para
entrada de cables a la columna.
Marca / corte aprox. 3 cm.
Tapa de fundición
Geotextil para tapa arqueta
HORMIGON HNE-15/C/TM
Grapa de P.T. tipo KLK o equivalente
Grava gruesa
Anclajes
Pica de Cu d=16 mm longitud 2,00 m.
HORMIGON HNE-15/C/TM
0.17
0.10
0.17
0.06
0.46
0.09
0.76
0.10
0.12
0.80
0.50
1.15
0.50
0.65
0.50
0.40
0.46
0.40
0.46

DETALLE CIMENTACIÓN Y ARQUETA

E 1:20


Fijación luminaria por manguito
Ø 60x100 mm, en posición vertical.
6000

DETALLE COLUMNA

E 1:40

TITULAR

MANCOMUNIDAD DEL SUR

FECHA : NOVIEMBRE 2025

DIBUJADO:

PROYECTO

PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA FASE II MEDIANTE EL RECRECIDO DEL VIARIO PERIMETRAL EN EL DEPÓSITO CONTROLADO DE COLA DE LA MANCOMUNIDAD DE GESTIÓN DE RESIDUOS DEL SUR EN COMPLEJO AMBIENTAL LA MARAÑOSA

REF. CAD:

SUSTITUYE A:

PLANO

REPOSICIÓN DE SERVICIOS Y ALUMBRADO PERIMETRAL
DETALLES

ESCALA : A1 - A3

S/E

CONSULTORIA:

Uxama
Ingeniería y Arquitectura S.L.

AUTOR DEL PROYECTO

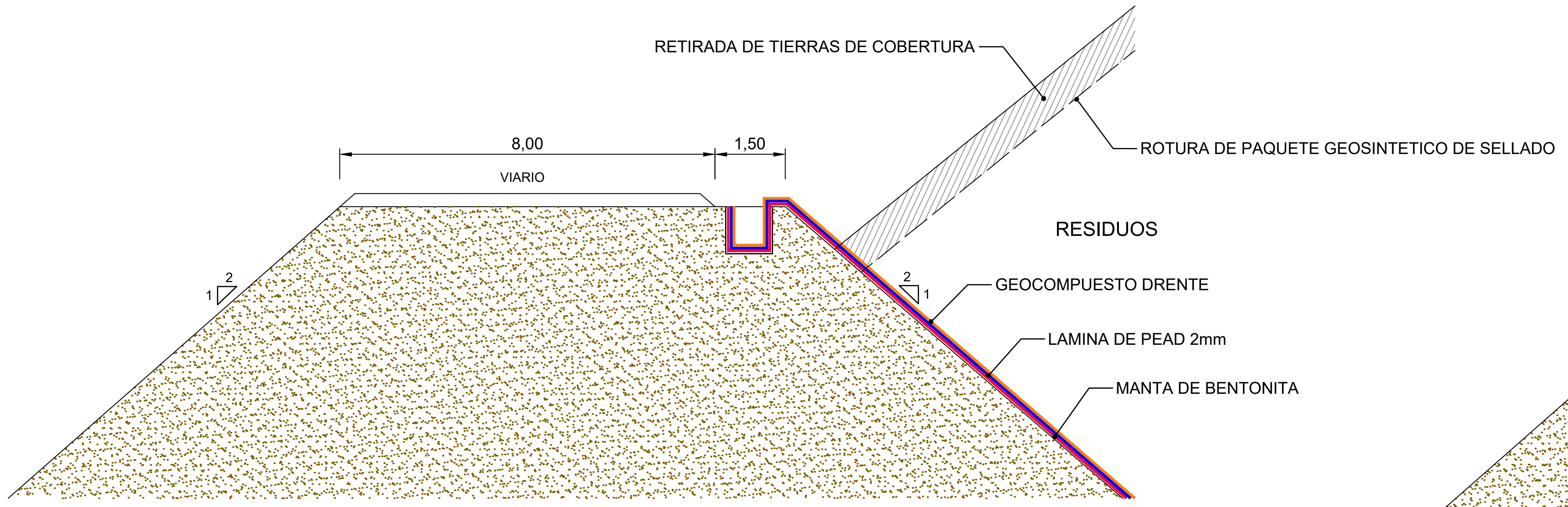
Fdo.: Luis Fco. Plaza Beltrán
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado nº. 12.830

Nº PLANO :

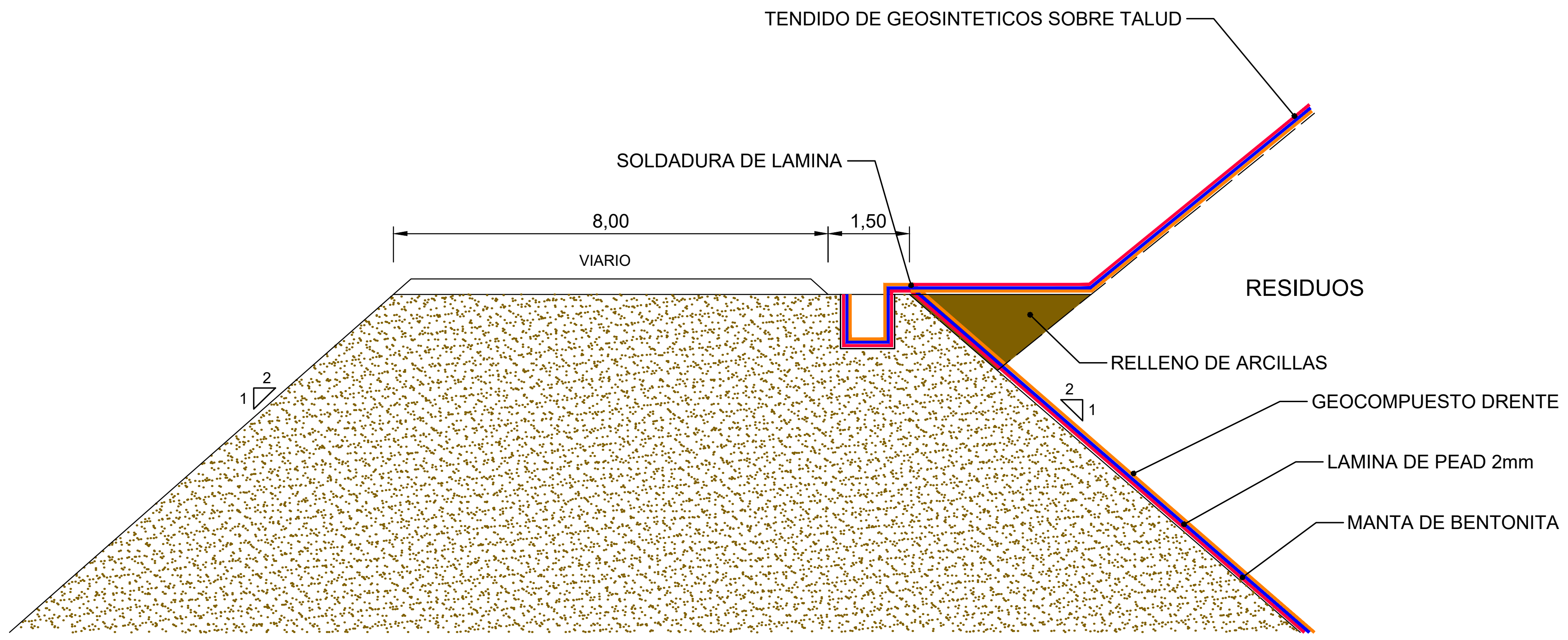
9.2

FICHERO: 07UX0825 _02-14 AMPLIACION VERTEDERO FASE 2_RV01.DWG

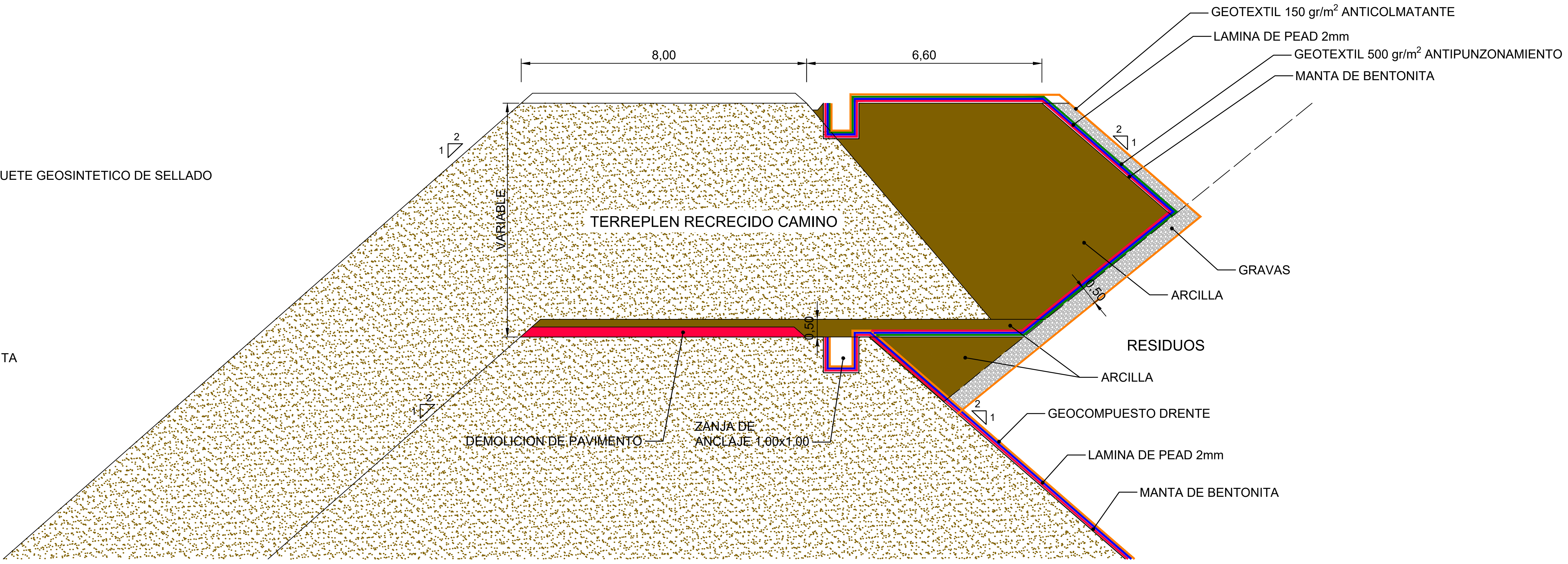
PASO 1: RETIRADA DE COBERTURA DE SELLADO


RETIRADA DE TIERRAS DE COBERTURA
ROTURA DE PAQUETE GEOSINTETICO DE SELLADO
8,00
1,50
VIARIO
RESIDUOS
2
1
GEOCOMPUESTO DRENTE
LAMINA DE PEAD 2mm
MANTA DE BENTONITA

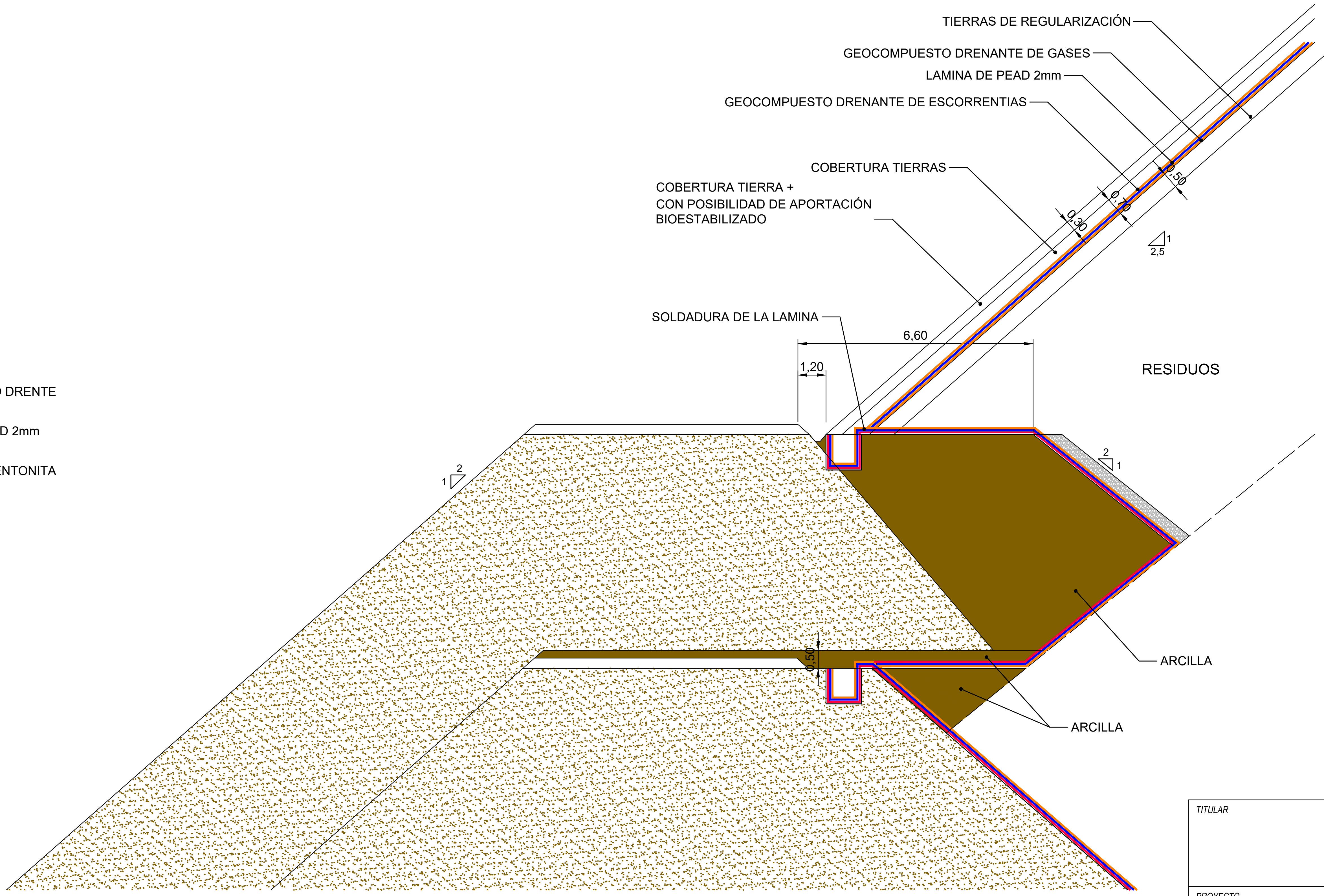
PASO 2: SOLDADURA DE LAMINA DE PEAD


TENDIDO DE GEOSINTETICOS SOBRE TALUD
SOLDADURA DE LAMINA
8,00
1,50
VIARIO
RESIDUOS
RELLENO DE ARCILLAS
2
1
GEOCOMPUESTO DRENTE
LAMINA DE PEAD 2mm
MANTA DE BENTONITA

PASO 3: RECRECIDO DE CAMINO


GEOTEXTIL 150 gr/m² ANTICOLMATANTE
LAMINA DE PEAD 2mm
GEOTEXTIL 500 gr/m² ANTIPUNZONAMIENTO
MANTA DE BENTONITA
8,00
6,60
2
1
VARIABLE
TERREPLEN RECRECIDO CAMINO
GRAVAS
ARCILLA
0,50
0,50
RESIDUOS
ARCILLA
GEOCOMPUESTO DRENTE
LAMINA DE PEAD 2mm
MANTA DE BENTONITA
DEMOLICION DE PAVIMENTO
ZANJA DE ANCLAJE 1,00x1,00

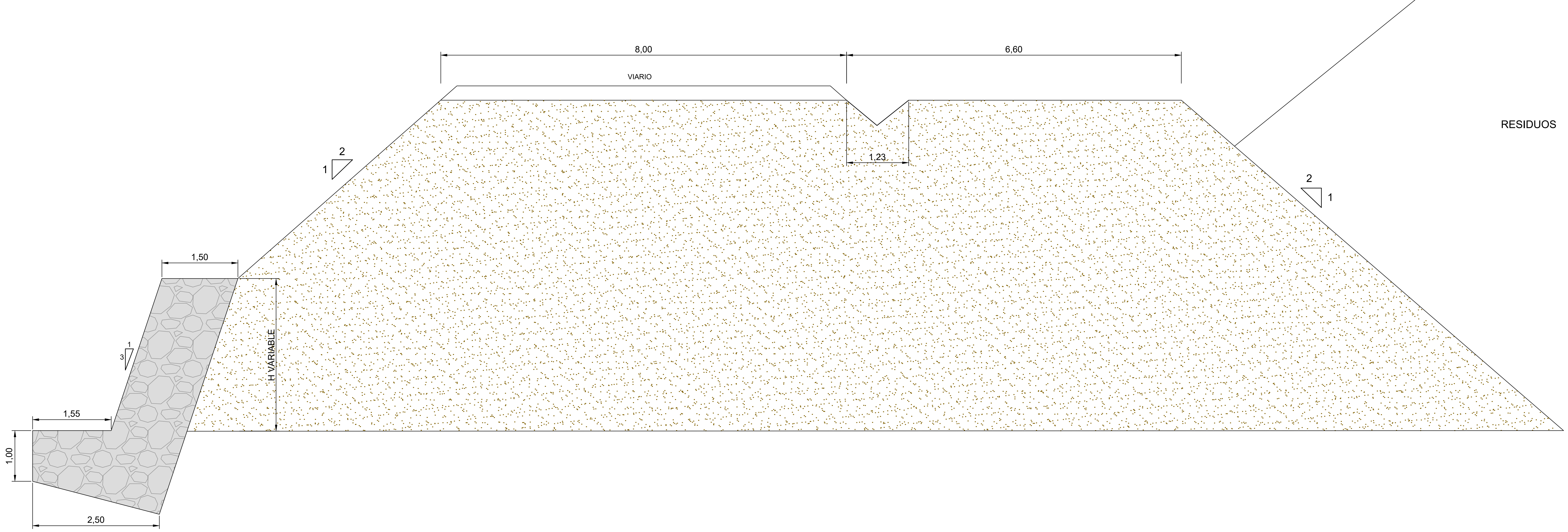
PASO 4: RETIRADA DE COBERTURA DE SELLADO


TIERRAS DE REGULARIZACIÓN
GEOCOMPUESTO DRENANTE DE GASES
LAMINA DE PEAD 2mm
GEOCOMPUESTO DRENANTE DE ESCORRENTIAS
COBERTURA TIERRAS
COBERTURA TIERRA +
CON POSIBILIDAD DE APORTACIÓN
BIOESTABILIZADO
0,50
0,70
0,30
1
2,5
SOLDADURA DE LA LAMINA
6,60
1,20
RESIDUOS
2
1
ARCILLA
0,50
ARCILLA

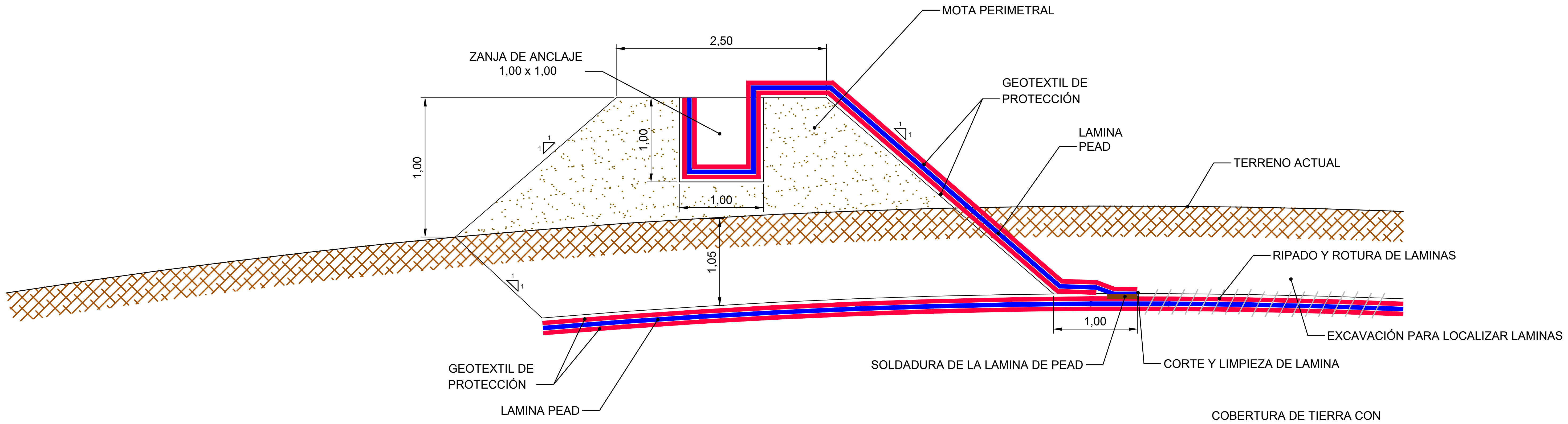
TITULAR MANCOMUNIDAD DEL SUR	FECHA : NOVIEMBRE 2025
	DIBUJADO:
PROYECTO **PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA FASE II MEDIANTE EL RECRECIDO DEL VIARIO PERIMETRAL EN EL DEPÓSITO CONTROLADO DE COLA DE LA MANCOMUNIDAD DE GESTIÓN DE RESIDUOS DEL SUR EN COMPLEJO AMBIENTAL LA MARAÑOSA**	REF. CAD:
	SUSTITUYE A:
PLANO SECCIONES TIPO Y DETALLES DETALLES DE RECRECIDO DE CAMINO	ESCALA : A1 - A3 1 / 30 - 1 / 60 0 1 2 m
CONSULTORIA: Uxama Ingeniería y Arquitectura S.L.	AUTOR DEL PROYECTO Fdo.: Luis Fco. Plaza Beltrán Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos Colegiado nº: 12.830
	Nº PLANO : **10.1**

FICHERO: 07UX0825_02-14 AMPLIACION VERTEDERO FASE 2_RV01.DWG

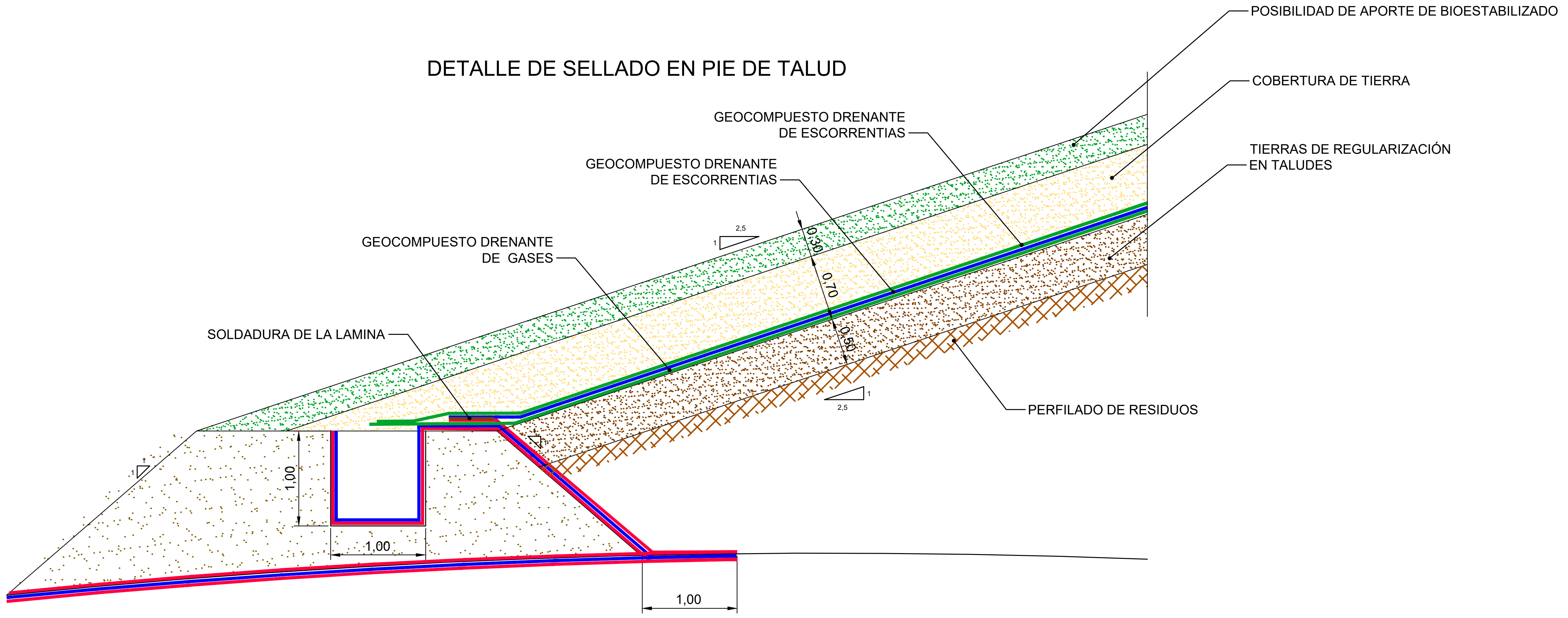
DETALLE DE ESCOLLERA EN PIE DE TALUD


8,00
6,60
VIARIO
RESIDUOS
2
1
1,23
2
1
1,50
1
3
H VARIABLE
1,55
1,00
2,50

DETALLE DE MOTA PERIMETRAL (APERTURA)

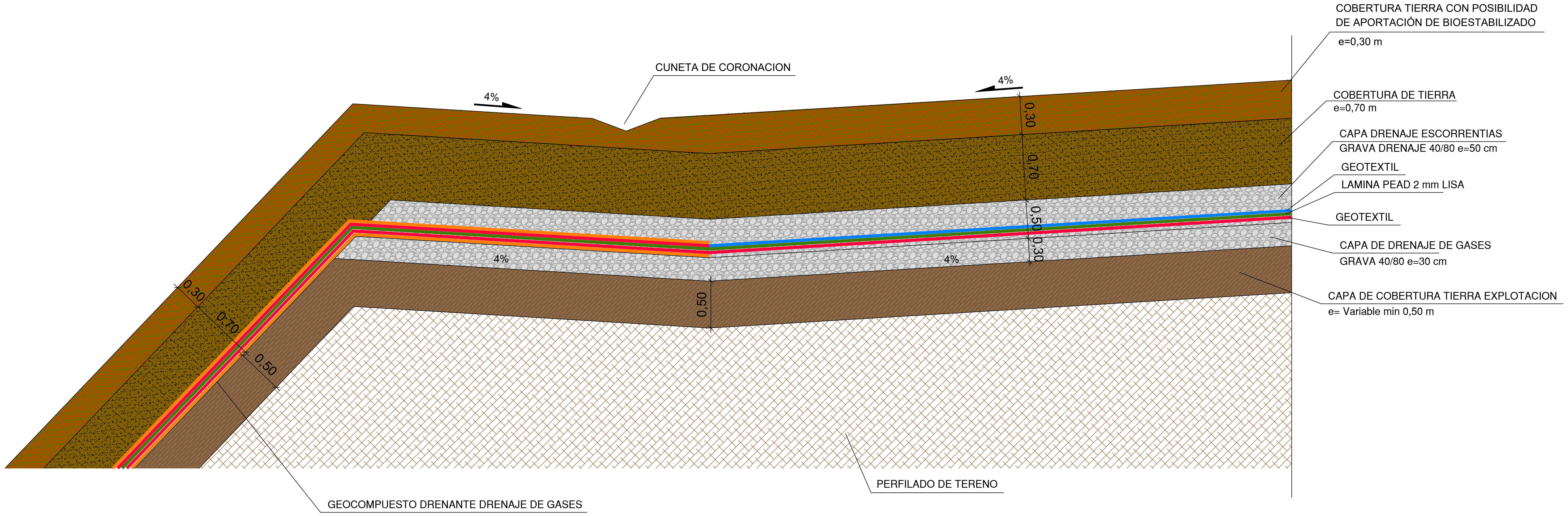

MOTA PERIMETRAL
ZANJA DE ANCLAJE
1,00 x 1,00
2,50
GEOTEXTIL DE
PROTECCIÓN
LAMINA
PEAD
TERRENO ACTUAL
1,00
1,00
1,00
1,05
RIPADO Y ROTURA DE LAMINAS
EXCAVACIÓN PARA LOCALIZAR LAMINAS
1,00
GEOTEXTIL DE
PROTECCIÓN
SOLDADURA DE LA LAMINA DE PEAD
CORTE Y LIMPIEZA DE LAMINA
LAMINA PEAD

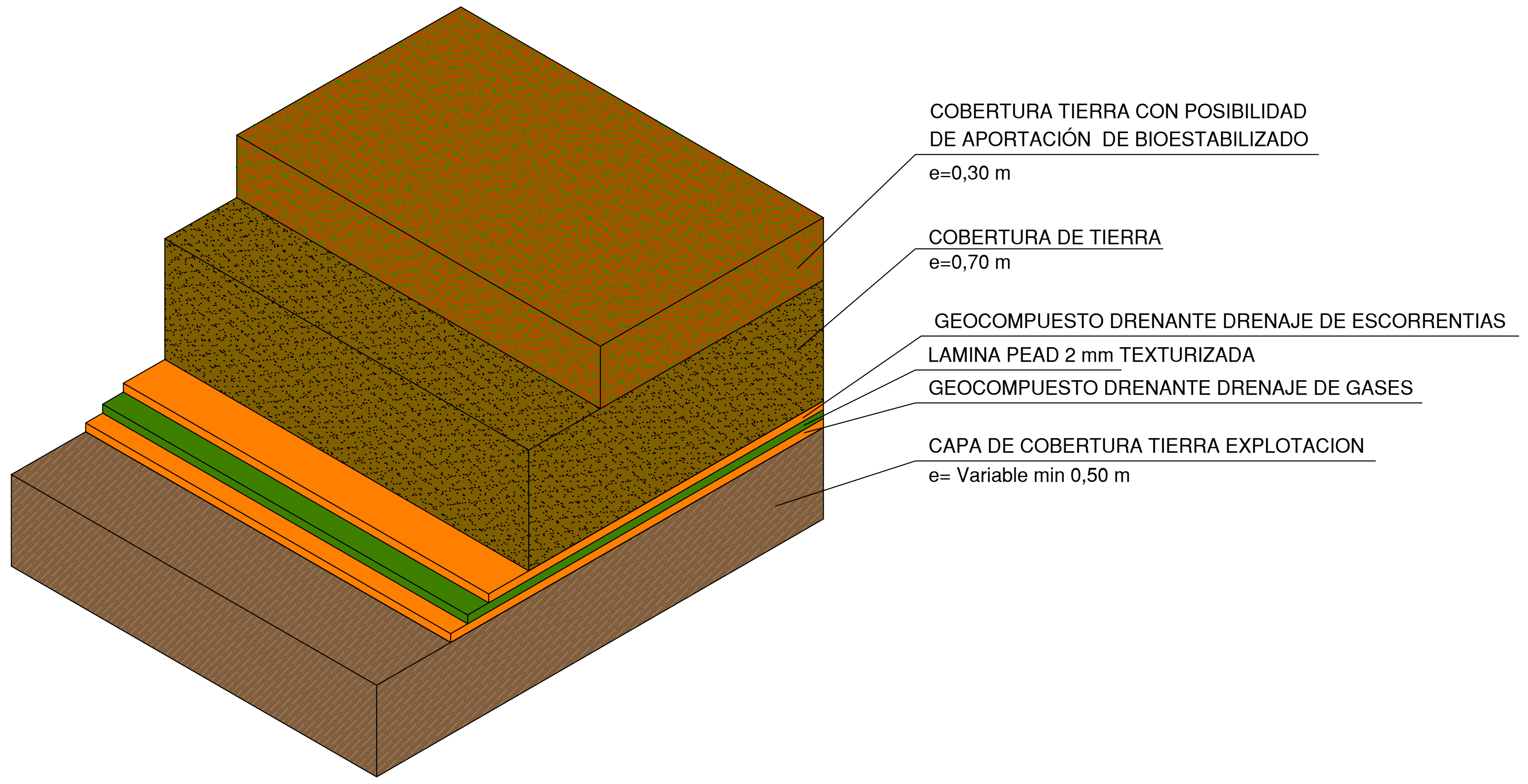
DETALLE DE SELLADO EN PIE DE TALUD

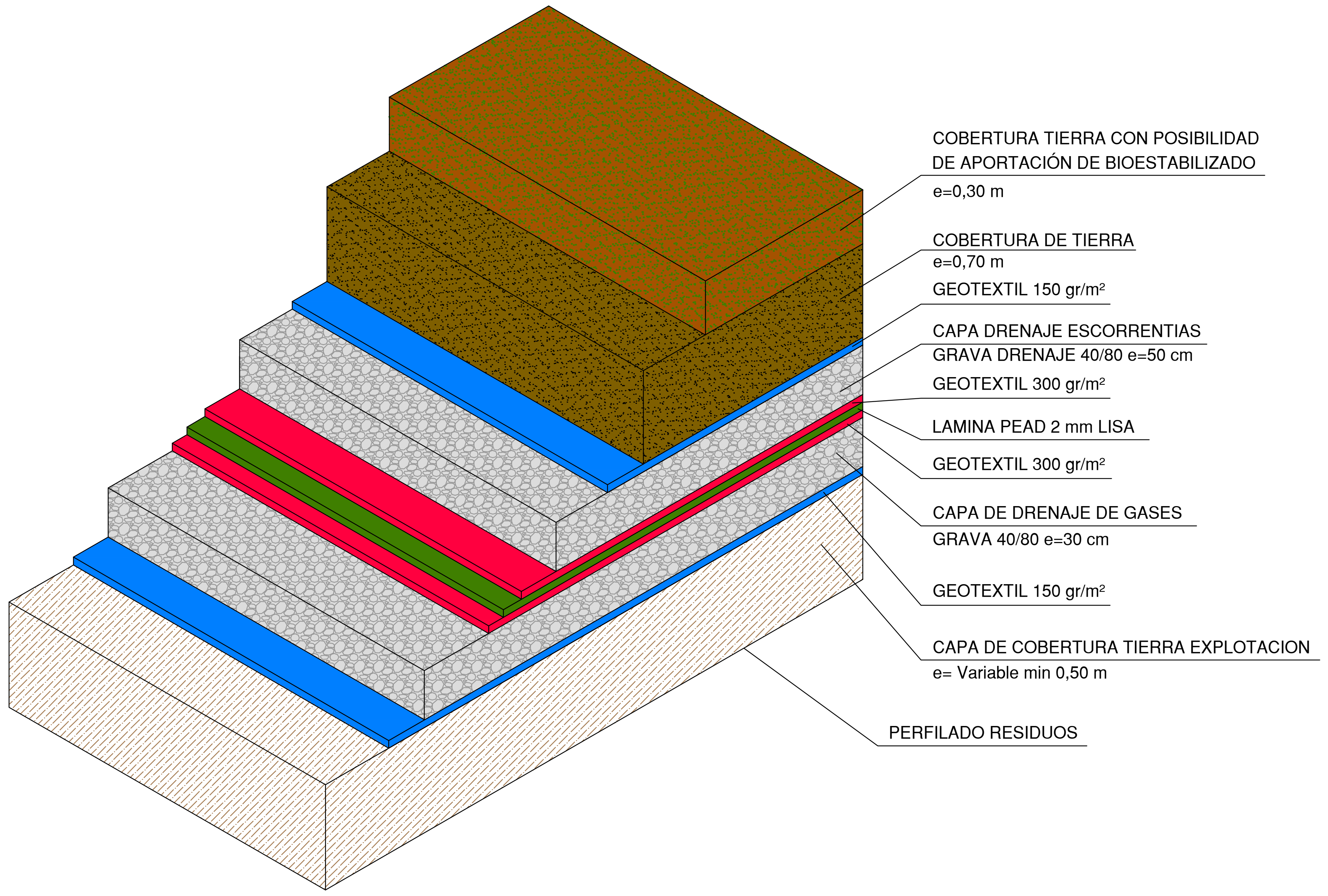

COBERTURA DE TIERRA CON
POSIBILIDAD DE APORTE DE BIOESTABILIZADO
COBERTURA DE TIERRA
GEOCOMPUESTO DRENANTE
DE ESCORRENTIAS
TIERRAS DE REGULARIZACIÓN
EN TALUDES
GEOCOMPUESTO DRENANTE
DE ESCORRENTIAS
2,5
1
0,30
0,70
0,50
GEOCOMPUESTO DRENANTE
DE GASES
SOLDADURA DE LA LAMINA
PERFILADO DE RESIDUOS
1
2,5
1,00
1,00
1,00

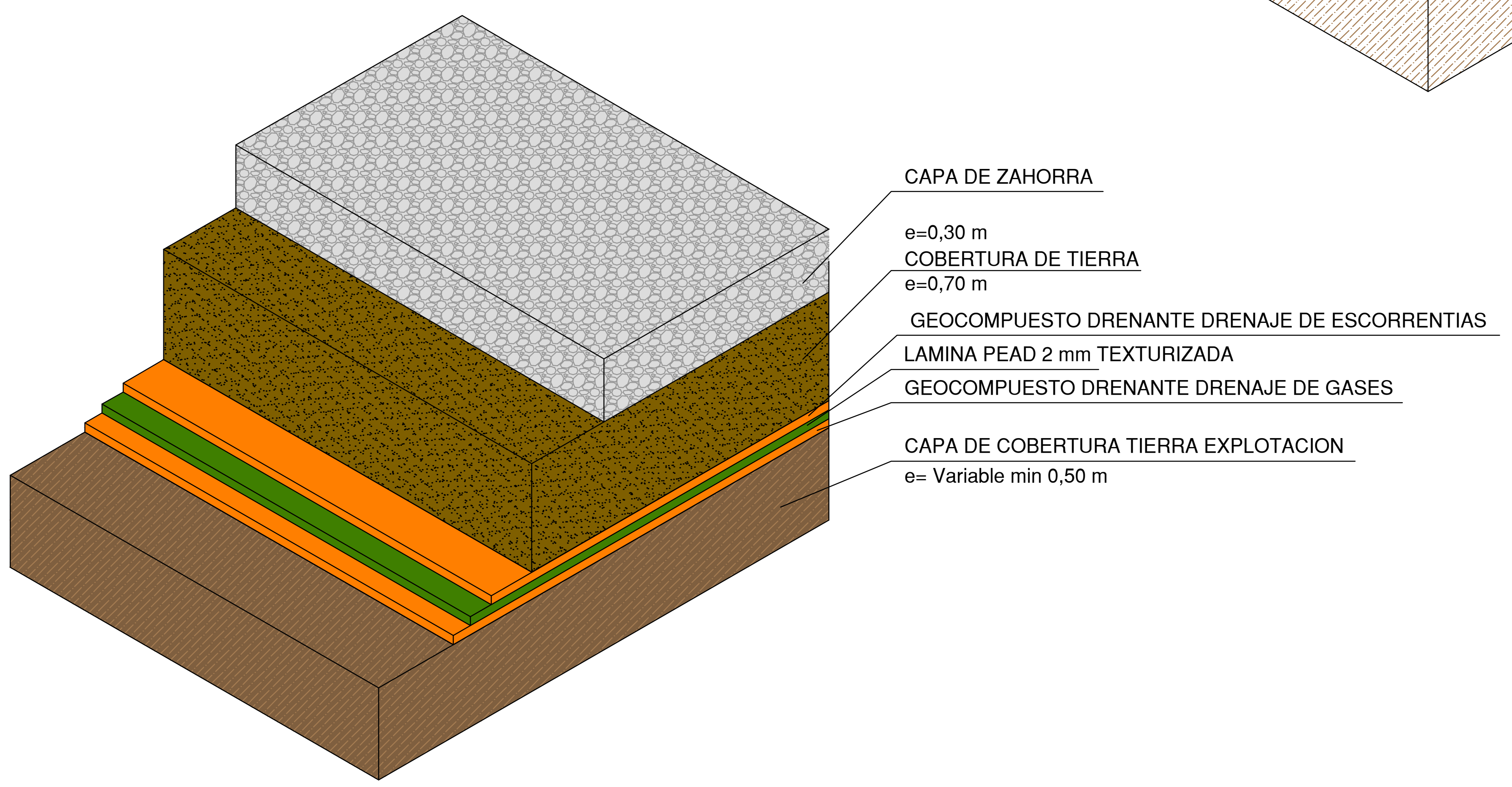
FICHERO: 07UX0825_02-14 AMPLIACION VERTEDERO FASE 2_RV01.DWG

TITULAR MANCOMUNIDAD DEL SUR	*FECHA :* *NOVIEMBRE 2025*
	DIBUJADO:
PROYECTO **PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA FASE II MEDIANTE EL RECRECIDO DEL VIARIO PERIMETRAL EN EL DEPÓSITO CONTROLADO DE COLA DE LA MANCOMUNIDAD DE GESTIÓN DE RESIDUOS DEL SUR EN COMPLEJO AMBIENTAL LA MARAÑOSA**	*REF. CAD:*
	SUSTITUYE A:
PLANO SECCIONES TIPO Y DETALLES DETALLES DE ESCOLLERA EN PIE DE TALUD Y MOTA PERIMETRAL	*ESCALA :* *A1 - A3* 1 / 30 - 1 / 60 0 0.4 0.8 m
CONSULTORIA: Uxama Ingeniería y Arquitectura S.L. *AUTOR DEL PROYECTO* Fdo.: Luis Fco. Plaza Beltrán Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos Colegiado nº. 12.830	*Nº PLANO :* **10.2**


CUNETA DE CORONACION
4%
4%
COBERTURA TIERRA CON POSIBILIDAD
DE APORTACIÓN DE BIOESTABILIZADO
e=0,30 m
COBERTURA DE TIERRA
e=0,70 m
CAPA DRENAJE ESCORRENTIAS
GRAVA DRENAJE 40/80 e=50 cm
GEOTEXTIL
LAMINA PEAD 2 mm LISA
GEOTEXTIL
CAPA DE DRENAJE DE GASES
GRAVA 40/80 e=30 cm
CAPA DE COBERTURA TIERRA EXPLOTACION
e= Variable min 0,50 m
0.30
0.70
0.50
0.30
4%
4%
0.50
0.30
0.70
0.50
PERFILADO DE TERENO
GEOCOMPUESTO DRENANTE DRENAJE DE GASES


COBERTURA TIERRA CON POSIBILIDAD
DE APORTACIÓN DE BIOESTABILIZADO
e=0,30 m
COBERTURA DE TIERRA
e=0,70 m
GEOCOMPUESTO DRENANTE DRENAJE DE ESCORRENTIAS
LAMINA PEAD 2 mm TEXTURIZADA
GEOCOMPUESTO DRENANTE DRENAJE DE GASES
CAPA DE COBERTURA TIERRA EXPLOTACION
e= Variable min 0,50 m


COBERTURA TIERRA CON POSIBILIDAD
DE APORTACIÓN DE BIOESTABILIZADO
e=0,30 m
COBERTURA DE TIERRA
e=0,70 m
GEOTEXTIL 150 gr/m²
CAPA DRENAJE ESCORRENTIAS
GRAVA DRENAJE 40/80 e=50 cm
GEOTEXTIL 300 gr/m²
LAMINA PEAD 2 mm LISA
GEOTEXTIL 300 gr/m²
CAPA DE DRENAJE DE GASES
GRAVA 40/80 e=30 cm
GEOTEXTIL 150 gr/m²
CAPA DE COBERTURA TIERRA EXPLOTACION
e= Variable min 0,50 m
PERFILADO RESIDUOS


CAPA DE ZAHORRA
e=0,30 m
COBERTURA DE TIERRA
e=0,70 m
GEOCOMPUESTO DRENANTE DRENAJE DE ESCORRENTIAS
LAMINA PEAD 2 mm TEXTURIZADA
GEOCOMPUESTO DRENANTE DRENAJE DE GASES
CAPA DE COBERTURA TIERRA EXPLOTACION
e= Variable min 0,50 m

FICHERO: 07UX0825 _02-14 AMPLIACION VERTEDERO FASE 2_RV01.DWG

TITULAR
MANCOMUNIDAD DEL SUR

FECHA :
NOVIEMBRE 2025

DIBUJADO:

PROYECTO
PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA FASE II MEDIANTE EL RECRECIDO DEL VIARIO PERIMETRAL EN EL DEPÓSITO CONTROLADO DE COLA DE LA MANCOMUNIDAD DE GESTIÓN DE RESIDUOS DEL SUR EN COMPLEJO AMBIENTAL LA MARAÑOSA

REF. CAD:

SUSTITUYE A:

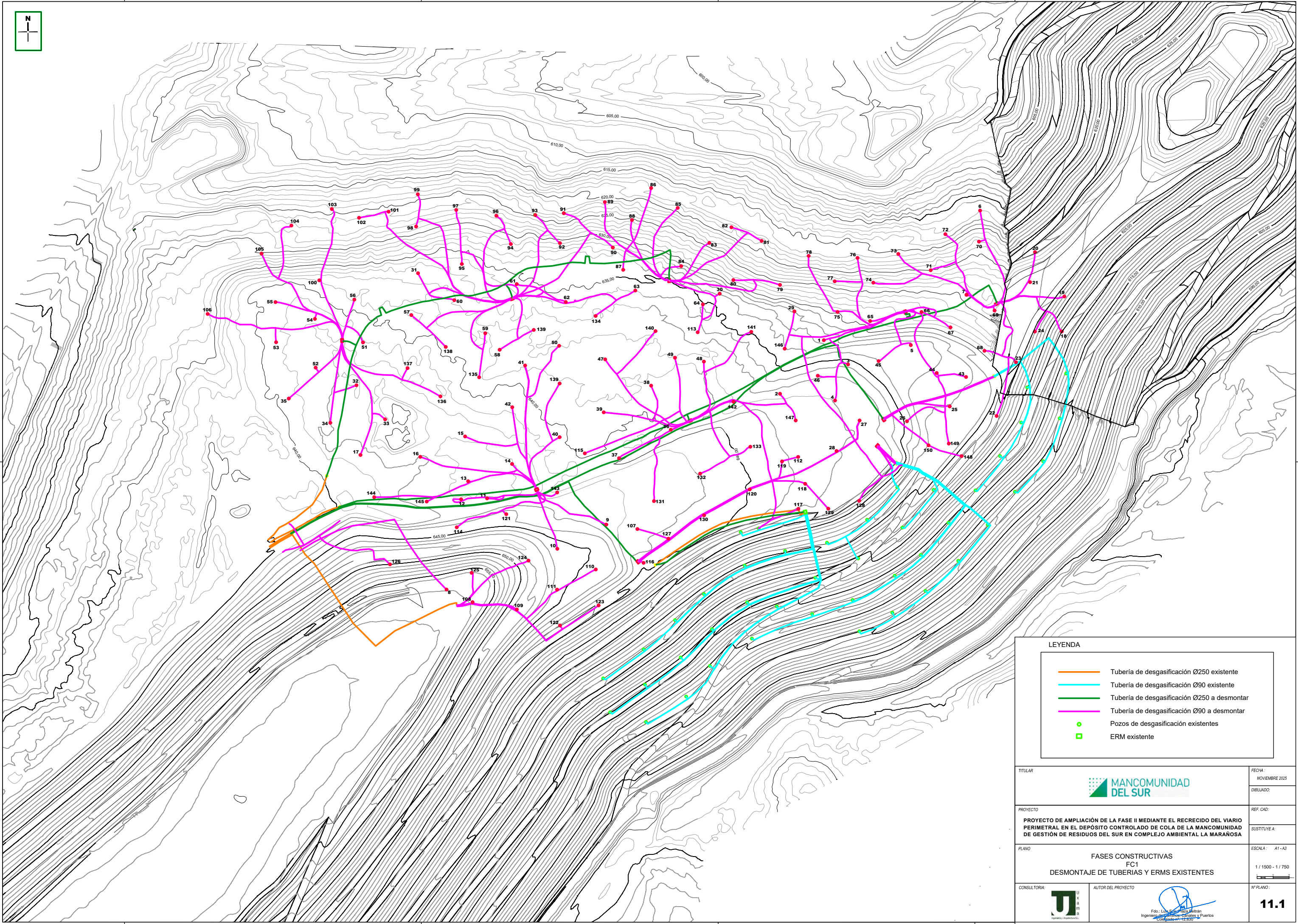
PLANO
SECCIONES TIPO Y DETALLES
FINAL EXPLOTACIÓN

ESCALA : A1 - A3
1 / 30 - 1 / 60
0 0.3 0.6 m

CONSULTORIA:
Uxama
Ingeniería y Arquitectura S.L.

AUTOR DEL PROYECTO
Fdo.: Luis Fco. Plaza Beltrán
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado nº: 12.830

Nº PLANO :
10.3



LEYENDA

- Tubería de desgasificación Ø250 existente
- Tubería de desgasificación Ø90 existente
- Tubería de desgasificación Ø250 a desmontar
- Tubería de desgasificación Ø90 a desmontar
- ○ Pozos de desgasificación existentes
- ☐ ERM existente

TITULAR

MANCOMUNIDAD DEL SUR

FECHA :
NOVIEMBRE 2025

DIBUJADO:

PROYECTO

PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA FASE II MEDIANTE EL RECRECIDO DEL VIARIO PERIMETRAL EN EL DEPÓSITO CONTROLADO DE COLA DE LA MANCOMUNIDAD DE GESTIÓN DE RESIDUOS DEL SUR EN COMPLEJO AMBIENTAL LA MARAÑOSA

REF. CAD:

SUSTITUYE A:

PLANO

FASES CONSTRUCTIVAS
FC1
DESMONTAJE DE TUBERIAS Y ERMS EXISTENTES

ESCALA : A1 - A3

1 / 1500 - 1 / 750

0 15 30 Metros

CONSULTORIA:

Uxama
Ingeniería y Arquitectura S.L.

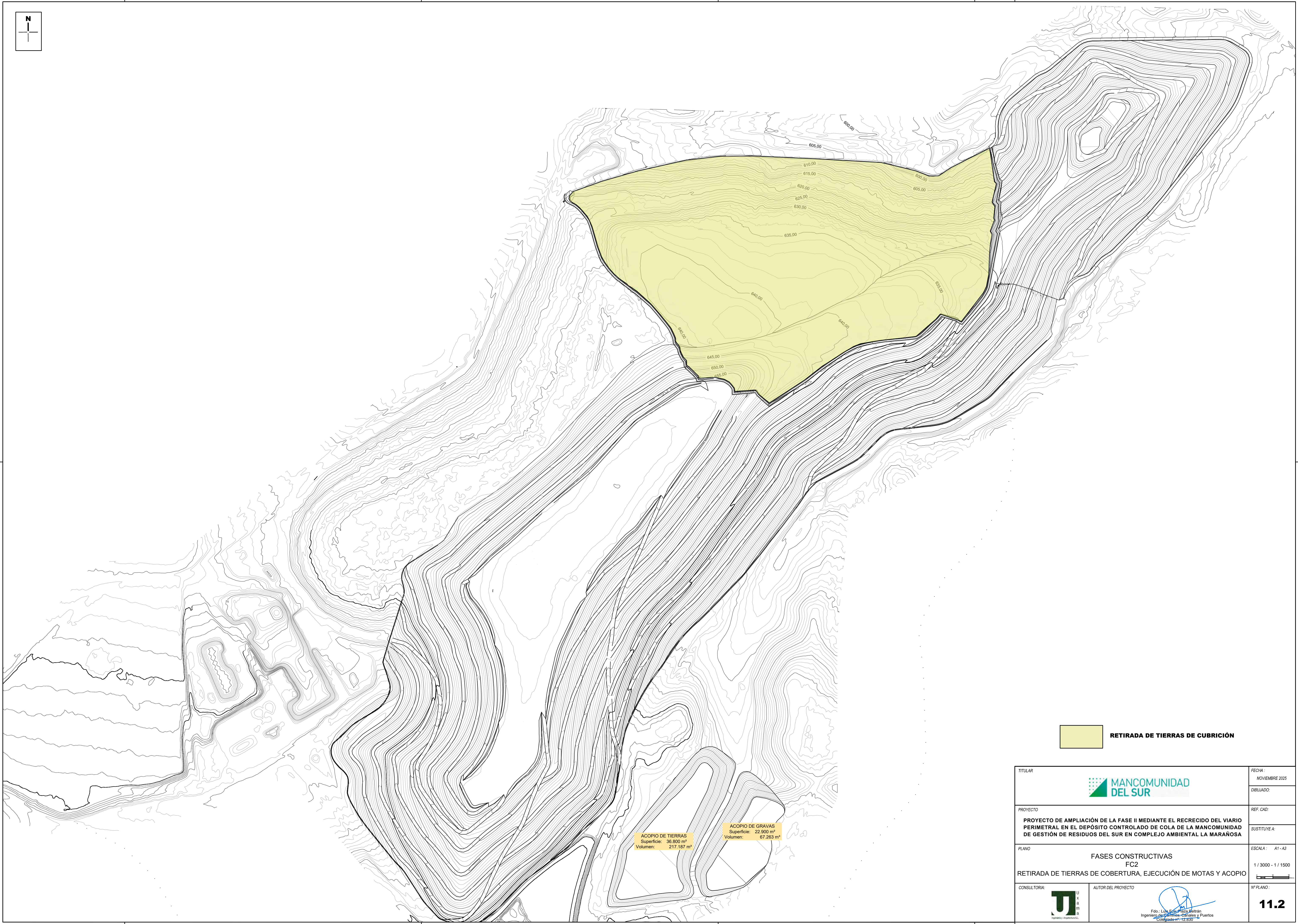
AUTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Luis Fco. Plaza Beltrán
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado nº. 12.830

Nº PLANO :

11.1

FICHERO: 07UX0825 _02-14 AMPLIACION VERTEDERO FASE 2_RV01.DWG


N
600,00
605,00
610,00
615,00
600,00
605,00
620,00
625,00
630,00
635,00
640,00
635,00
640,00
640,00
645,00
650,00
655,00
ACOPIO DE TIERRAS
Superficie: 36.800 m²
Volumen: 217.187 m³
ACOPIO DE GRAVAS
Superficie: 22.900 m²
Volumen: 67.263 m³

▨ **RETIRADA DE TIERRAS DE CUBRICIÓN**

TITULAR

MANCOMUNIDAD DEL SUR

FECHA :
NOVIEMBRE 2025

DIBUJADO:

PROYECTO

PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA FASE II MEDIANTE EL RECRECIDO DEL VIARIO PERIMETRAL EN EL DEPÓSITO CONTROLADO DE COLA DE LA MANCOMUNIDAD DE GESTIÓN DE RESIDUOS DEL SUR EN COMPLEJO AMBIENTAL LA MARAÑOSA

REF. CAD:

SUSTITUYE A:

PLANO

FASES CONSTRUCTIVAS
FC2
RETIRADA DE TIERRAS DE COBERTURA, EJECUCIÓN DE MOTAS Y ACOPIO

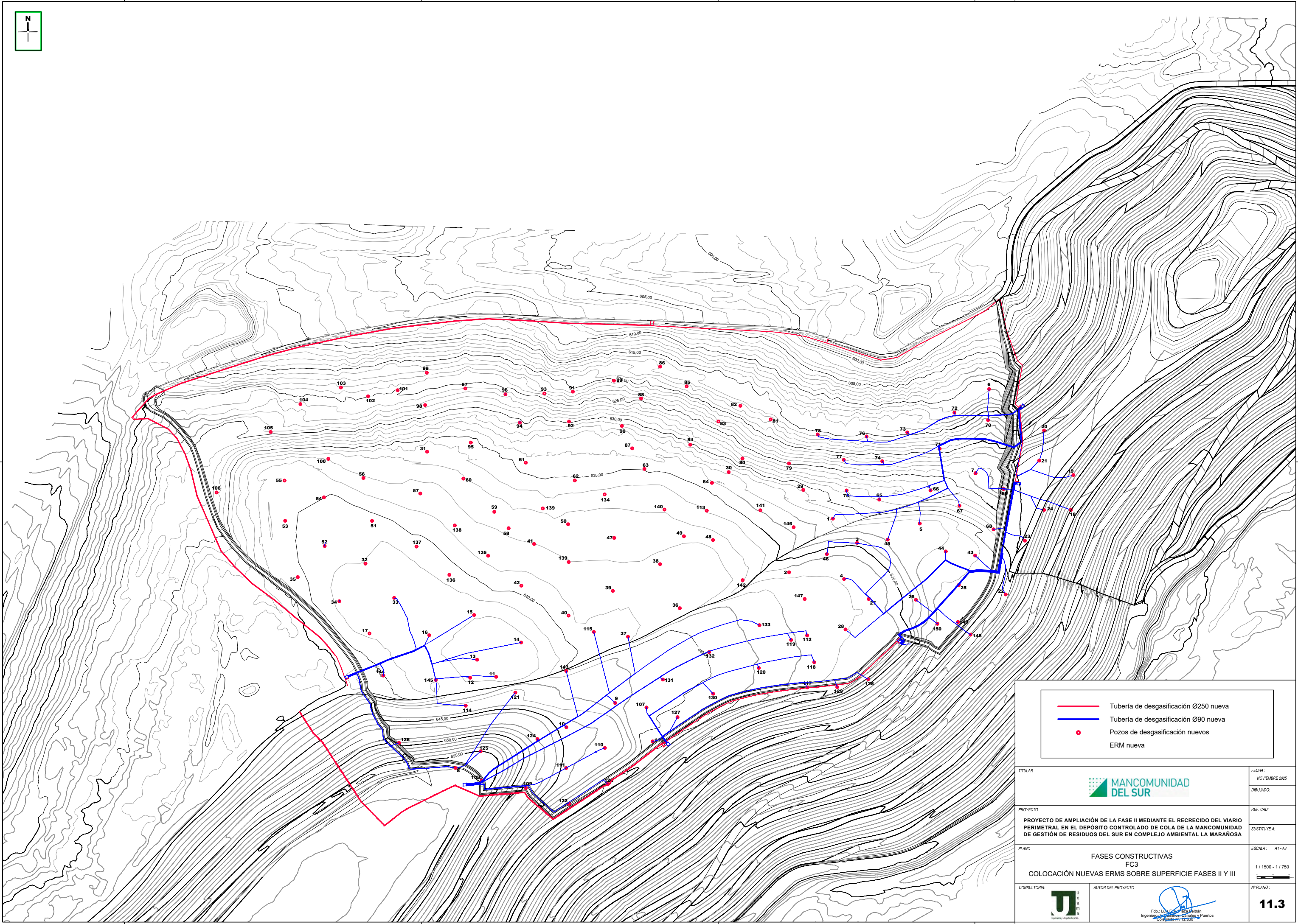
ESCALA : A1 - A3
1 / 3000 - 1 / 1500
0 30 60 Metros

CONSULTORIA:
Uxama Ingeniería y Arquitectura S.L.

AUTOR DEL PROYECTO
Fdo.: Luis Fco. Plaza Beltrán
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado nº. 12.830

Nº PLANO :
11.2

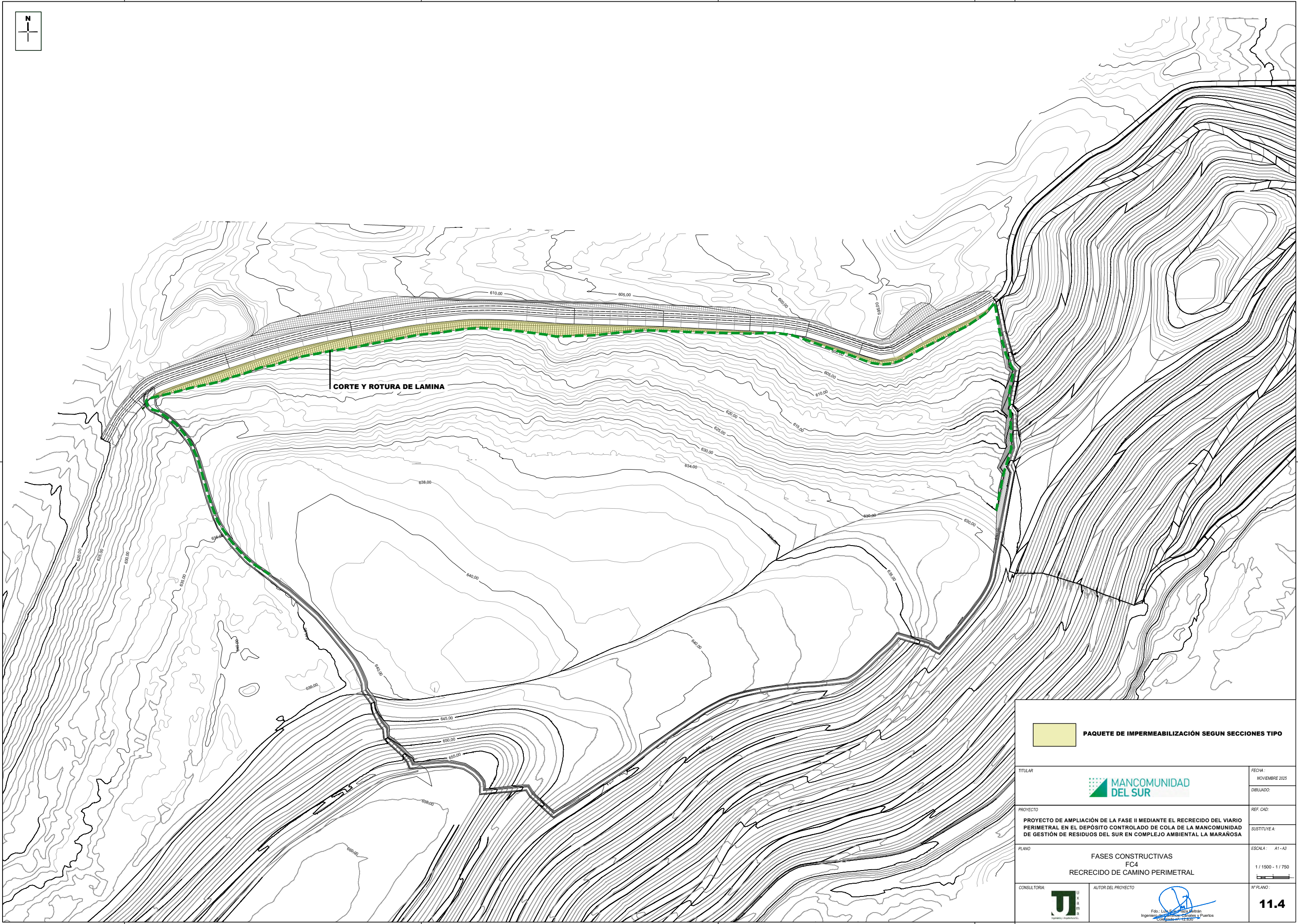
FICHERO: 07UX0825 _02-14 AMPLIACION VERTEDERO FASE 2_RV01.DWG



Tubería de desgasificación Ø250 nueva
Tubería de desgasificación Ø90 nueva
Pozos de desgasificación nuevos
ERM nueva

TITULAR MANCOMUNIDAD DEL SUR	FECHA : NOVIEMBRE 2025
	DIBUJADO:
PROYECTO **PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA FASE II MEDIANTE EL RECRECIDO DEL VIARIO PERIMETRAL EN EL DEPÓSITO CONTROLADO DE COLA DE LA MANCOMUNIDAD DE GESTIÓN DE RESIDUOS DEL SUR EN COMPLEJO AMBIENTAL LA MARAÑOSA**	REF. CAD:
	SUSTITUYE A:
PLANO FASES CONSTRUCTIVAS FC3 COLOCACIÓN NUEVAS ERMS SOBRE SUPERFICIE FASES II Y III	ESCALA : A1 - A3 1 / 1500 - 1 / 750 0 15 30 Metros
CONSULTORIA: Uxama Ingeniería y Arquitectura S.L. — AUTOR DEL PROYECTO Fdo.: Luis Fco. Plaza Beltrán Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos Colegiado nº. 12.830	Nº PLANO : **11.3**

FICHERO: 07UX0825 _02-14 AMPLIACION VERTEDERO FASE 2_RV01.DWG


N
CORTE Y ROTURA DE LAMINA
610,00
605,00
600,00
595,00
605,00
610,00
615,00
620,00
625,00
630,00
634,00
638,00
640,00
635,00
630,00
625,00
620,00
645,00
650,00
655,00
660,00

🟨 **PAQUETE DE IMPERMEABILIZACIÓN SEGUN SECCIONES TIPO**

TITULAR

MANCOMUNIDAD DEL SUR

FECHA : NOVIEMBRE 2025

DIBUJADO:

PROYECTO

PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA FASE II MEDIANTE EL RECRECIDO DEL VIARIO PERIMETRAL EN EL DEPÓSITO CONTROLADO DE COLA DE LA MANCOMUNIDAD DE GESTIÓN DE RESIDUOS DEL SUR EN COMPLEJO AMBIENTAL LA MARAÑOSA

REF. CAD:

SUSTITUYE A:

PLANO

FASES CONSTRUCTIVAS
FC4
RECRECIDO DE CAMINO PERIMETRAL

ESCALA : A1 - A3

1 / 1500 - 1 / 750

0 15 30 Metros

CONSULTORIA:

Uxama Ingeniería y Arquitectura S.L.

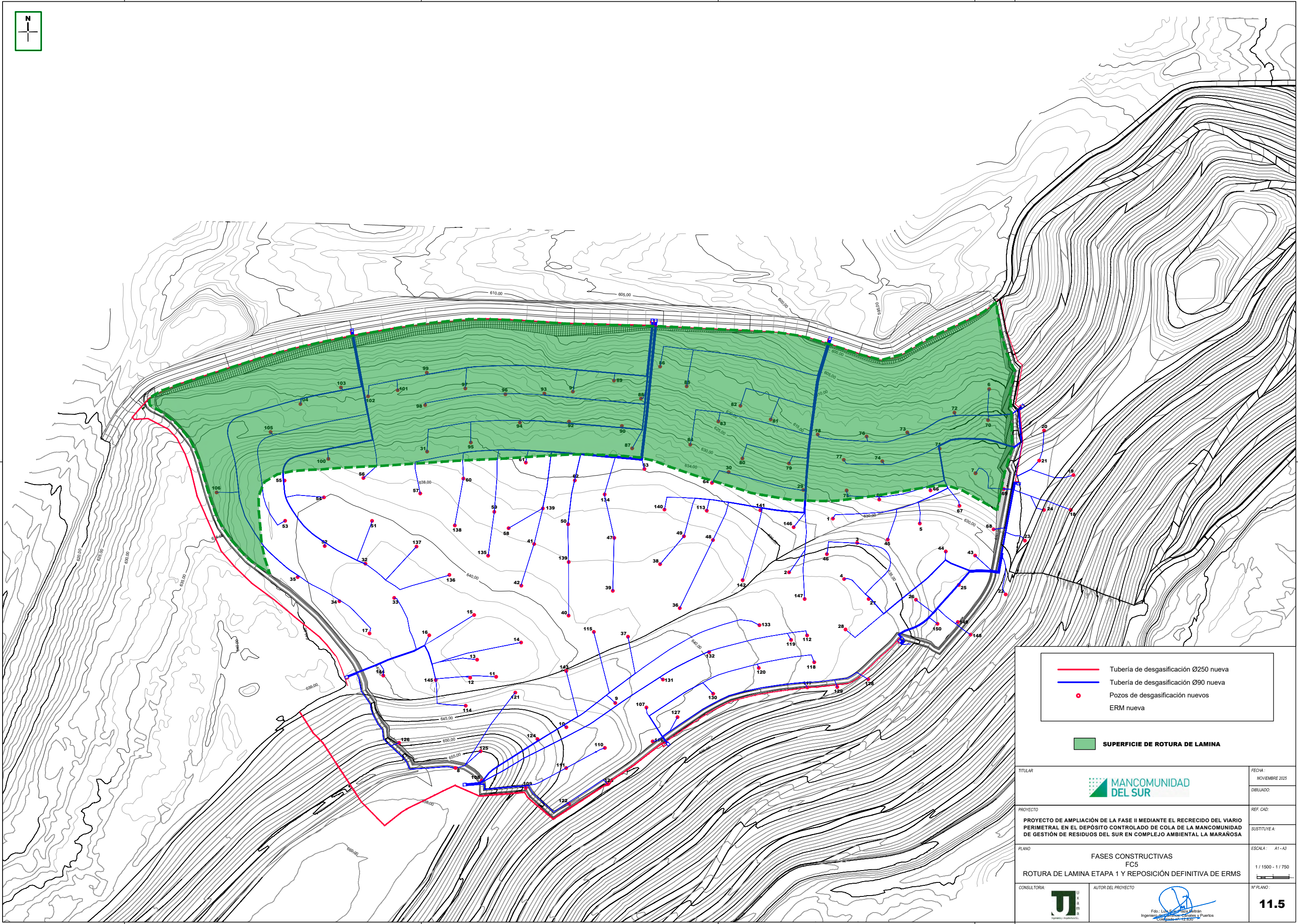
AUTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Luis Fco. Plaza Beltrán
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado nº. 12.830

Nº PLANO :

11.4

FICHERO: 07UX0825 _02-14 AMPLIACION VERTEDERO FASE 2_RV01.DWG



- 🟥 Tubería de desgasificación Ø250 nueva
- 🟦 Tubería de desgasificación Ø90 nueva
- ● Pozos de desgasificación nuevos
- ERM nueva

🟩 **SUPERFICIE DE ROTURA DE LAMINA**

TITULAR

MANCOMUNIDAD DEL SUR

FECHA : NOVIEMBRE 2025

DIBUJADO:

PROYECTO

PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA FASE II MEDIANTE EL RECRECIDO DEL VIARIO PERIMETRAL EN EL DEPÓSITO CONTROLADO DE COLA DE LA MANCOMUNIDAD DE GESTIÓN DE RESIDUOS DEL SUR EN COMPLEJO AMBIENTAL LA MARAÑOSA

REF. CAD:

SUSTITUYE A:

PLANO

FASES CONSTRUCTIVAS
FC5
ROTURA DE LAMINA ETAPA 1 Y REPOSICIÓN DEFINITIVA DE ERMS

ESCALA : A1 - A3

1 / 1500 - 1 / 750

0 15 30 Metros

CONSULTORIA:

Uxama Ingeniería y Arquitectura S.L.

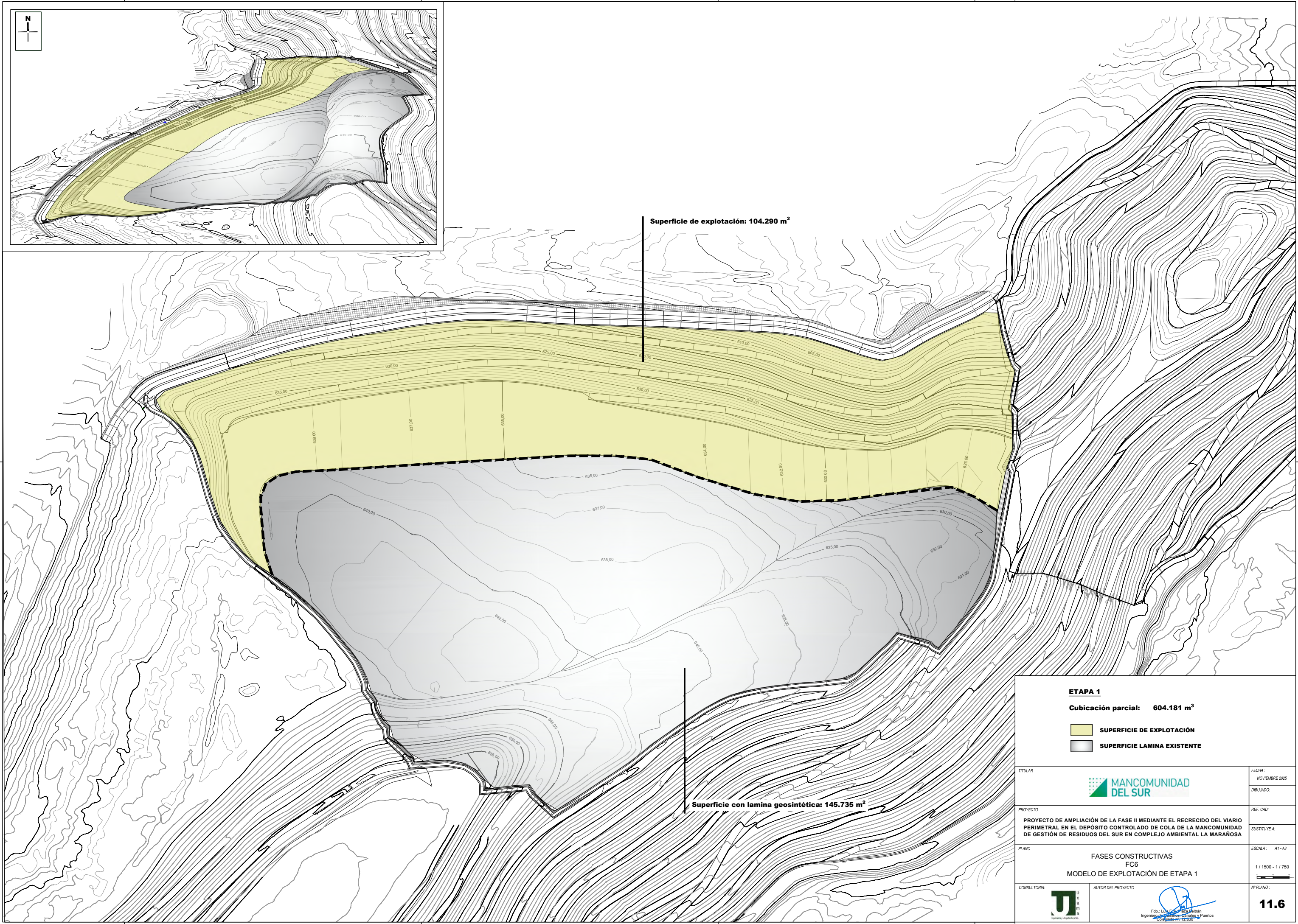
AUTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Luis Fco. Plaza Beltrán
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado nº. 12.830

Nº PLANO :

11.5

FICHERO: 07UX0825 _02-14 AMPLIACION VERTEDERO FASE 2_RV01.DWG


N
Superficie de explotación: 104.290 m²
Superficie con lamina geosintética: 145.735 m²
625,00
630,00
635,00
637,00
638,00
640,00
642,00
645,00
650,00
655,00
610,00
605,00
632,00
634,00
636,00

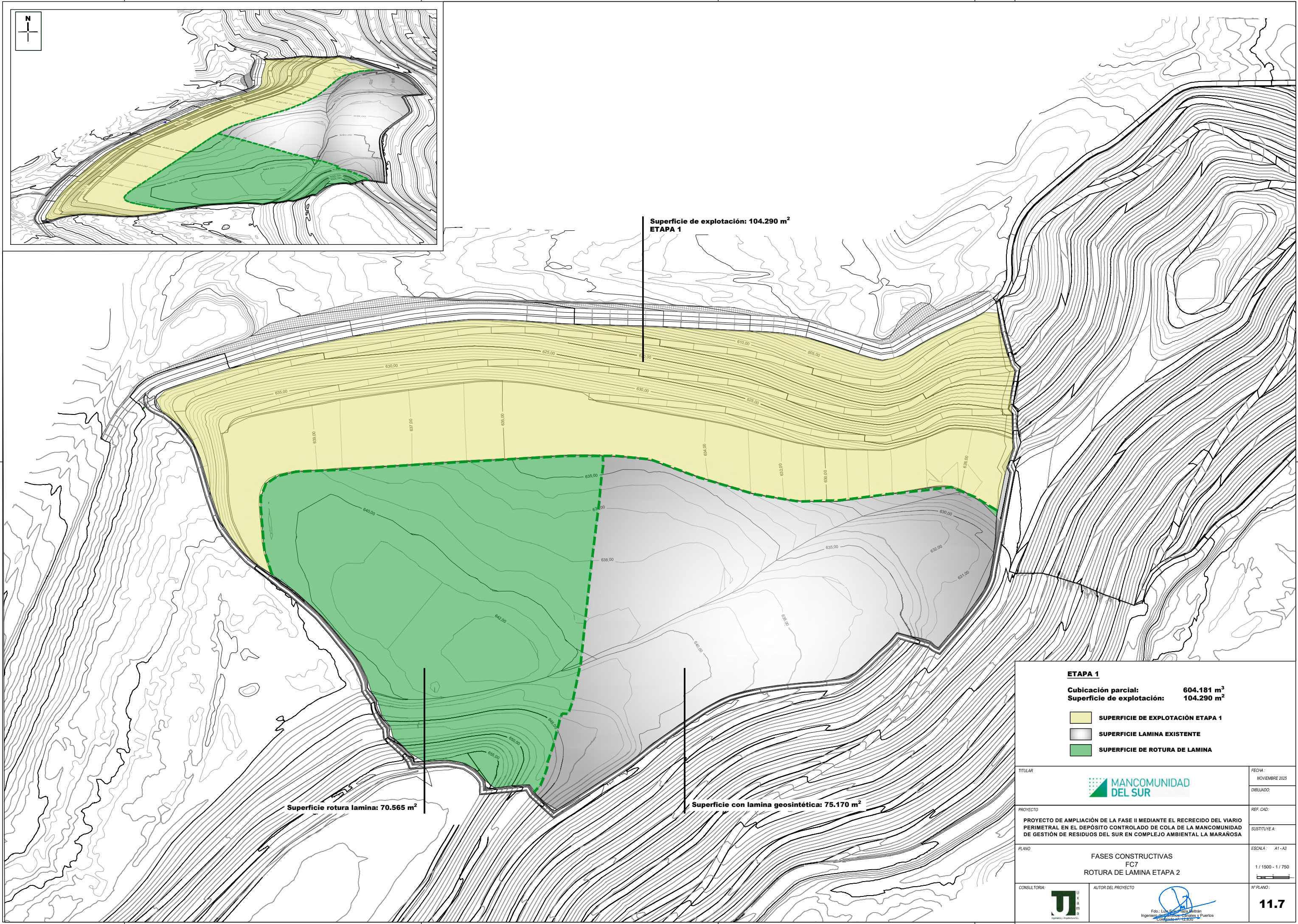
ETAPA 1

Cubicación parcial: 604.181 m^3

🟨	**SUPERFICIE DE EXPLOTACIÓN**
▨	**SUPERFICIE LAMINA EXISTENTE**

TITULAR MANCOMUNIDAD DEL SUR	FECHA : NOVIEMBRE 2025
	DIBUJADO:
PROYECTO **PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA FASE II MEDIANTE EL RECRECIDO DEL VIARIO PERIMETRAL EN EL DEPÓSITO CONTROLADO DE COLA DE LA MANCOMUNIDAD DE GESTIÓN DE RESIDUOS DEL SUR EN COMPLEJO AMBIENTAL LA MARAÑOSA**	REF. CAD:
	SUSTITUYE A:
PLANO FASES CONSTRUCTIVAS FC6 MODELO DE EXPLOTACIÓN DE ETAPA 1	ESCALA : A1 - A3 1 / 1500 - 1 / 750 0 15 30 Metros
CONSULTORIA: Uxama Ingeniería y Arquitectura S.L. AUTOR DEL PROYECTO Fdo.: Luis Fco. Plaza Beltrán Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos Colegiado nº. 12.830	Nº PLANO : **11.6**

FICHERO: 07UX0825 _02-14 AMPLIACION VERTEDERO FASE 2_RV01.DWG


N
Superficie de explotación: 104.290 m^2
ETAPA 1
Superficie rotura lamina: 70.565 m^2
Superficie con lamina geosintética: 75.170 m^2
610,00
605,00
625,00
630,00
635,00
637,00
639,00
634,00
632,00
626,00
640,00
642,00
638,00
631,00
644,00
650,00
655,00

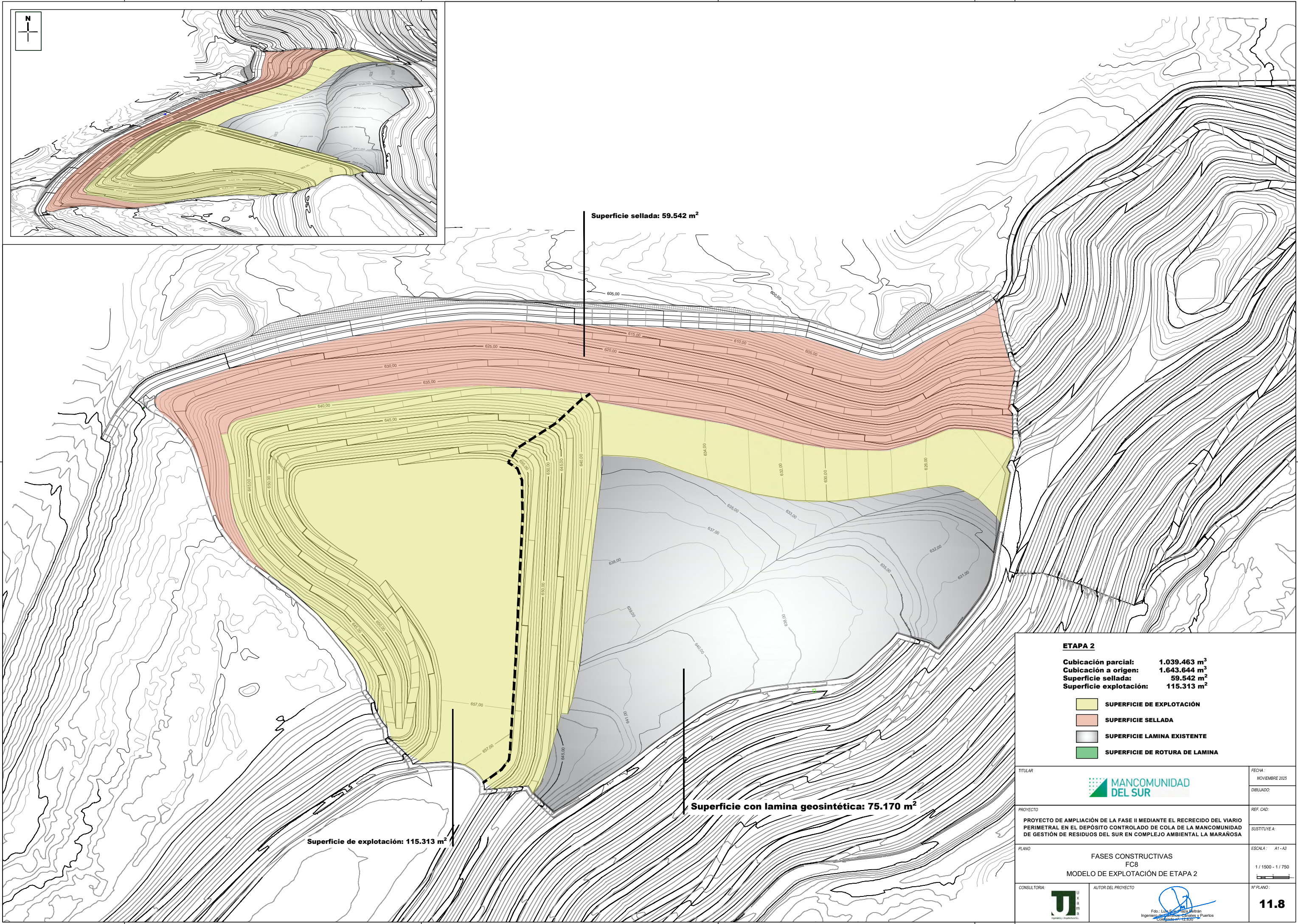
ETAPA 1

Cubicación parcial: **604.181 m^3**
Superficie de explotación: **104.290 m^2**

🟨 **SUPERFICIE DE EXPLOTACIÓN ETAPA 1**
⬜ **SUPERFICIE LAMINA EXISTENTE**
🟩 **SUPERFICIE DE ROTURA DE LAMINA**

TITULAR MANCOMUNIDAD DEL SUR	*FECHA :* *NOVIEMBRE 2025*
	DIBUJADO:
PROYECTO **PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA FASE II MEDIANTE EL RECRECIDO DEL VIARIO PERIMETRAL EN EL DEPÓSITO CONTROLADO DE COLA DE LA MANCOMUNIDAD DE GESTIÓN DE RESIDUOS DEL SUR EN COMPLEJO AMBIENTAL LA MARAÑOSA**	*REF. CAD:*
	SUSTITUYE A:
PLANO FASES CONSTRUCTIVAS FC7 ROTURA DE LAMINA ETAPA 2	*ESCALA :* *A1 - A3* 1 / 1500 - 1 / 750 0 15 30 Metros
CONSULTORIA: Uxama Ingeniería y Arquitectura S.L. *AUTOR DEL PROYECTO* Fdo.: Luis Fco. Plaza Beltrán Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos Colegiado nº. 12.830	*Nº PLANO :* **11.7**

FICHERO: 07UX0825 _02-14 AMPLIACION VERTEDERO FASE 2_RV01.DWG


N
Superficie sellada: 59.542 m^2
Superficie con lamina geosintética: 75.170 m^2
Superficie de explotación: 115.313 m^2
605,00
600,00
615,00
610,00
605,00
625,00
620,00
630,00
635,00
640,00
645,00
650,00
657,00
634,00
632,00
630,00
626,00
635,00
633,00
637,00
638,00
632,00
631,00
640,00

ETAPA 2

Cubicación parcial: 1.039.463 m^3
Cubicación a origen: 1.643.644 m^3
Superficie sellada: 59.542 m^2
Superficie explotación: 115.313 m^2

🟨	**SUPERFICIE DE EXPLOTACIÓN**
🟥	**SUPERFICIE SELLADA**
⬜	**SUPERFICIE LAMINA EXISTENTE**
🟩	**SUPERFICIE DE ROTURA DE LAMINA**

TITULAR

MANCOMUNIDAD
DEL SUR

FECHA : NOVIEMBRE 2025

DIBUJADO:

PROYECTO

PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA FASE II MEDIANTE EL RECRECIDO DEL VIARIO PERIMETRAL EN EL DEPÓSITO CONTROLADO DE COLA DE LA MANCOMUNIDAD DE GESTIÓN DE RESIDUOS DEL SUR EN COMPLEJO AMBIENTAL LA MARAÑOSA

REF. CAD:

SUSTITUYE A:

PLANO

FASES CONSTRUCTIVAS
FC8
MODELO DE EXPLOTACIÓN DE ETAPA 2

ESCALA : A1 - A3

1 / 1500 - 1 / 750

0 15 30 Metros

CONSULTORIA:

Uxama
Ingeniería y Arquitectura S.L.

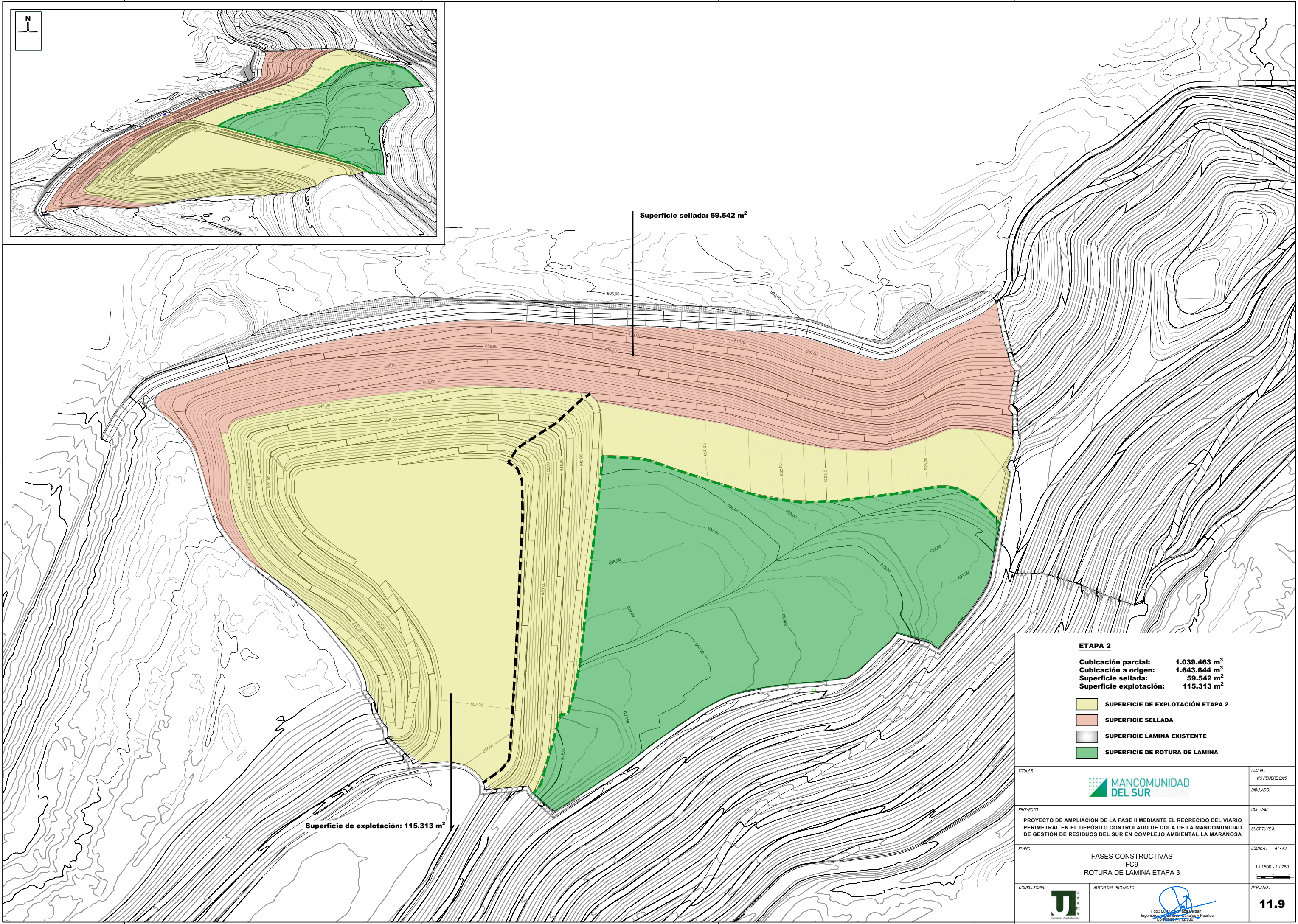
AUTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Luis Fco. Plaza Beltrán
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado nº. 12.830

Nº PLANO :

11.8

FICHERO: 07UX0825 _02-14 AMPLIACION VERTEDERO FASE 2_RV01.DWG


N
Superficie sellada: 59.542 m²
Superficie de explotación: 115.313 m²
605,00
600,00
610,00
615,00
620,00
625,00
630,00
635,00
640,00
645,00
650,00
657,00
633,00
632,00
631,00
637,00
638,00
639,00
640,00
641,00
626,00
630,00
634,00

ETAPA 2

Cubicación parcial: **1.039.463 m^3**
Cubicación a origen: **1.643.644 m^3**
Superficie sellada: **59.542 m^2**
Superficie explotación: **115.313 m^2**

🟨	**SUPERFICIE DE EXPLOTACIÓN ETAPA 2**
🟥	**SUPERFICIE SELLADA**
⬜	**SUPERFICIE LAMINA EXISTENTE**
🟩	**SUPERFICIE DE ROTURA DE LAMINA**

TITULAR

MANCOMUNIDAD
DEL SUR

FECHA : NOVIEMBRE 2025

DIBUJADO:

PROYECTO

PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA FASE II MEDIANTE EL RECRECIDO DEL VIARIO PERIMETRAL EN EL DEPÓSITO CONTROLADO DE COLA DE LA MANCOMUNIDAD DE GESTIÓN DE RESIDUOS DEL SUR EN COMPLEJO AMBIENTAL LA MARAÑOSA

REF. CAD:

SUSTITUYE A:

PLANO

FASES CONSTRUCTIVAS
FC9
ROTURA DE LAMINA ETAPA 3

ESCALA : A1 - A3

1 / 1500 - 1 / 750

0 15 30 Metros

CONSULTORIA:

Uxama
Ingeniería y Arquitectura S.L.

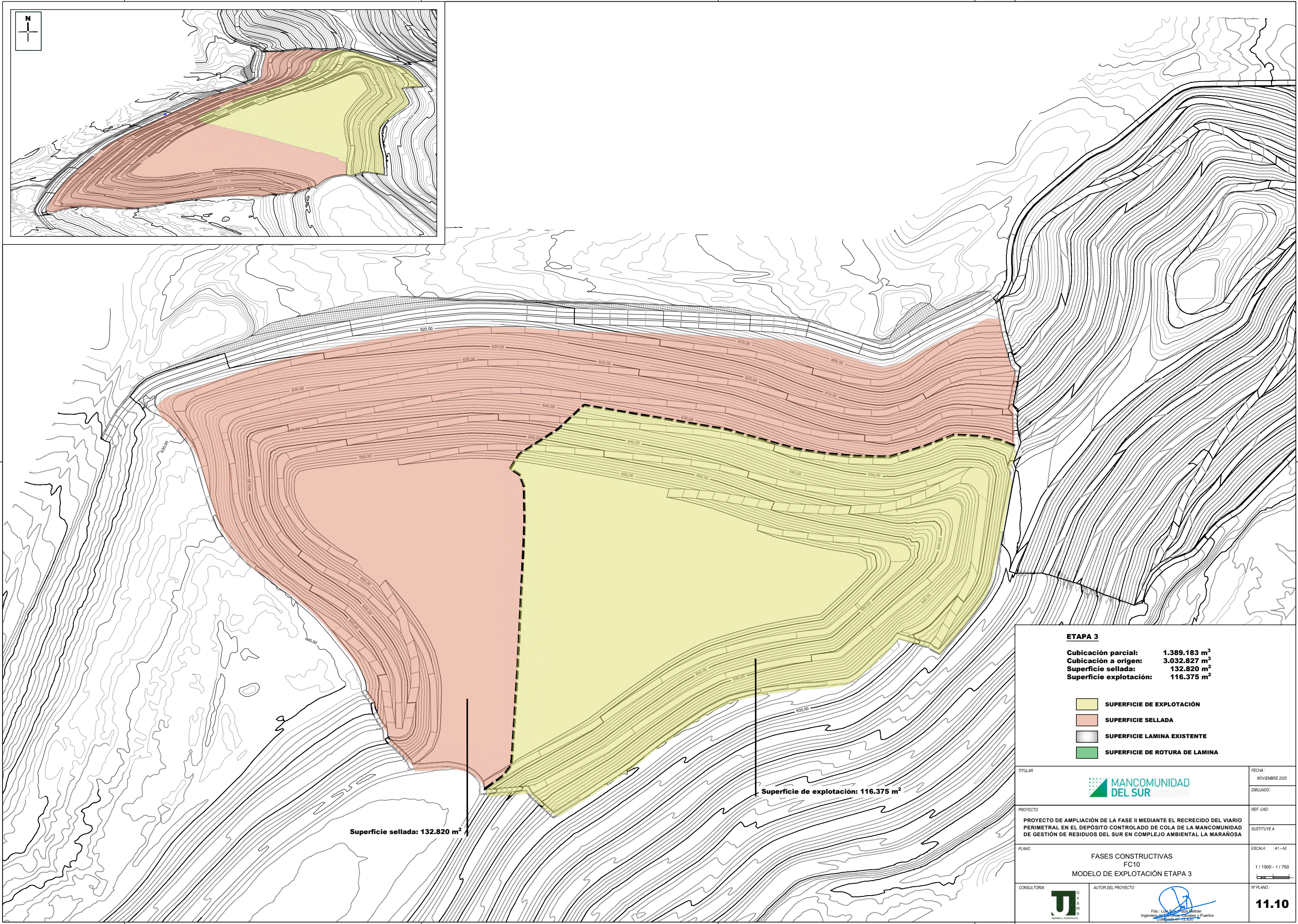
AUTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Luis Fco. Plaza Beltrán
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado nº. 12.830

Nº PLANO :

11.9

FICHERO: 07UX0825 _02-14 AMPLIACION VERTEDERO FASE 2_RV01.DWG



Superficie sellada: 132.820 m^2

Superficie de explotación: 116.375 m^2

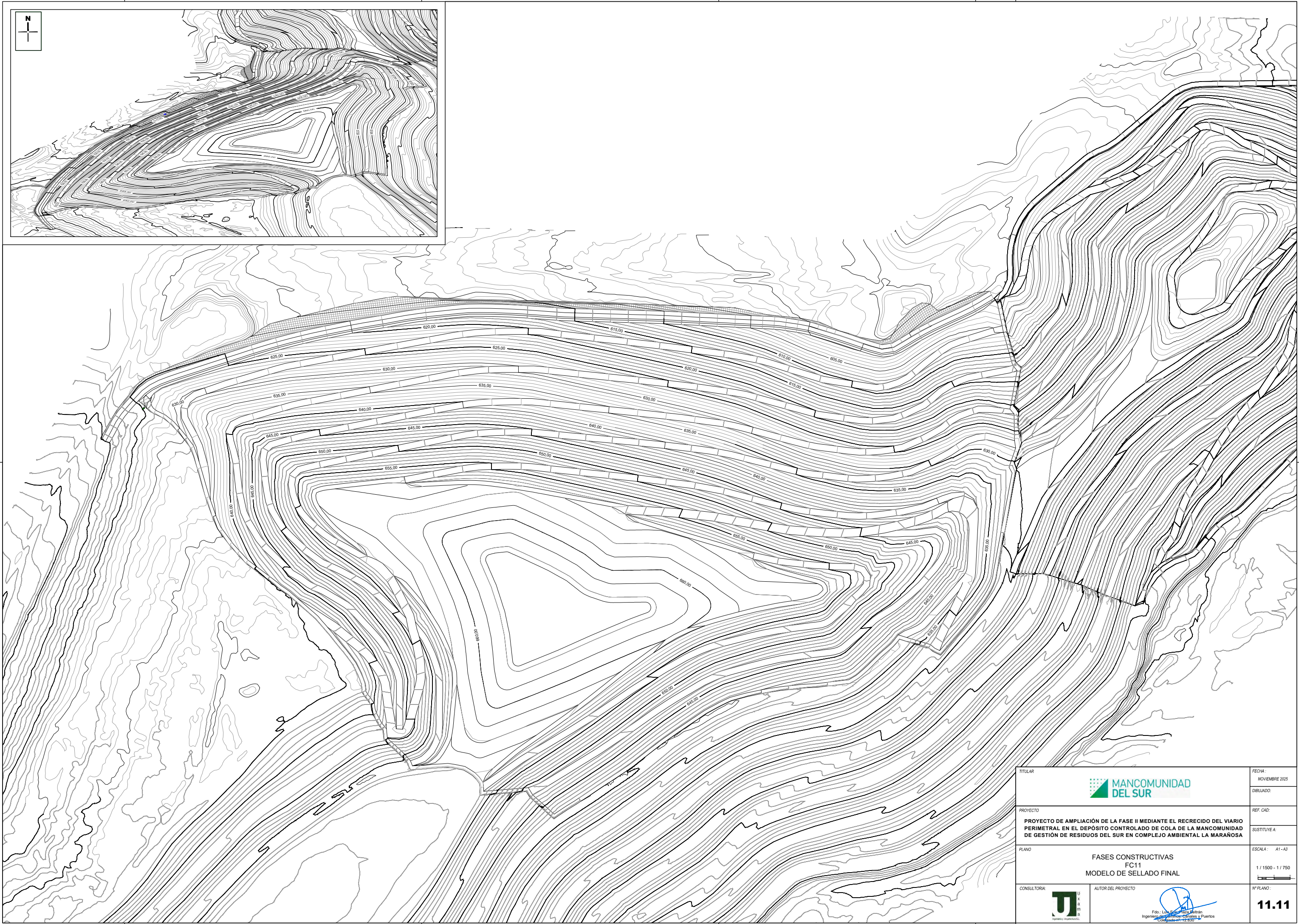
ETAPA 3

Cubicación parcial: 1.389.183 m^3
Cubicación a origen: 3.032.827 m^3
Superficie sellada: 132.820 m^2
Superficie explotación: 116.375 m^2

🟨	**SUPERFICIE DE EXPLOTACIÓN**
🟥	**SUPERFICIE SELLADA**
⬜	**SUPERFICIE LAMINA EXISTENTE**
🟩	**SUPERFICIE DE ROTURA DE LAMINA**

TITULAR MANCOMUNIDAD DEL SUR	FECHA : NOVIEMBRE 2025
	DIBUJADO:
PROYECTO **PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA FASE II MEDIANTE EL RECRECIDO DEL VIARIO PERIMETRAL EN EL DEPÓSITO CONTROLADO DE COLA DE LA MANCOMUNIDAD DE GESTIÓN DE RESIDUOS DEL SUR EN COMPLEJO AMBIENTAL LA MARAÑOSA**	REF. CAD:
	SUSTITUYE A:
PLANO FASES CONSTRUCTIVAS FC10 MODELO DE EXPLOTACIÓN ETAPA 3	ESCALA : A1 - A3 1 / 1500 - 1 / 750 0 15 30 Metros
CONSULTORIA: Uxama Ingeniería y Arquitectura S.L. AUTOR DEL PROYECTO Fdo.: Luis Fco. Plaza Beltrán Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos Colegiado nº. 12.830	Nº PLANO : **11.10**

FICHERO: 07UX0825 _02-14 AMPLIACION VERTEDERO FASE 2_RV01.DWG


N
620,00
615,00
625,00
625,00
630,00
610,00
605,00
620,00
615,00
630,00
635,00
635,00
630,00
640,00
640,00
645,00
645,00
635,00
650,00
650,00
655,00
645,00
640,00
630,00
635,00
640,00
645,00
655,00
650,00
645,00
635,00
660,00
660,00
640,00
635,00
650,00
645,00

TITULAR

MANCOMUNIDAD DEL SUR

FECHA : NOVIEMBRE 2025

DIBUJADO:

PROYECTO

PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA FASE II MEDIANTE EL RECRECIDO DEL VIARIO PERIMETRAL EN EL DEPÓSITO CONTROLADO DE COLA DE LA MANCOMUNIDAD DE GESTIÓN DE RESIDUOS DEL SUR EN COMPLEJO AMBIENTAL LA MARAÑOSA

REF. CAD:

SUSTITUYE A:

PLANO

FASES CONSTRUCTIVAS
FC11
MODELO DE SELLADO FINAL

ESCALA : A1 - A3

1 / 1500 - 1 / 750

0 15 30 Metros

CONSULTORIA:

Uxama Ingeniería y Arquitectura S.L.

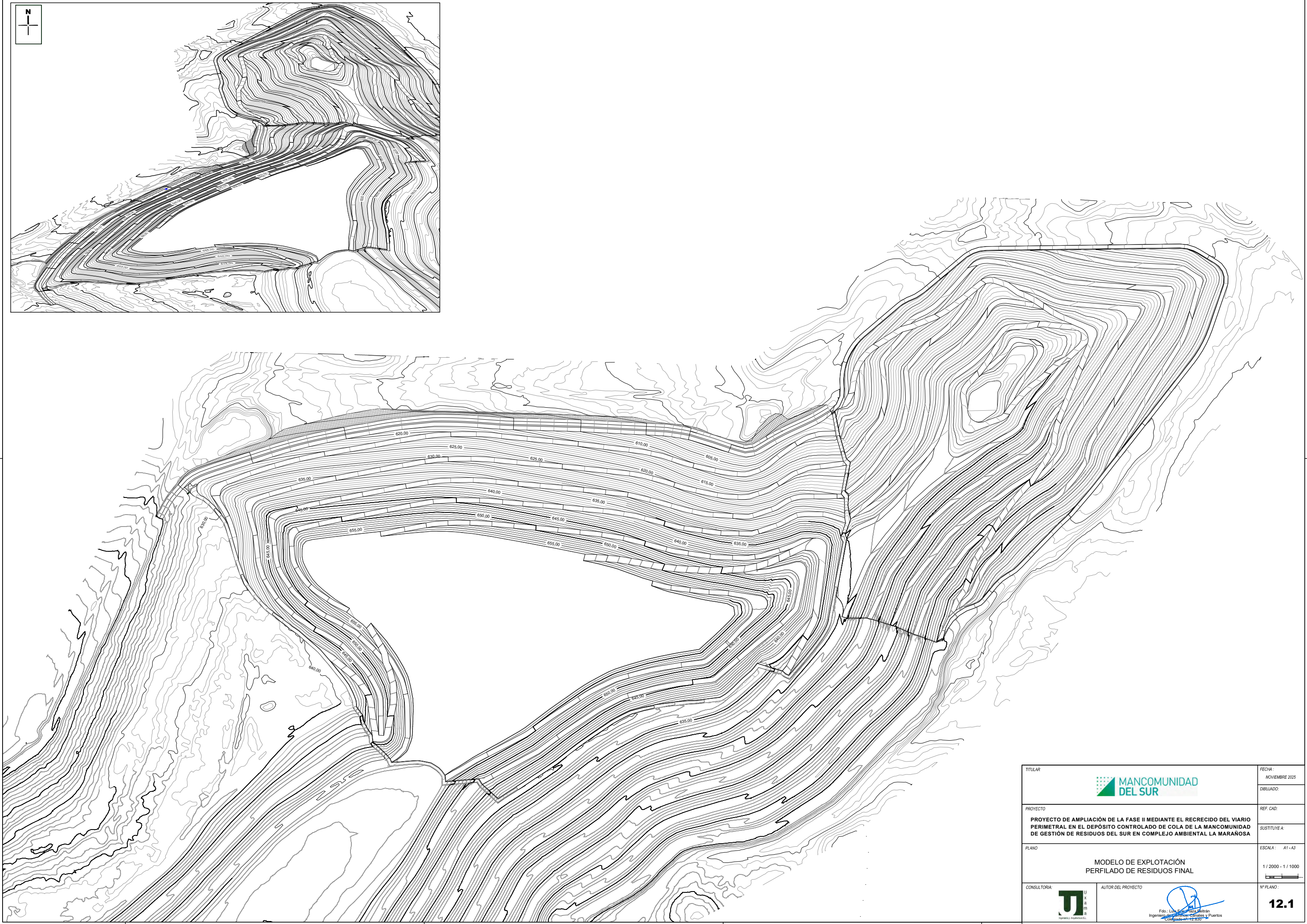
AUTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Luis Fco. Plaza Beltrán
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado nº. 12.830

Nº PLANO :

11.11

FICHERO: 07UX0825 _02-14 AMPLIACION VERTEDERO FASE 2_RV01.DWG


N
620,00
625,00
630,00
610,00
605,00
625,00
635,00
620,00
615,00
640,00
635,00
645,00
650,00
645,00
655,00
630,00
645,00
655,00
650,00
640,00
635,00
645,00
655,00
650,00
645,00
640,00
650,00
640,00
650,00
645,00
635,00

TITULAR

MANCOMUNIDAD DEL SUR

PROYECTO

PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA FASE II MEDIANTE EL RECRECIDO DEL VIARIO PERIMETRAL EN EL DEPÓSITO CONTROLADO DE COLA DE LA MANCOMUNIDAD DE GESTIÓN DE RESIDUOS DEL SUR EN COMPLEJO AMBIENTAL LA MARAÑOSA

PLANO

MODELO DE EXPLOTACIÓN
PERFILADO DE RESIDUOS FINAL

CONSULTORIA:

Uxama
Ingeniería y Arquitectura S.L.

AUTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Luis Fco. Plaza Beltrán
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado nº: 12.830

FECHA :
NOVIEMBRE 2025

DIBUJADO:

REF. CAD:

SUSTITUYE A:

ESCALA : A1 - A3

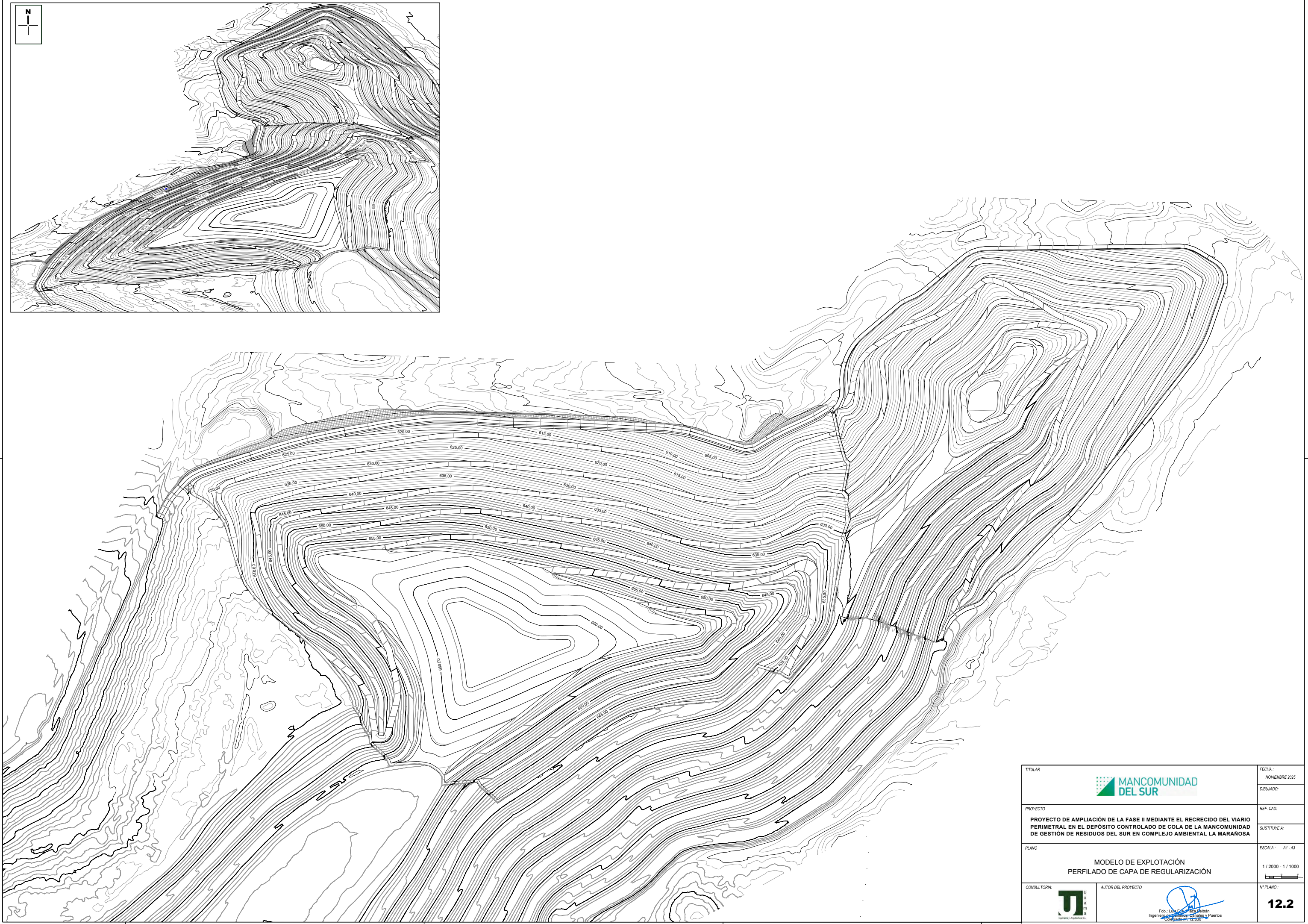
1 / 2000 - 1 / 1000

0 20 40 Metros

Nº PLANO :

12.1

FICHERO: 07UX0825 _02-14 AMPLIACION VERTEDERO FASE 2_RV01.DWG


N
620.00
615.00
625.00
625.00
610.00
605.00
630.00
620.00
615.00
630.00
635.00
635.00
630.00
640.00
640.00
635.00
645.00
645.00
650.00
650.00
645.00
640.00
630.00
655.00
635.00
645.00
640.00
640.00
655.00
650.00
645.00
635.00
660.00
640.00
660.00
635.00
650.00
645.00

TITULAR

MANCOMUNIDAD DEL SUR

FECHA :
NOVIEMBRE 2025

DIBUJADO:

PROYECTO

PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA FASE II MEDIANTE EL RECRECIDO DEL VIARIO PERIMETRAL EN EL DEPÓSITO CONTROLADO DE COLA DE LA MANCOMUNIDAD DE GESTIÓN DE RESIDUOS DEL SUR EN COMPLEJO AMBIENTAL LA MARAÑOSA

REF. CAD:

SUSTITUYE A:

PLANO

MODELO DE EXPLOTACIÓN
PERFILADO DE CAPA DE REGULARIZACIÓN

ESCALA : A1 - A3

1 / 2000 - 1 / 1000

0 20 40 Metros

CONSULTORIA:

Uxama
Ingeniería y Arquitectura S.L.

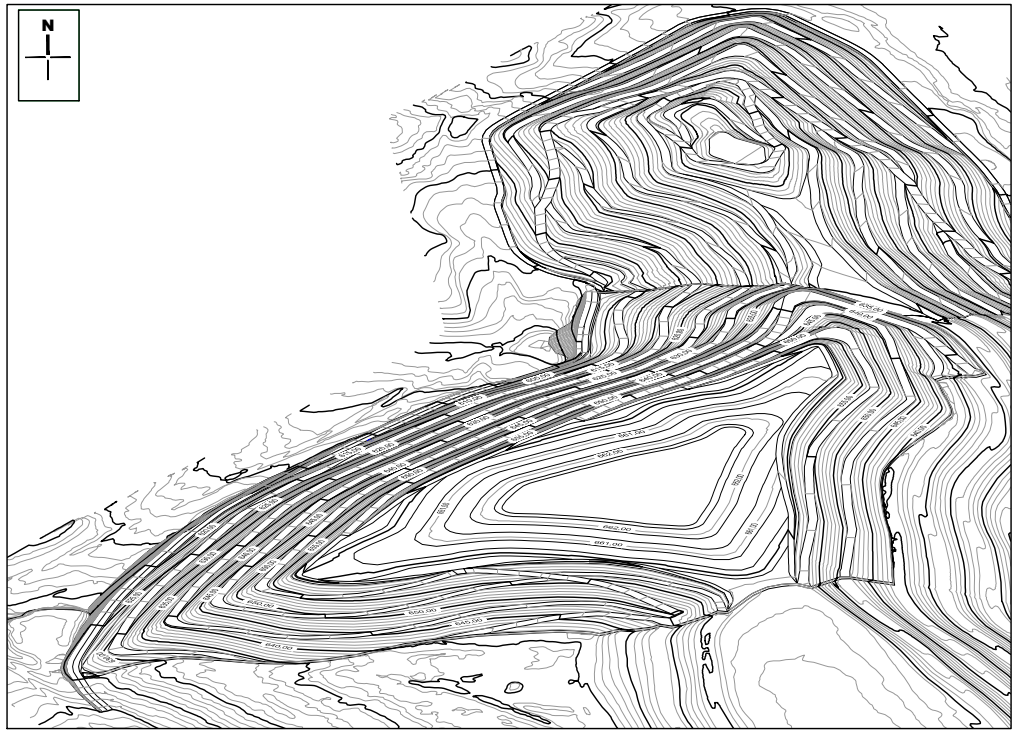
AUTOR DEL PROYECTO

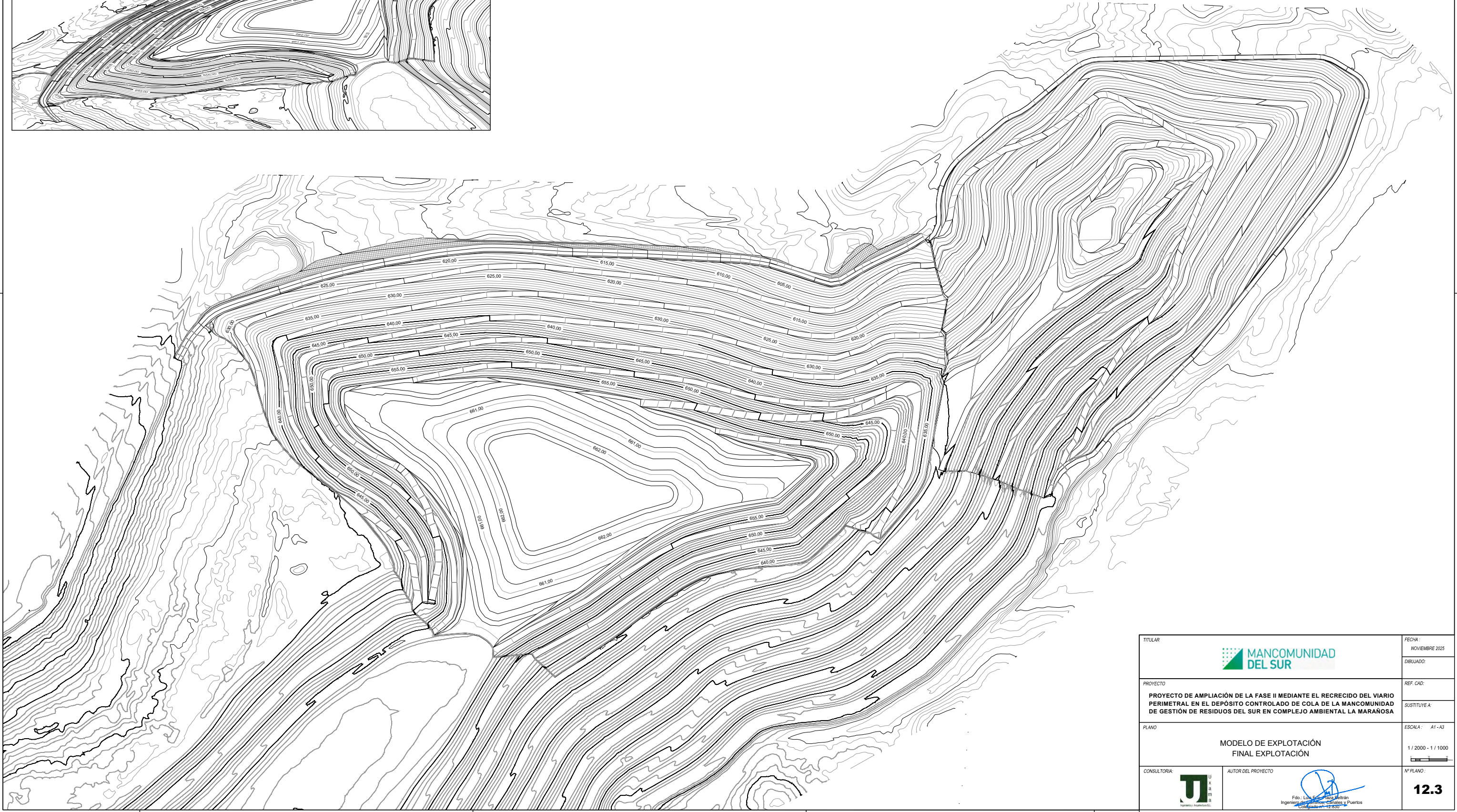
Fdo.: Luis Fco. Plaza Beltrán
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado nº. 12.830

Nº PLANO :

12.2

FICHERO: 07UX0825 _02-14 AMPLIACION VERTEDERO FASE 2_RV01.DWG




620,00
615,00
625,00
620,00
610,00
605,00
630,00
635,00
630,00
615,00
636,00
640,00
640,00
625,00
620,00
645,00
645,00
650,00
650,00
645,00
630,00
655,00
640,00
635,00
650,00
655,00
650,00
661,00
645,00
640,00
640,00
635,00
650,00
661,00
662,00
650,00
645,00
660,00
661,00
655,00
650,00
645,00
640,00
662,00
661,00

TITULAR

MANCOMUNIDAD DEL SUR

PROYECTO

PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA FASE II MEDIANTE EL RECRECIDO DEL VIARIO PERIMETRAL EN EL DEPÓSITO CONTROLADO DE COLA DE LA MANCOMUNIDAD DE GESTIÓN DE RESIDUOS DEL SUR EN COMPLEJO AMBIENTAL LA MARAÑOSA

PLANO

MODELO DE EXPLOTACIÓN
FINAL EXPLOTACIÓN

CONSULTORIA:

Uxama Ingeniería y Arquitectura S.L.

AUTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Luis Fco. Plaza Beltrán
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado nº: 12.830

FECHA : NOVIEMBRE 2025

DIBUJADO:

REF. CAD:

SUSTITUYE A:

ESCALA : A1 - A3

1 / 2000 - 1 / 1000

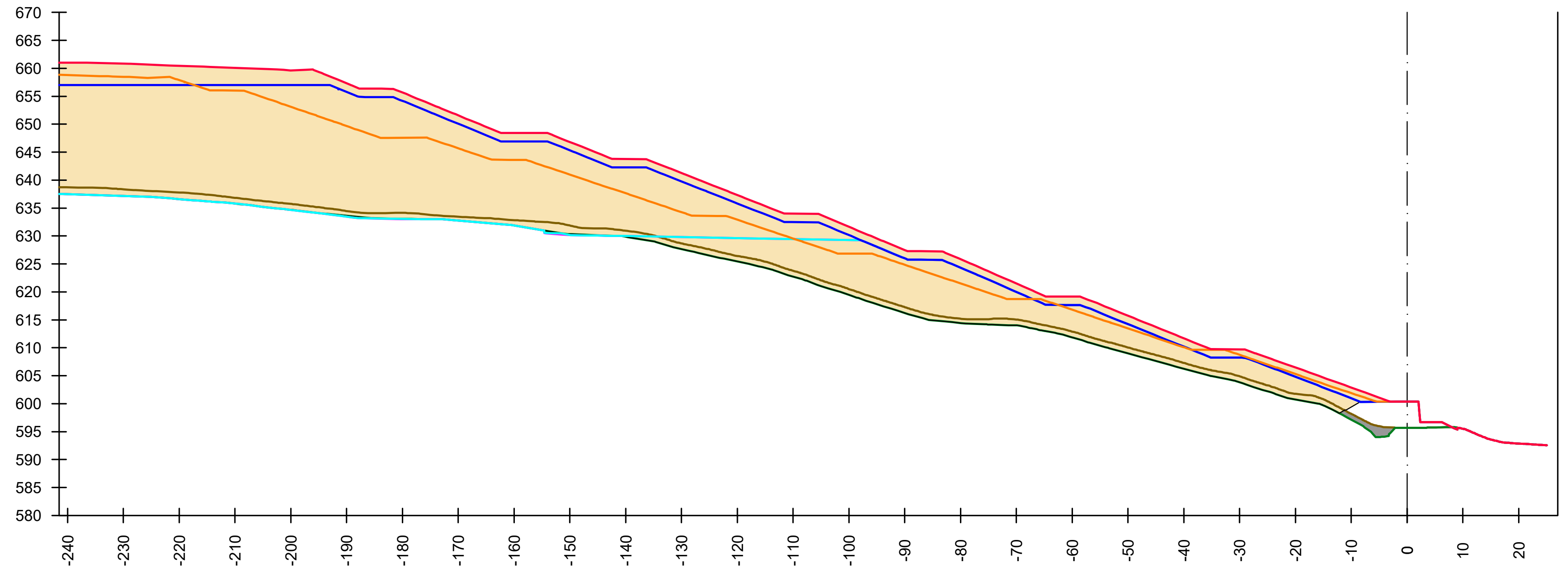
0 20 40 Metros

Nº PLANO :

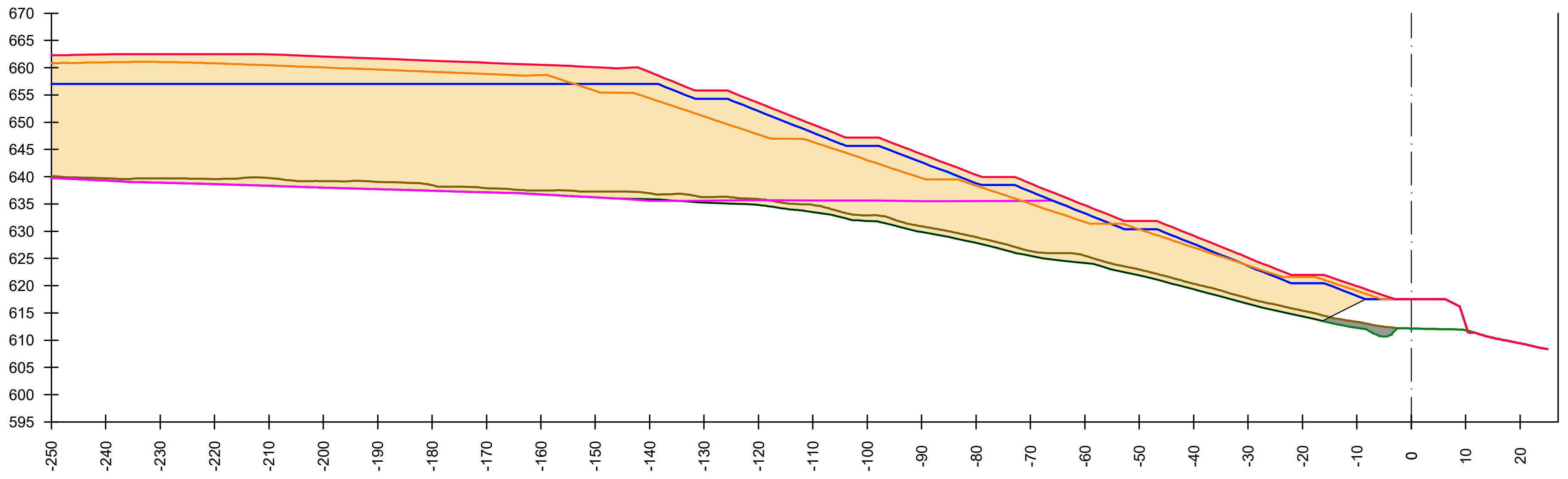
12.3

FICHERO: 07UX0825 _02-14 AMPLIACION VERTEDERO FASE 2_RV01.DWG

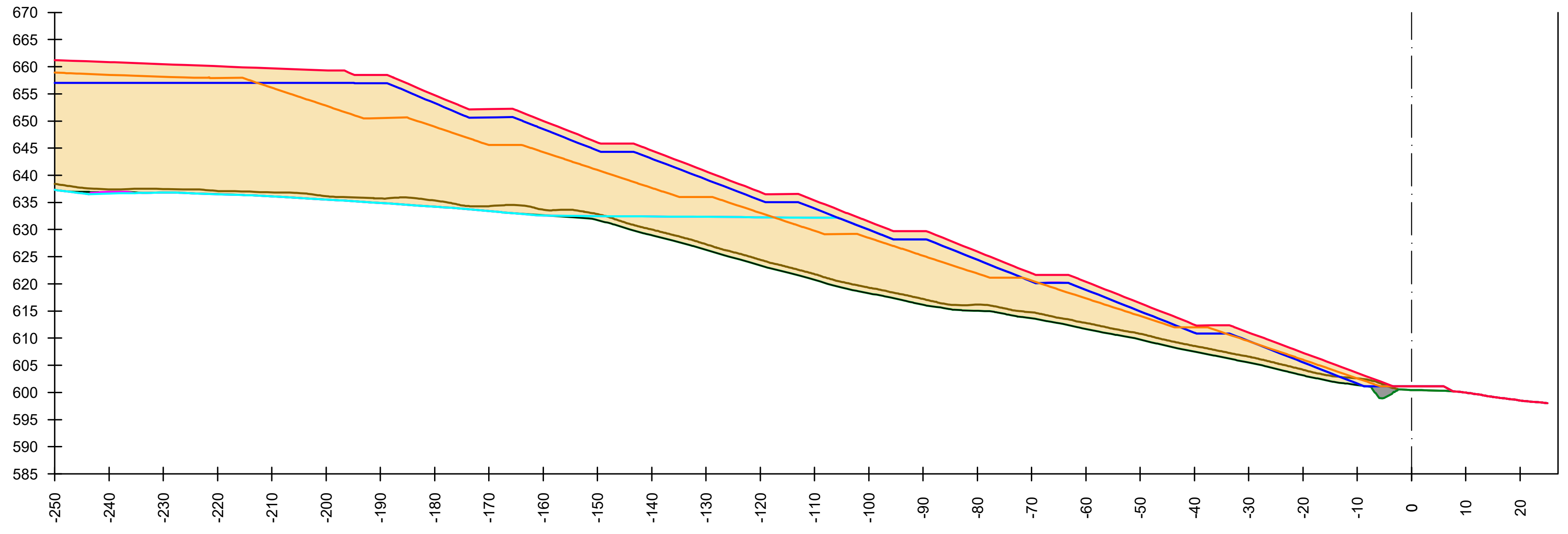
P.K.: 0+122,59



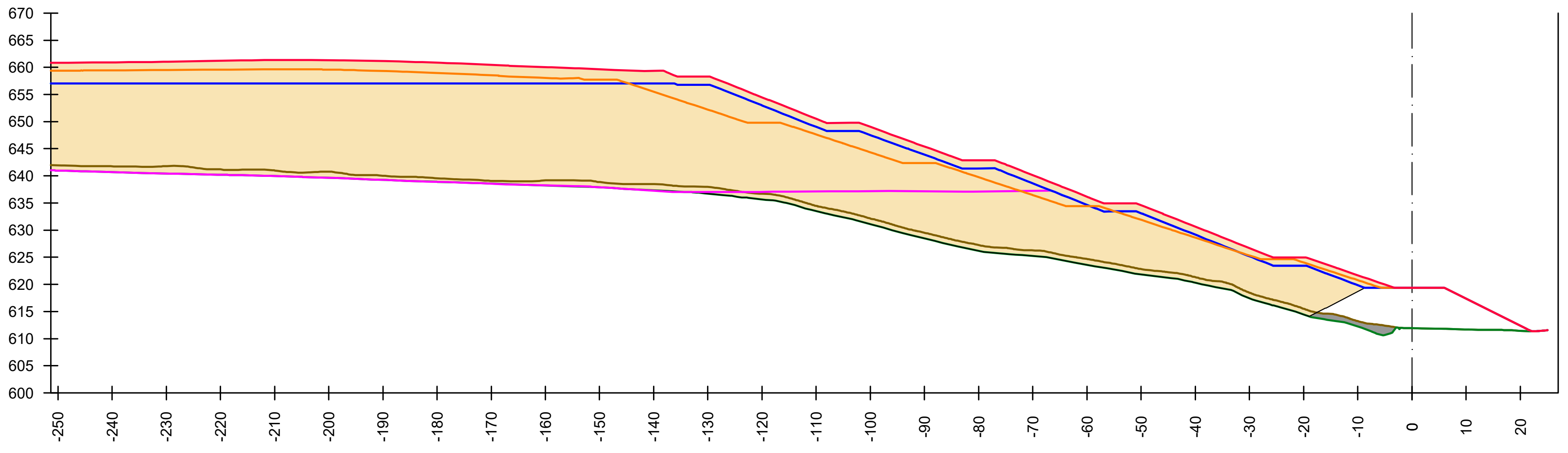
P.K.: 0+500,00



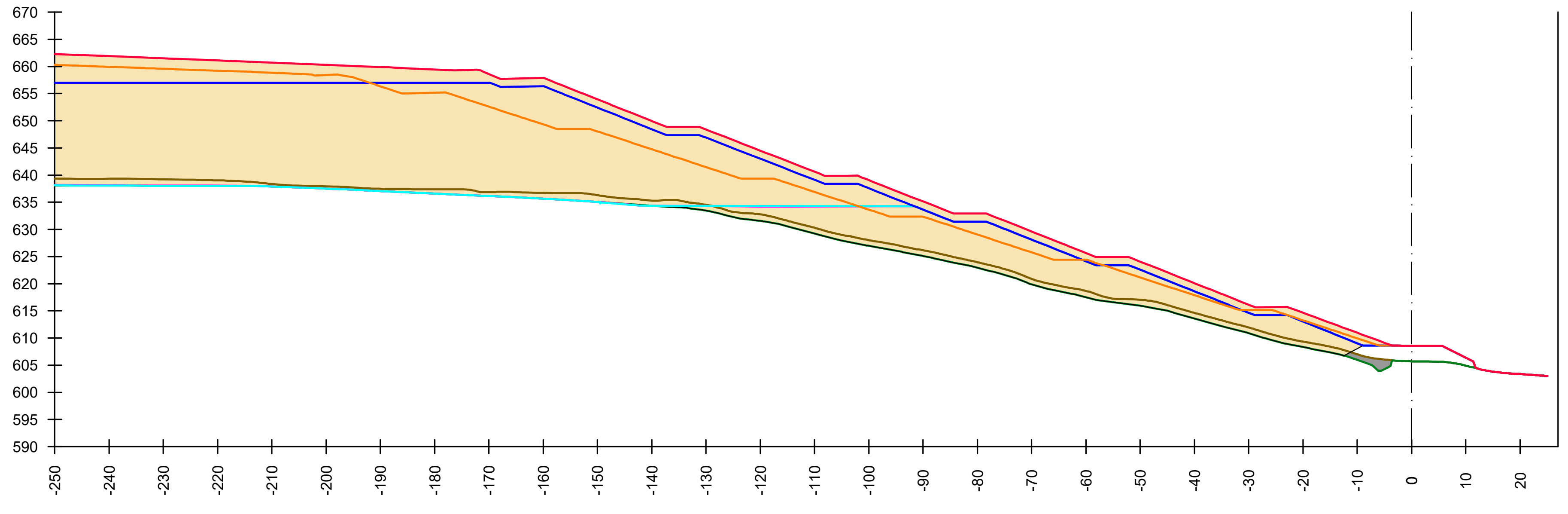
P.K.: 0+200,00



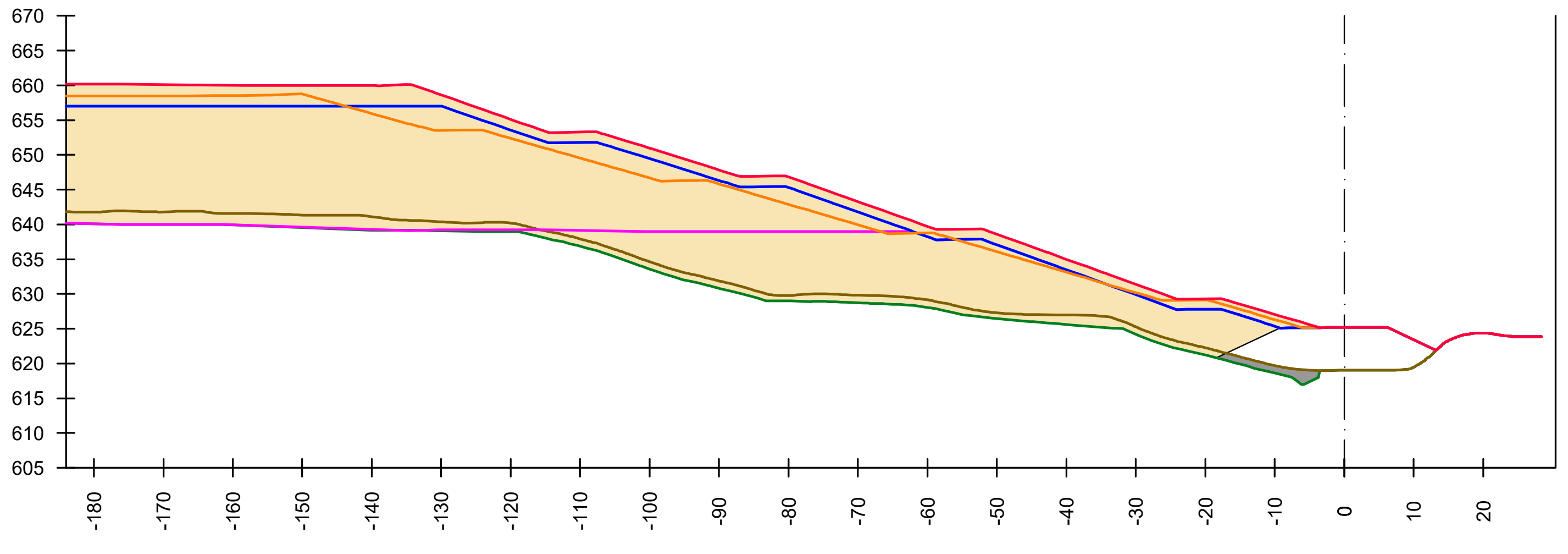
P.K.: 0+600,00



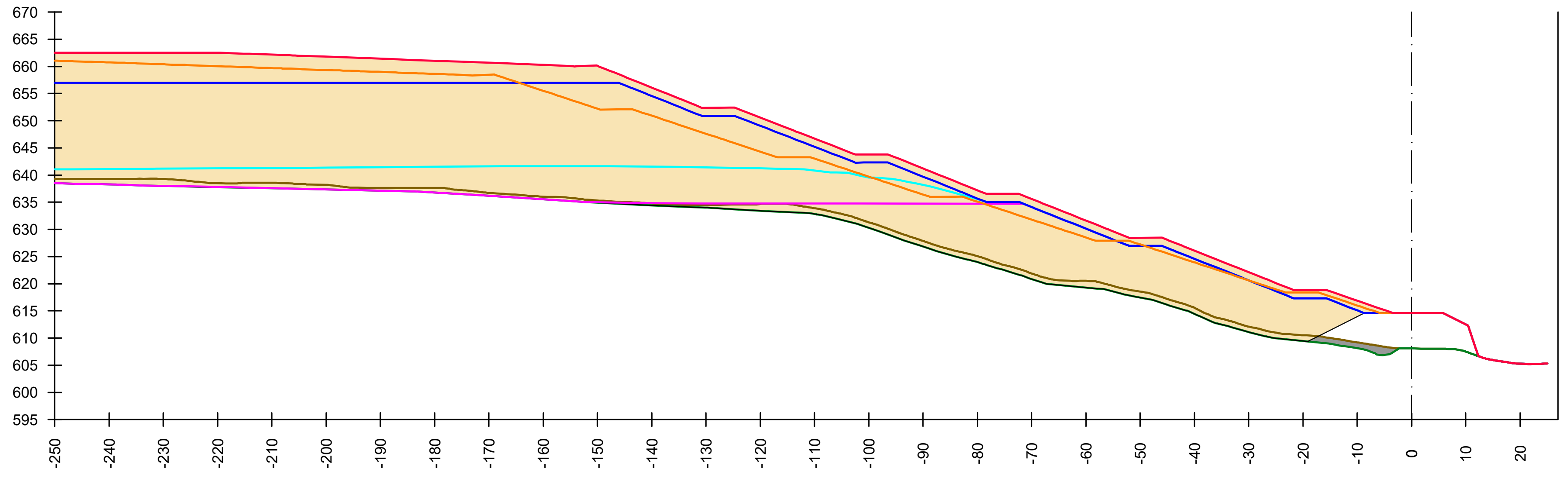
P.K.: 0+300,00

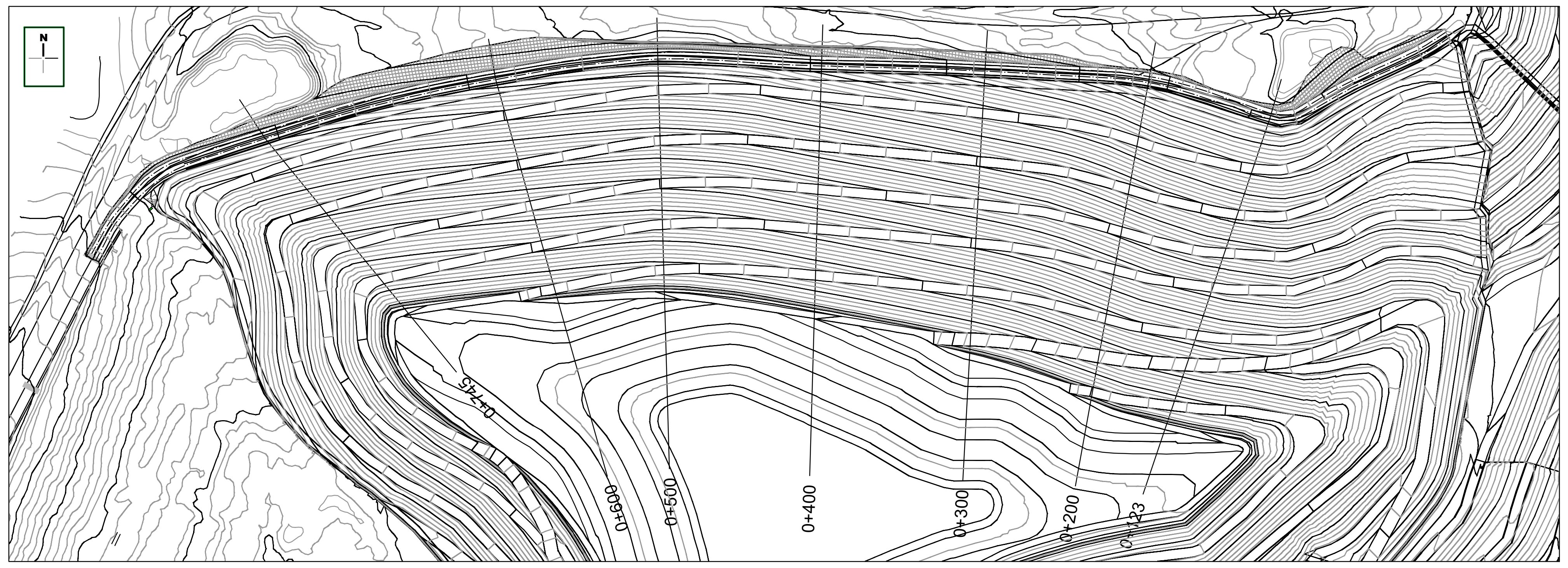


P.K.: 0+745,40



P.K.: 0+400,00





—	MODELO SELLADO FINAL
—	MODELO PERFILADO REGULARIZACIÓN
—	MODELO PERFILADO ETAPA 3
—	MODELO PERFILADO ETAPA 2
—	MODELO PERFILADO ETAPA 1
—	MODELO RETIRADA TIERRA VEGETAL
—	MODELO RECRECIDO VIARIO
—	MODELO TOPOGRAFIA MAYO 2024
■	TERRAPLEN
▨	DESMONTE

TITULAR

MANCOMUNIDAD DEL SUR

FECHA : NOVIEMBRE 2025

DIBUJADO:

PROYECTO

PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA FASE II MEDIANTE EL RECRECIDO DEL VIARIO PERIMETRAL EN EL DEPÓSITO CONTROLADO DE COLA DE LA MANCOMUNIDAD DE GESTIÓN DE RESIDUOS DEL SUR EN COMPLEJO AMBIENTAL LA MARAÑOSA

REF. CAD:

SUSTITUYE A:

PLANO

MODELO DE EXPLOTACIÓN
PERFILES TRANSVERSALES

ESCALA : *A1 - A3*

1 / 1000 - 1 / 500

0 10 20 Metros

CONSULTORIA:

Uxama
Ingeniería y Arquitectura S.L.

AUTOR DEL PROYECTO

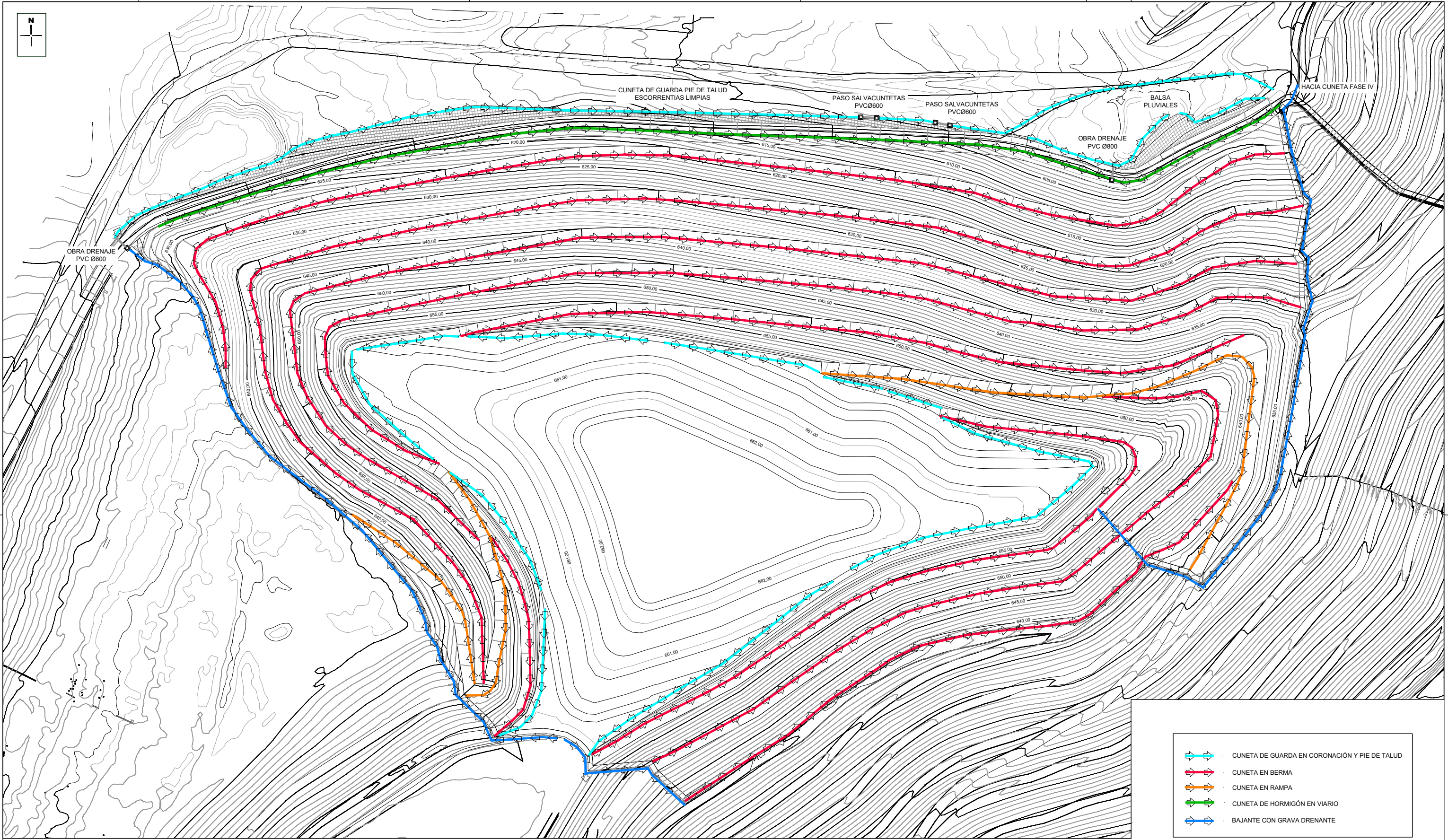
Fdo.: Luis Fco. Plaza Beltrán
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado nº. 12.830

Nº PLANO :

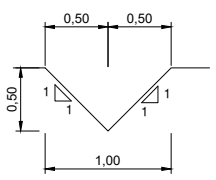
12.4

hoja 1 de 1

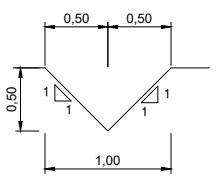
FICHERO: 07UX0825_02-14 AMPLIACION VERTEDERO FASE 2_RV01.DWG


N
CUNETA DE GUARDA PIE DE TALUD
ESCORRENTIAS LIMPIAS
PASO SALVACUNTETAS
PVCØ600
PASO SALVACUNTETAS
PVCØ600
BALSA
PLUVIALES
HACIA CUNETA FASE IV
OBRA DRENAJE
PVC Ø800
OBRA DRENAJE
PVC Ø800
620,00
615,00
610,00
605,00
625,00
630,00
635,00
640,00
645,00
650,00
655,00
661,00
662,00
CUNETA DE GUARDA EN CORONACIÓN Y PIE DE TALUD
CUNETA EN BERMA
CUNETA EN RAMPA
CUNETA DE HORMIGÓN EN VIARIO
BAJANTE CON GRAVA DRENANTE

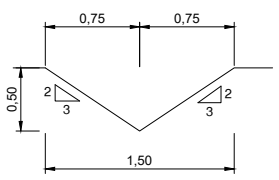
CUNETA TIPO 1
(guarda en coronación)


0,50
0,50
0,50
1
1
1
1
1,00

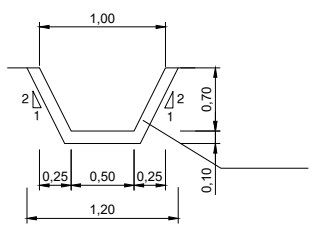
CUNETA TIPO 2
(cuneta en bermas)


0,50
0,50
0,50
1
1
1
1
1,00

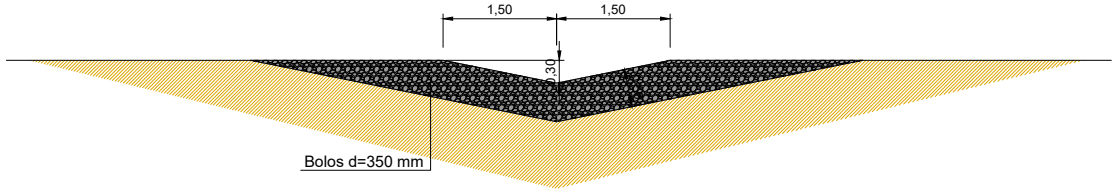
CUNETA TIPO 3
(cuneta en rampa)


0,75
0,75
0,50
2
3
2
3
1,50

CUNETA TIPO 4
(cuneta revestida en hormigón)


1,00
2
1
2
1
0,70
0,10
0,25
0,50
0,25
1,20

BAJANTE EN TALUDES


1,50
1,50
0,30
Bolos d=350 mm

FICHERO: 07UX0825 _02-14 AMPLIACION VERTEDERO FASE 2_RV01.DWG

TITULAR

MANCOMUNIDAD DEL SUR

FECHA : NOVIEMBRE 2025

DIBUJADO:

PROYECTO

PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA FASE II MEDIANTE EL RECRECIDO DEL VIARIO PERIMETRAL EN EL DEPÓSITO CONTROLADO DE COLA DE LA MANCOMUNIDAD DE GESTIÓN DE RESIDUOS DEL SUR EN COMPLEJO AMBIENTAL LA MARAÑOSA

REF. CAD:

SUSTITUYE A:

PLANO

PLANTA DE EVACUACIÓN DE ESCORRENTIAS
FINAL DE EXPLOTACIÓN

ESCALA : A1 - A3

1 / 1250 - 1 / 625

0 10 20 Metros

CONSULTORIA:

Uxama
Ingeniería y Arquitectura S.L.

AUTOR DEL PROYECTO

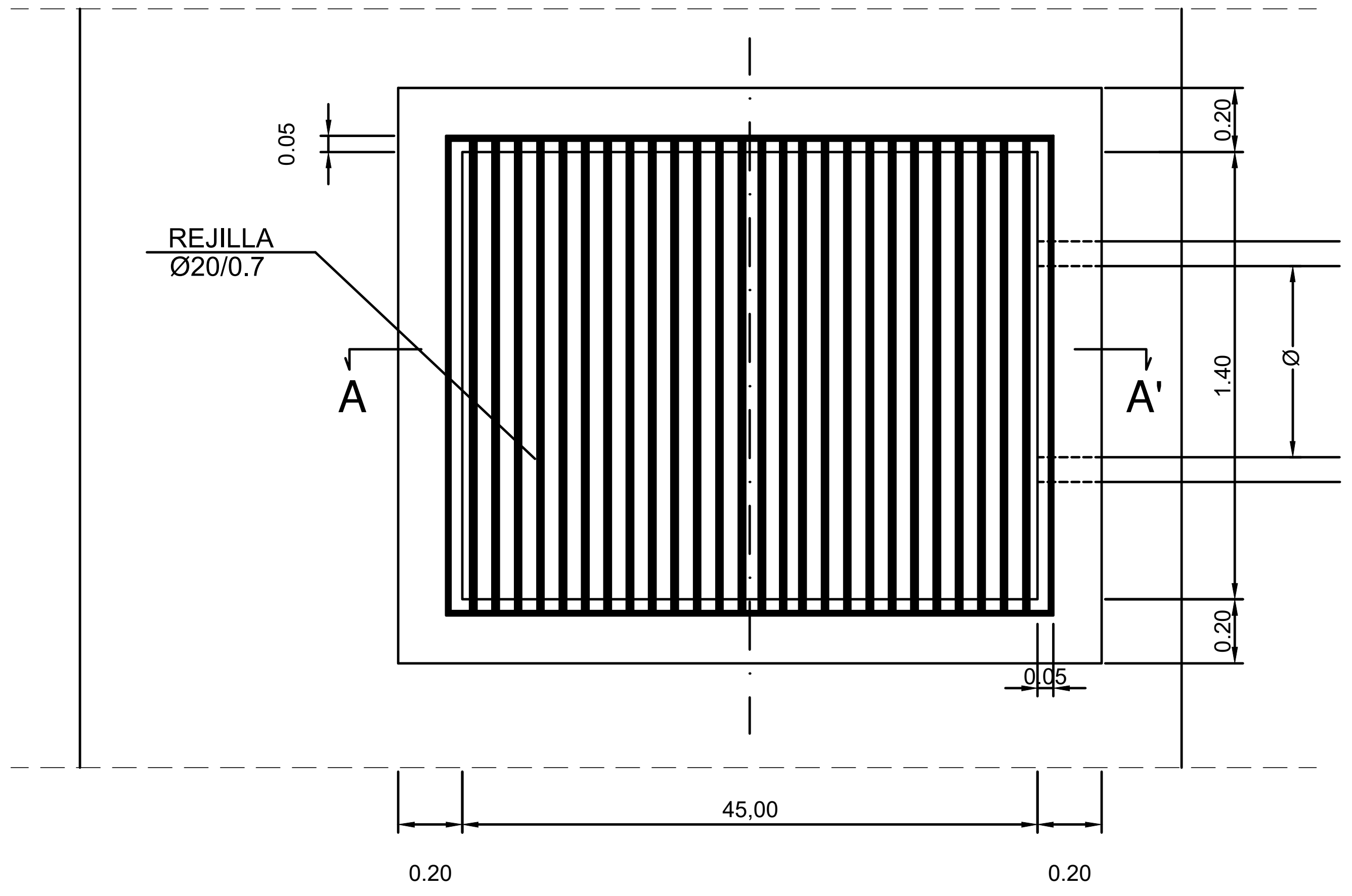
Fdo.: Luis Fco. Plaza Beltrán
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado nº. 12.830

Nº PLANO :

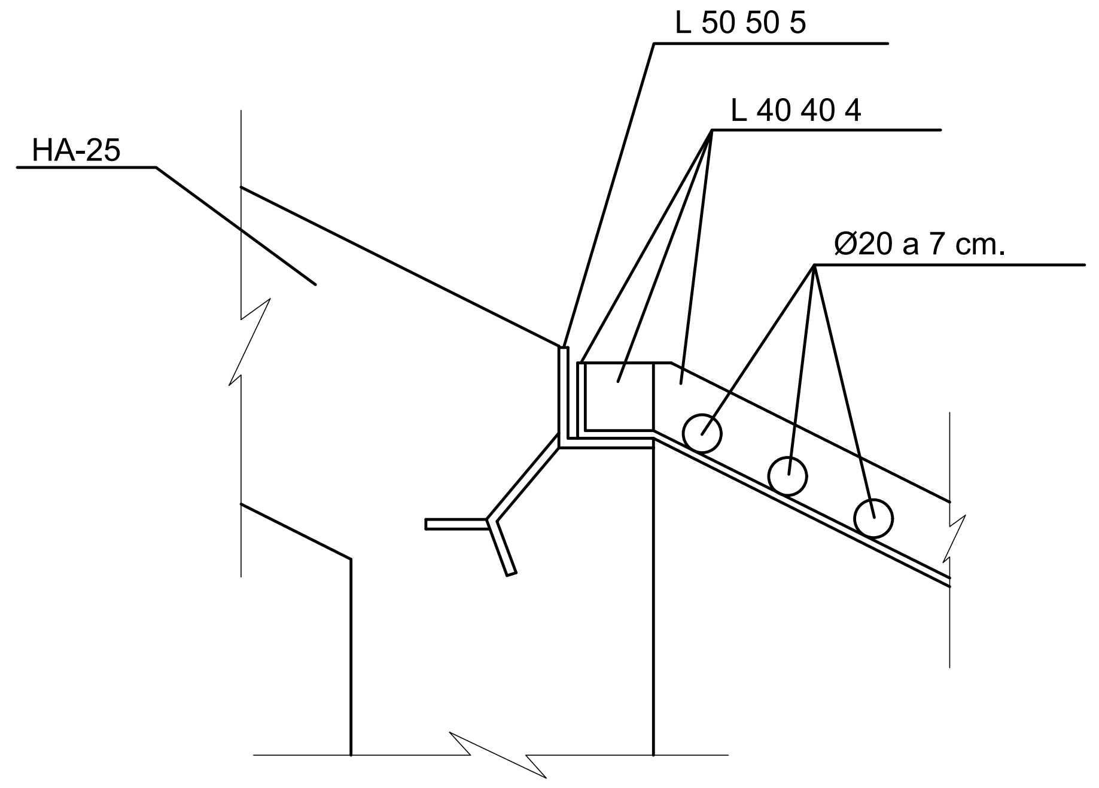
13.1

ARQUETA PARA CUNETA CON COLECTOR

E=1:40 (COTAS EN m)

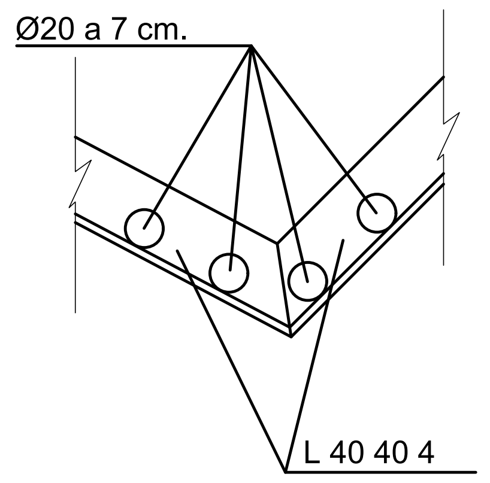

0.05
REJILLA
Ø20/0.7
A
A'
0.20
1.40
Ø
0.20
0.05
45,00
0.20
0.20

PLANTA


L 50 50 5
L 40 40 4
HA-25
Ø20 a 7 cm.

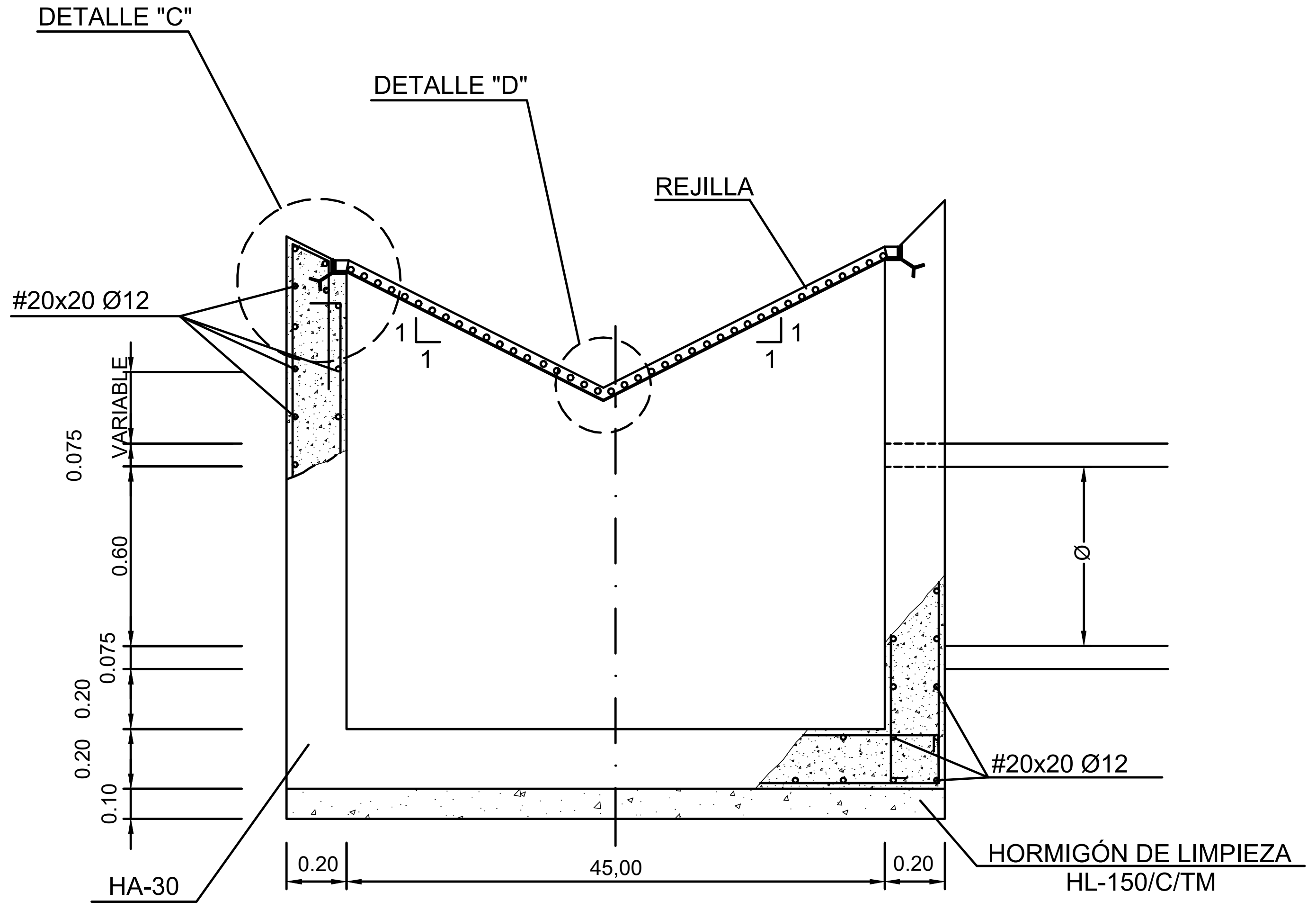
DETALLE "C"

S/E


Ø20 a 7 cm.
L 40 40 4

DETALLE "D"

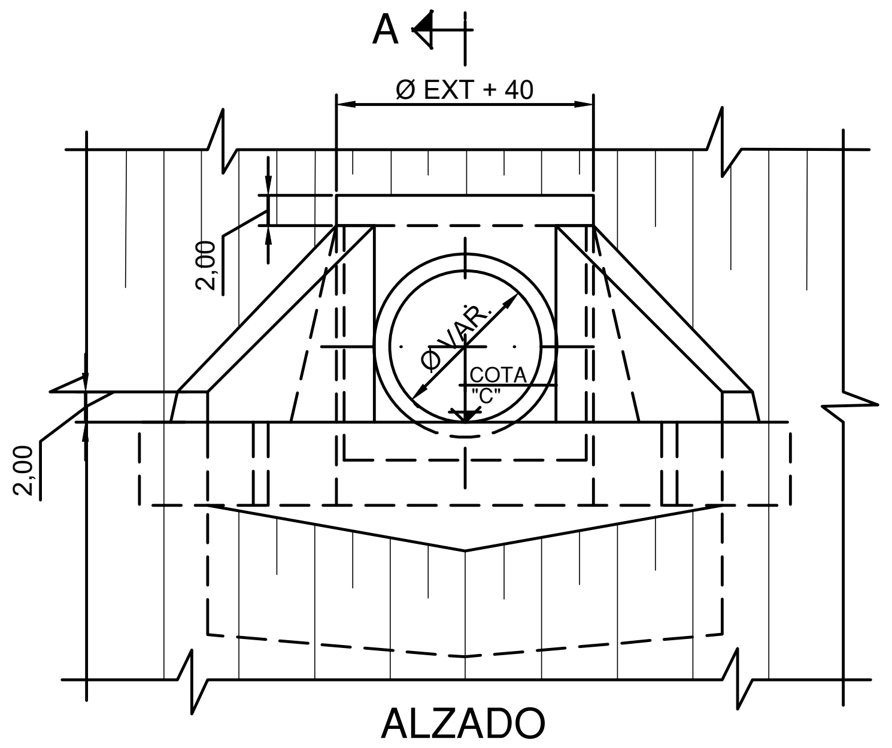
S/E


DETALLE "C"
DETALLE "D"
REJILLA
#20x20 Ø12
1
1
1
1
VARIABLE
0.075
0.60
0.075
0.20
0.20
0.10
Ø
#20x20 Ø12
HORMIGÓN DE LIMPIEZA
HL-150/C/TM
HA-30
0.20
45,00
0.20

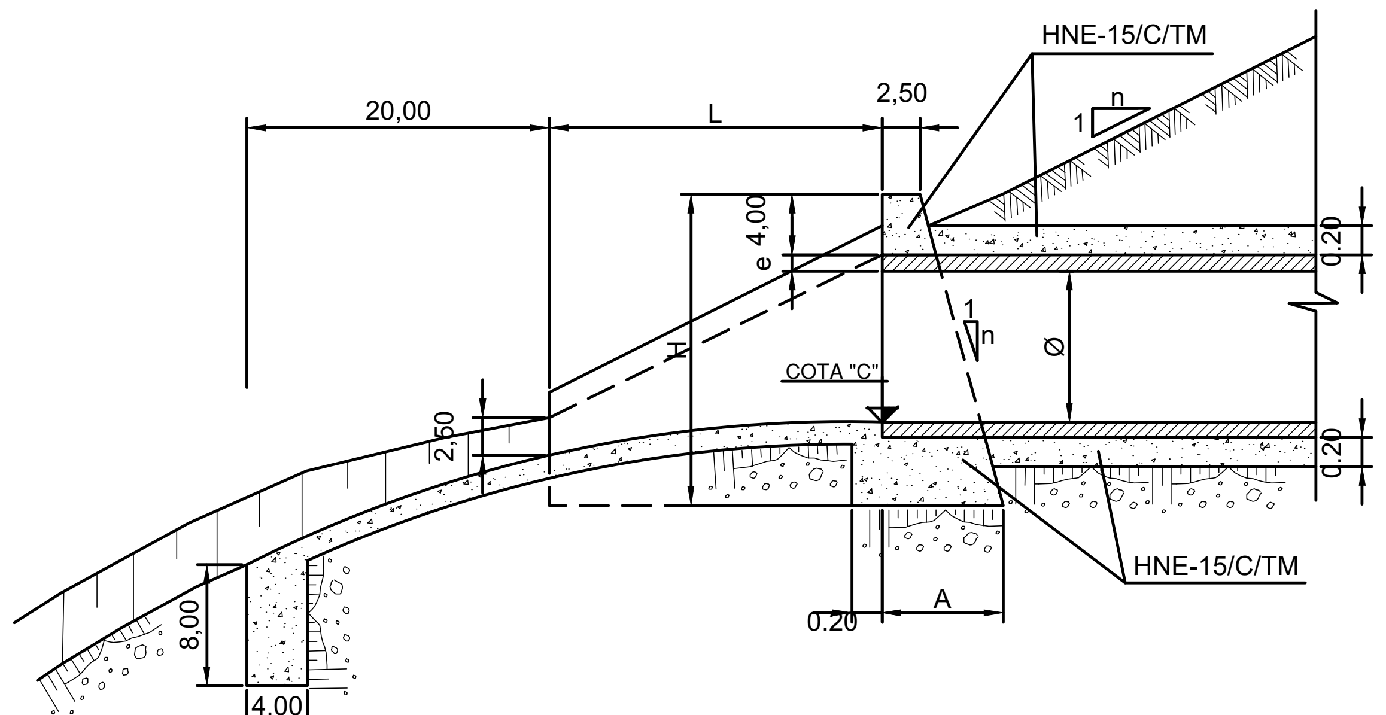
SECCIÓN A-A'
CON ARENERO

BOQUILLA TIPO-A
(CON ENTRADA O SALIDA SOBRE TERRENO)

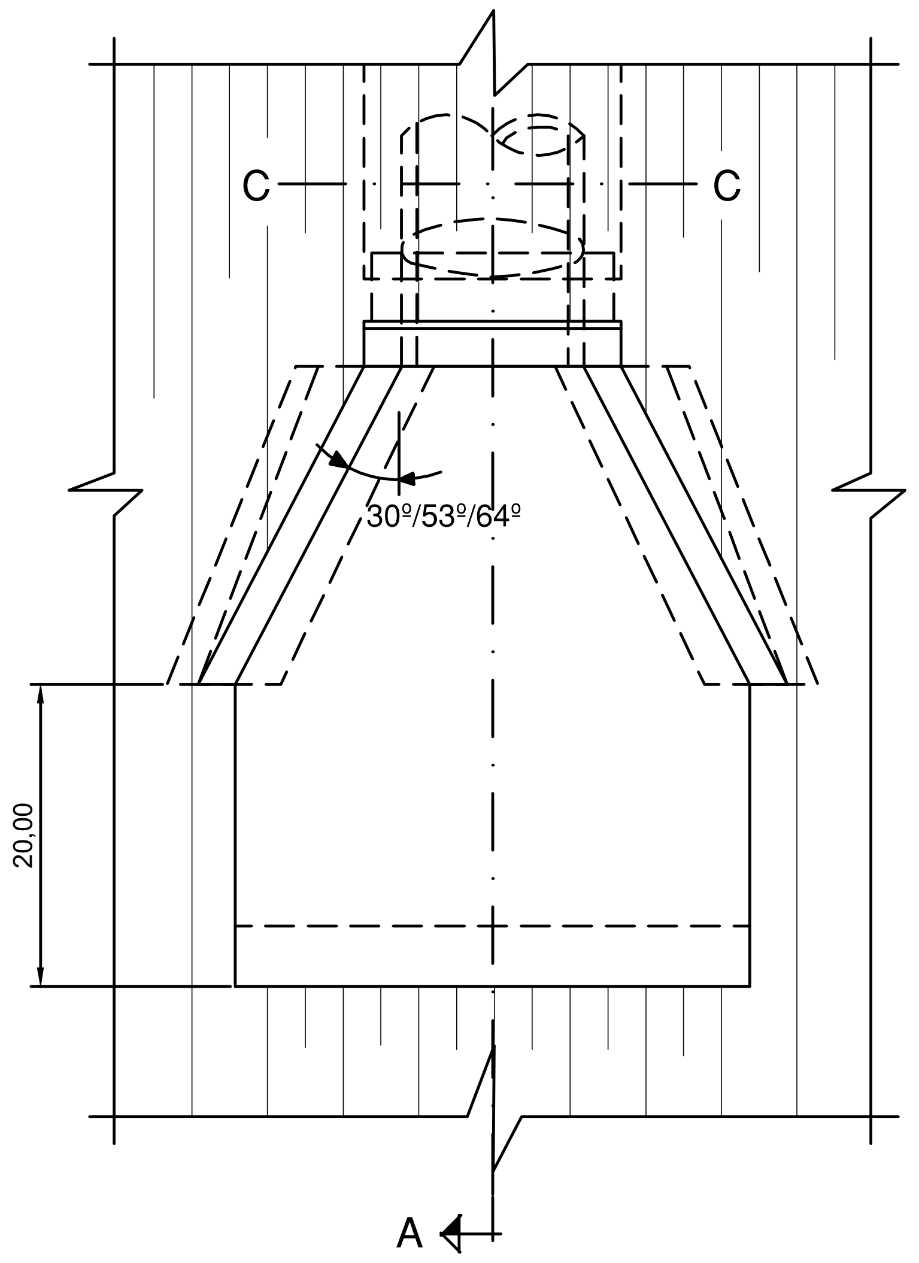
ESCALA 1:100 COTAS EN m


A
Ø EXT + 40
2,00
ØVAR
COTA "C"
2,00

ALZADO


HNE-15/C/TM
20,00
L
2,50
1
n
4,00
e
H
1
n
Ø
COTA "C"
0.20
0.20
2,50
8,00
4,00
0.20
A
HNE-15/C/TM

SECCIÓN A-A


C
C
30º/53º/64º
20,00
A

PLANTA

TITULAR

MANCOMUNIDAD DEL SUR

FECHA : NOVIEMBRE 2025

DIBUJADO:

PROYECTO

PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA FASE II MEDIANTE EL RECRECIDO DEL VIARIO PERIMETRAL EN EL DEPÓSITO CONTROLADO DE COLA DE LA MANCOMUNIDAD DE GESTIÓN DE RESIDUOS DEL SUR EN COMPLEJO AMBIENTAL LA MARAÑOSA

REF. CAD:

SUSTITUYE A:

PLANO

PLATA DE EVACUACIÓN DE ESCORRENTIAS
DETALLES

ESCALA : A1 - A3

1 / 500 - 1 / 250

0 10 20 Metros

CONSULTORIA:

Uxama
Ingeniería y Arquitectura S.L.

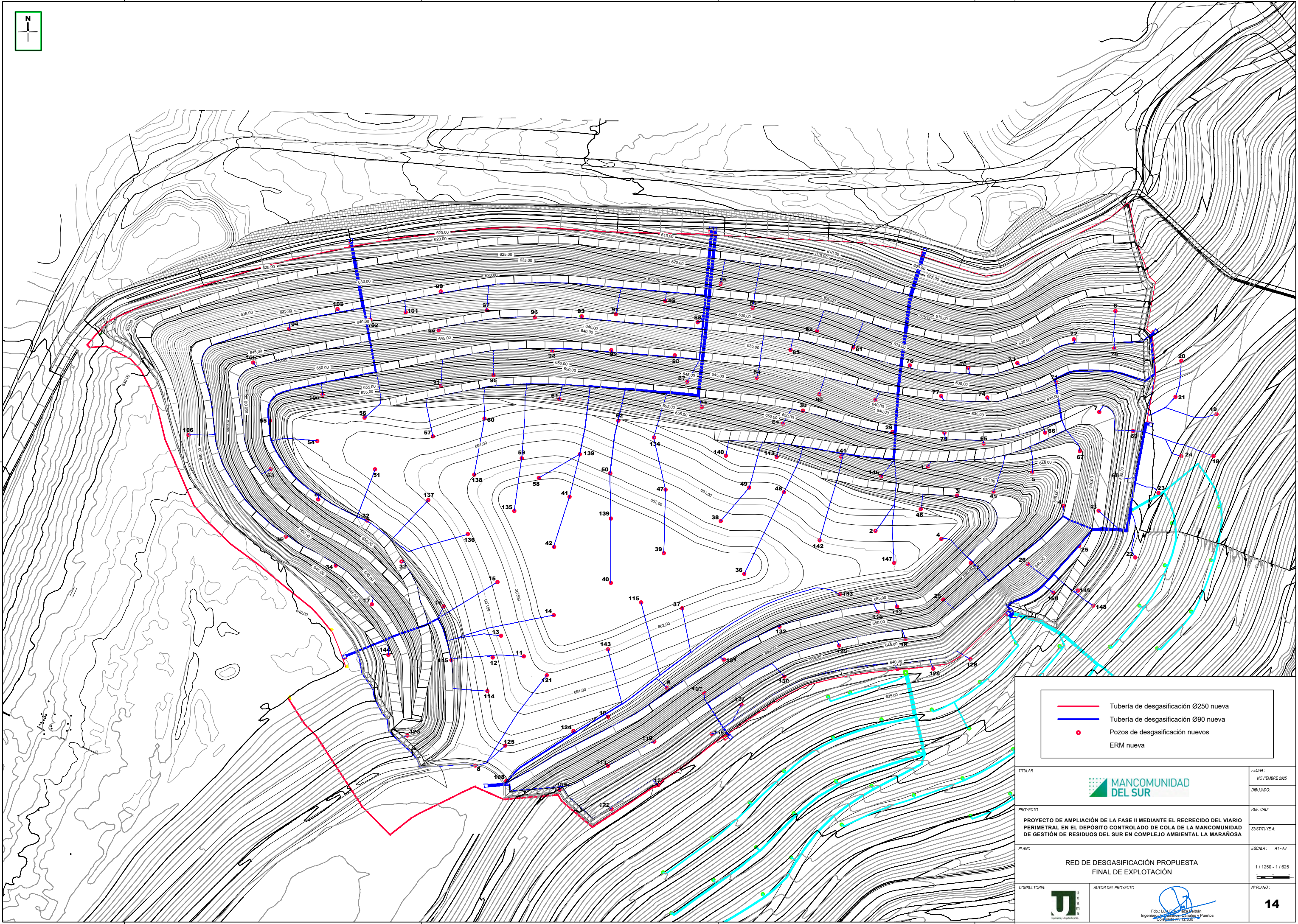
AUTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Luis Fco. Plaza Beltrán
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado nº. 12.830

Nº PLANO :

13.2

FICHERO: 07UX0925_02-14 AMPLIACION VERTEDERO FASE 2_RV01.DWG



🟥	Tubería de desgasificación Ø250 nueva
🟦	Tubería de desgasificación Ø90 nueva
●	Pozos de desgasificación nuevos
	ERM nueva

TITULAR

MANCOMUNIDAD DEL SUR

FECHA :
NOVIEMBRE 2025

DIBUJADO:

PROYECTO

PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA FASE II MEDIANTE EL RECRECIDO DEL VIARIO PERIMETRAL EN EL DEPÓSITO CONTROLADO DE COLA DE LA MANCOMUNIDAD DE GESTIÓN DE RESIDUOS DEL SUR EN COMPLEJO AMBIENTAL LA MARAÑOSA

REF. CAD:

SUSTITUYE A:

PLANO

RED DE DESGASIFICACIÓN PROPUESTA
FINAL DE EXPLOTACIÓN

ESCALA : A1 - A3

1 / 1250 - 1 / 625

0 10 20 Metros

CONSULTORIA:

Uxama
Ingeniería y Arquitectura S.L.

AUTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Luis Fco. Plaza Beltrán
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado nº: 12.830

Nº PLANO :

14

FICHERO: 07UX0825 _02-14 AMPLIACION VERTEDERO FASE 2_RV01.DWG

DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

DOCUMENTO Nº3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

CAPITULO I DISPOSICIONES GENERALES 4
1. OBJETO DEL PLIEGO 4
2. DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS Y PRELACIÓN ENTRE ELLOS 4
3. OMISIONES O ERRORES 4
4. INSTRUCCIONES, NORMAS Y DISPOSICIONES APLICABLES 5
5. PRECAUCIONES ESPECIALES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS 6
6. OBLIGACIONES LABORALES DEL CONTRATISTA 6
7. MODIFICACIONES DEL PROYECTO 7
8. SEÑALIZACIÓN DE LAS OBRAS DURANTE SU EJECUCIÓN 7
9. PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE 8
10. FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN 9
11. SUBCONTRATISTAS O DESTAJISTAS 9
12. MAQUINARIA E INSTALACIONES DE OBRA 9
13. OTROS GASTOS DE CUENTA DEL CONTRATISTA 10
14. CONTROL DE CALIDAD. ENSAYOS A REALIZAR DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS 10
15. AUTOCONTROL DEL CONTRATISTA Y CONTROL DE LA DIRECCIÓN 11
16. NECESIDAD DE REPRESENTANTE DEL CONTRATISTA 12
17. MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS 12
18. COMPROBACIÓN DEL REPLANTEO Y PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS 12
19. RECEPCIÓN DE LAS OBRAS Y PLAZO DE GARANTÍA 13
CAPITULO II: CONDICIONES QUE DEBEN REUNIR LOS MATERIALES 14
20. PRESCRIPCIONES GENERALES 14
21. MATERIALES NO INCLUIDOS EN EL PRESENTE PLIEGO 14
22. EXÁMENES Y PRUEBAS DE LOS MATERIALES 14
23. MATERIALES QUE NO REÚNAN LAS CONDICIONES DE ESTE PLIEGO 14
24. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA 15
25. MATERIALES DE PRÉSTAMOS O PROCEDENTES DE EXCAVACIÓN A EMPLEAR EN RELLENOS Y TERRAPLENES 15
26. ARCILLAS 17
27. RELLENOS LOCALIZADOS 19
28. HORMIGONES EN GENERAL 19
29. ENCOFRADOS 20
30. TUBERÍAS PARA DESGASIFICACIÓN 20

31. PIEZAS ESPECIALES Y VÁLVULAS....................21
32. RELLENOS DE GRAVA....................22
33. GEOMEMBRANAS DE LÁMINAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD)....................24
34. GEOCOMPUESTOS IMPERMEABILIZANTES....................28
35. GEOCOMPUESTOS DRENANTES....................28
36. GEOTEXTILES....................30
37. ZAHORRA ARTIFICIAL....................33
38. REGULARIZACIÓN Y TIERRAS DE COBERTURA....................34
39. SUELO PARA FORMACIÓN DE TIERRA VEGETAL....................36
40. ESCOLLERA EN PIE DE TALUD....................36
41. MATERIALES NO INCLUIDOS EN EL PRESENTE PLIEGO....................37
CAPITULO III: EJECUCIÓN DE LAS OBRAS....................38
42. CONDICIONES GENERALES....................38
43. REPLANTEO DE LAS OBRAS....................39
    43.1. ACTA DE COMPROBACIÓN DEL REPLANTEO....................39
    43.2. COMPROBACIÓN DEL REPLANTEO....................39
    43.3. PLAN DE OBRA....................40
44. EXCAVACIÓN EN ZANJAS....................40
45. DESMONTES Y RELLENOS PARA REGULARIZAR LA PLATAFORMA DE VERTIDO....................41
46. TERRAPLENES Y TIERRAS DE COBERTURA....................42
47. RELLENOS LOCALIZADOS....................44
48. TRANSPORTE A ZONA DE ACOPIOS O A LUGAR DE EMPLEO....................46
49. BASES GRANULARES DE ZAHORRA....................47
50. EXTENDIDO Y COMPACTADO DE TONGADAS DE ARCILLA....................48
51. COLOCACIÓN DE LAS LÁMINAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD)....................50
52. CAPA DE DRENAJE GRANULAR....................53
53. GEOTEXTILES....................54
54. GEOCOMPUESTOS IMPERMEABILIZANTES....................54
55. GEOCOMPUESTOS DRENANTES....................55
56. CONTROL DE CALIDAD DE GEOSINTÉTICOS....................55
57. TIERRA VEGETAL A PARTIR DE SUELOS MEZCLADOS CON BIOESTABILIZADO....................60
58. ENMIENDAS ORGÁNICAS DE MATERIAL BIOESTABILIZADO....................61
59. MEZCLAS DE SEMILLAS PARA LA HIDROSIEMBRA....................63
60. EJECUCIÓN DE ESCOLLERA EN PIE DE TALUD....................63
CAPITULO IV: MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS....................64
61. NORMAS GENERALES....................64
62. ABONO DE OBRAS INCOMPLETAS O DEFECTUOSAS....................65
63. EXCESOS INEVITABLES....................65
64. PARTIDAS ALZADAS....................65

65. EXCAVACIÓN EN ZANJAS 66
66. EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO....66
67. TRANSPORTE DE TIERRAS....66
68. TERRAPLENES Y RELLENOS LOCALIZADOS 66
69. CAPAS DE ZAHORRAS 66
70. OBRAS EN HORMIGÓN EN MASA Y ARMADO....66
71. TUBERÍAS 66
72. LÁMINAS, GEOTEXTILES, BENTONITAS Y GEODRENES....67
73. CUNETAS Y BAJANTES PARA EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES 67
74. MURO DE ESCOLLERA 67
75. UNIDADES NO CONTEMPLADAS EN EL PLIEGO 67

DOCUMENTO Nº3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

CAPITULO I DISPOSICIONES GENERALES

1. OBJETO DEL PLIEGO

El presente Pliego tiene por objeto definir las obras y fijar las condiciones técnicas y económicas que han de regir en el Proyecto para la Ampliación de la Fase II en del Depósito Controlado de cola de la Mancomunidad de Gestión de Residuos del Sur en el Complejo Ambiental La Marañosa.

2. DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS Y PRELACIÓN ENTRE ELLOS

El Pliego de Condiciones establece la definición de las obras en cuanto a su naturaleza y características físicas y mecánicas.

Los Planos constituyen los documentos gráficos que definen las obras geométricamente.

En caso de contradicciones e incompatibilidades entre los documentos del presente Proyecto se debe tener en cuenta lo siguiente:

- El documento nº 2, Planos, tiene prelación sobre los demás documentos del proyecto en lo que a dimensionamiento se refiere, en caso de incompatibilidad entre los mismos.

- El documento nº 3, Pliego de Condiciones, tiene prelación sobre los demás en lo que se refiere a los materiales a emplear, ejecución, medición y valoración de la obra.

- El Cuadro de Precios nº 1, tiene prelación sobre cualquier otro documento en lo que se refiere al precio de cada unidad de obra.

- En cualquier caso, los documentos del proyecto tienen preferencia respecto a las disposiciones de carácter general.

3. OMISIONES O ERRORES

Lo mencionado en el Pliego de Condiciones y omitido en los Planos, o viceversa, habrá de ser considerado como si estuviese expuesto en ambos documentos, siempre que la unidad de obra esté perfectamente definida en uno u otro documento y que tenga precio en el presupuesto.

Las omisiones en Planos y Pliego de Condiciones, o las descripciones erróneas en los detalles de la obra que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuestos en dichos documentos, o que, por uso o costumbre, deberían ser realizados, no sólo no eximen al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra omitidos o erróneamente descritos, sino que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si hubieran sido completa y correctamente especificados en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas.

4. INSTRUCCIONES, NORMAS Y DISPOSICIONES APLICABLES

Serán de aplicación, en su caso, como supletorias y complementarias de las contenidas en este Pliego las disposiciones que a continuación se relacionan, en cuanto no modifiquen ni se opongan a lo que en él se especifica:

- Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- Normas de ensayo del Laboratorio de Geotecnia y del Centro de Estudios de Carreteras, así como del Laboratorio Central de Estructuras y Materiales del Cedex.
- Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma 5.2-IC de Drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras.
- Corrección de errores de la Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma 5.2-IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras.
- Resolución de 26 de marzo de 2018, de la Dirección General de Carreteras, por la que se actualizan determinadas tablas de la norma 5.2 IC sobre drenaje superficial de la instrucción de carreteras.
- Norma 8.3-IC y Orden Circular 301/89T sobre Señalización de Obras. Septiembre 1987. Ministerio de Fomento.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de Cementos (RC-16).
- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural
- Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSE-02), aprobada por Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, aprobado por Decreto 842/2002 del Ministerio de Ciencia y Tecnología, de 2 de agosto, e Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-BT, así como las modificaciones y ampliaciones aprobadas con posterioridad.
- Normativa sobre Seguridad y Salud en el Trabajo y Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 26/2007 de 23 de octubre de Responsabilidad Medioambiental.
- Real Decreto 100/2011 de 28 de enero por el que se actualiza el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmosfera y se establecen las disposiciones básicas para su aplicación
- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.

- Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014.
- Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.
- Real Decreto 817/2009, de 8 de mayo, por el que se desarrolla parcialmente la Ley 30/2007, de 30 de octubre, de Contratos del Sector Público
- Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares que se establezcan para la contratación de las obras correspondientes a este proyecto.

5. PRECAUCIONES ESPECIALES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

La ejecución de toda clase de excavaciones o perfilados del terreno se efectuará adoptando cuantas precauciones sean necesarias para no alterar la estabilidad del terreno y edificios colindantes, entibando donde sea necesario.

6. OBLIGACIONES LABORALES DEL CONTRATISTA

El Contratista viene obligado a observar fielmente en el desarrollo y ejecución de las obras cuanto se recoge en las siguientes disposiciones:

- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, aprobada por O.M. de 9 de enero de 1971, del Ministerio de Trabajo, en los artículos no derogados o que se opongan a la normativa posterior a partir del año 1995.
- Ordenanza Laboral de la Construcción, Vidrio y Cerámica, aprobada por O.M. de 28 de agosto de 1970, del Ministerio de Trabajo, en los artículos no derogados o que se opongan a la normativa posterior a partir del año 1995.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Reglamento de los Servicios de Prevención, aprobado por Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.

- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción, modificado por Reales Decretos 2177/2004, de 12 de noviembre, y 604/2006, de 19 de mayo.
- Demás Disposiciones Oficiales relativas a la Seguridad, Salud y Medicina en el Trabajo que puedan afectar a los trabajos que se realicen en la obra.

El Contratista será responsable del cumplimiento de lo dispuesto en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y demás disposiciones de la legislación laboral sobre el trabajo y la seguridad del personal a su cargo.

En todo caso observará cuanto el Director Facultativo encargado de la obra crea oportuno dictarle encaminado a evitar accidentes, tanto del personal a su cargo como del público en general, sin que esto exima en ningún caso la responsabilidad del Contratista.

En particular establecerá los sistemas de señalización durante la ejecución, así como los necesarios para la explotación, haciendo referencia a los peligros y limitaciones existentes mediante las oportunas señales.

7. MODIFICACIONES DEL PROYECTO

Respecto a las posibles modificaciones del Proyecto se estará a lo dispuesto en la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014.

8. SEÑALIZACIÓN DE LAS OBRAS DURANTE SU EJECUCIÓN

La señalización de las obras durante su ejecución se hará de acuerdo con lo estipulado por la Norma de Carreteras 8.3-IC, aprobada por O.M. de 31 de agosto de 1987, así como con la normativa al efecto del Ayuntamiento de la localidad en que ubican las obras comprendidas en el proyecto.

Esta señalización, de cuenta del Contratista, será fijada por la Dirección de las obras de acuerdo con lo indicado en las Prescripciones Técnicas Generales. Serán de cuenta y responsabilidad del Contratista el establecimiento, vigilancia y conservación de las señales que sean necesarias durante el desarrollo de las obras, conforme a las disposiciones vigentes en el momento de la construcción.

El Contratista señalará la existencia de zanjas abiertas, impedirá el acceso a ellas a todas las personas ajenas a la obra, y vallará toda zona peligrosa, debiendo establecer la vigilancia necesaria, en especial por la noche, para evitar daños a las personas que por cualquier causa, hayan de atravesar la zona en obras.

El Contratista será responsable de cuantos daños o perjuicios puedan ocasionarse con motivo de la ejecución de la obra, siendo de su cuenta las indemnizaciones que por los mismos correspondan.

9. PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

El Contratista estará obligado a evitar la contaminación del aire, cursos de agua, embalses, cultivos y, en general, cualquier clase de bien público o privado que pudiera producir la ejecución de las obras, la explotación de canteras, los talleres y demás instalaciones auxiliares, aunque estuvieran situadas en terrenos de su propiedad. Los límites de contaminación admisibles serán los definidos como tolerables, en cada caso, por las disposiciones vigentes o por la Autoridad competente.

El Contratista estará obligado a cumplir las órdenes del Director de las Obras para mantener los niveles de contaminación, dentro de la zona de obras, bajo los límites establecidos por la normativa vigente.

En particular, se evitará la contaminación atmosférica por la emisión de polvo en las operaciones de transporte y manipulación del cemento, en los procesos de producción de árido y clasificación de terrenos, y en la perforación en seco de las rocas.

Asimismo, se evitará la contaminación de las aguas superficiales por el vertido de aguas sucias, en particular procedentes del lavado de áridos y del tratamiento de arenas, del lavado de los tajos de hormigonado, y de los trabajos de inyección de cementos y de las fugas de éstas.

La contaminación producida por los ruidos ocasionados por la ejecución de las obras, se mantendrá dentro de los límites de frecuencia e intensidad tales que no resulten nocivos para las personas ajenas a la obra ni para las personas afectas a las mismas, según sea el tiempo de permanencia continuada bajo el efecto del ruido o la eficacia de la protección auricular adoptada, en su caso.

En cualquier caso, la intensidad de los ruidos ocasionados por la ejecución de las obras se mantendrá dentro de los límites admitidos por la normativa vigente.

Todos los gastos que origine la adopción de las medidas y trabajos necesarios para el cumplimiento de lo establecido en el presente Artículo, serán a cargo del Contratista, por lo que no serán de abono directo, a excepción de lo que se menciona a continuación:

El Contratista llevará a cabo una adecuada gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD) que se generen como consecuencia de las obras, en cumplimiento del Real Decreto 105/2008, que regula su producción y gestión,

Para ello contará con la partida económica prevista en el presupuesto del contrato.

10. FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN

El adjudicatario proporcionará al Ingeniero Director de las Obras o a sus representantes toda clase de facilidades para los replanteos, reconocimientos y mediciones, así como para la inspección de mano de obra en todos los trabajos con objeto de comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas en este Pliego, permitiendo, en todo momento el libre acceso a todas las partes de la obra, incluso los talleres-fábricas donde se produzcan y preparen los materiales o se realicen trabajos para las obras.

Serán de cuenta del Contratista los gastos de inspección y vigilancia de las obras.

11. SUBCONTRATISTAS O DESTAJISTAS

El Adjudicatario o Contratista podrá dar a destajo o en subcontrato cualquier parte de la obra, pero con la previa autorización del Ingeniero Director de las obras.

El Ingeniero Director de las obras está facultado para decidir la exclusión de un destajista por ser el mismo incompetente o no reunir las necesarias condiciones. Comunicada esta decisión al Contratista, éste deberá tomar las medidas precisas e inmediatas para la rescisión de este trabajo.

El Contratista será siempre el responsable ante las Administraciones competentes en la materia, de todas las actividades del destajista y de las obligaciones derivadas del cumplimiento de las condiciones expresadas en este Pliego.

12. MAQUINARIA E INSTALACIONES DE OBRA

La maquinaria e instalaciones de obra serán las propuestas en el Plan General de ejecución de la obra.

El Contratista se compromete a utilizar la maquinaria propuesta y si en algún caso, por las razones que fuera, tuviese que variar alguna de las citadas máquinas propuestas, no podrá hacerlo sin autorización del Técnico Encargado.

El Contratista se compromete a conservar en buen estado de funcionamiento y seguridad la maquinaria, equipos o instalaciones necesarias para la ejecución de las obras, debiendo cumplirse las normas vigentes de seguridad.

13. OTROS GASTOS DE CUENTA DEL CONTRATISTA

Serán de cuenta del Contratista los gastos de replanteo y de liquidación de las obras, los de las construcciones auxiliares y provisionales, los de alquiler o adquisición de terrenos para depósitos de maquinaria y materiales, los de protección de materiales y de la propia obra contra todo deterioro, daño o incendio, cumpliendo los requisitos vigentes para el almacenamiento de explosivos y carburantes; los de limpieza y evacuación de desperdicios y basuras; los de retirada a fin de obra de las instalaciones para el suministro de agua y energía eléctrica necesaria para la ejecución de las obras, así como la adquisición de dichas agua y energía, los de retirada de materiales rechazados y corrección de las deficiencias observadas y puestas de manifiesto por los correspondientes ensayos y pruebas, y los de apertura o habilitación para el acceso y transporte de materiales al lugar de las obras.

Asimismo, serán de cuenta del Contratista los gastos necesarios para reponer el terreno natural a unas condiciones similares a las existentes previamente a las obras, con excepción de lo previsto en los Cuadros de Precios y Presupuesto, de manera que al final de ellas no exista merma apreciable de sus características ecológicas originales.

También serán de cuenta del Contratista, considerándose incluidos en los precios del Cuadro nº 1, los costes de entibación y de cuantas precauciones sean necesarias para la seguridad de la obra y para evitar daños a personas y propiedades.

14. CONTROL DE CALIDAD. ENSAYOS A REALIZAR DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Será preceptiva la realización de los ensayos mencionados expresamente en los Pliegos de Prescripciones Técnicas o citados en la normativa técnica de carácter general que resulte aplicable.

En relación con los productos importados de otros Estados miembros de la Unión Europea, aun cuando su designación y, eventualmente, su marcaje fuera distinto de los indicados en el documento que acompañaren a dichos productos se desprendiera claramente que se trata, efectivamente, de productos idénticos a los que se designan en España de otra forma. Se tendrán en cuenta, para ello, los resultados de los ensayos que hubieran realizado las autoridades competentes de los citados Estados, con arreglo a sus propias normas.

Si una partida fuere identificable, y el Contratista presentare una hoja de ensayos, suscrita por un laboratorio aceptado por el Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, o por otro Laboratorio de pruebas u Organismo de control o certificación acreditado en un Estado miembro de la Unión Europea, sobre la base de las prescripciones técnicas correspondientes, se efectuarán únicamente los ensayos que sean precisos para comprobar que el producto no ha sido alterado durante los procesos posteriores a la realización de dichos ensayos.

El límite máximo fijado en los Pliegos de Cláusulas Administrativas para el importe de los gastos que se originan para ensayos y análisis de materiales y unidades de obra de cuenta del Contratista no será de aplicación a los necesarios para comprobar la presunta existencia de vicios o defectos de construcción ocultos. De confirmarse su existencia, tales gastos se imputarán al Contratista.

15. AUTOCONTROL DEL CONTRATISTA Y CONTROL DE LA DIRECCIÓN

El Contratista está obligado a realizar su AUTOCONTROL de cotas, tolerancia y dimensiones geométricas en general, y el de la calidad, mediante ensayos de materiales, densidades de compactación, etc. En ningún caso comunicará a la Propiedad, representada por el Director de la Obra o personal delegado por el mismo efecto, que una Unidad de Obra está terminada, a su juicio, para su comprobación por la Dirección de Obra, hasta que el propio Contratista, mediante su personal facultado para el caso, haya hecho sus propias comprobaciones y ensayos y se haya asegurado de cumplir las especificaciones exigidas. Esto ocurrirá sin perjuicio de que la Dirección de Obra pueda llevar a cabo las inspecciones y pruebas que crea oportunas en cualquier momento de la ejecución de las obras. Para ello, el Contratista está obligado a disponer en obra de los equipos necesarios y suficientes, tanto materiales de laboratorio, instalaciones, aparatos, etc., como humanos, con facultativos y auxiliares capacitados para realizar toda clase de mediciones y ensayos.

Con independencia de lo anterior, la Dirección de obra ejecutará las comprobaciones, mediciones y ensayos que estime oportunos, que llamaremos de CONTROL DE LAS OBRAS, a diferencia del Autocontrol anteriormente citado. El Ingeniero Director podrá detener la ejecución de una unidad de obra si no están disponibles los elementos de control necesarios para la misma, siendo entera responsabilidad del Contratista las eventuales consecuencias de demora, costes, etc.

Estas comprobaciones se realizarán de acuerdo con las “Recomendaciones para el control de calidad en obras de carreteras”, publicadas por la Dirección General de Carreteras del antiguo MOPU o cualquiera otras que estime oportuno.

Como ya se ha señalado en el apartado anterior, el importe de estos Ensayos de Control de Calidad será por cuenta del Contratista hasta un tope del 1% del Presupuesto de las obras y sus adicionales si les hubiere, de acuerdo con las disposiciones vigentes. Será por cuenta de la Propiedad la cantidad que lo excediere.

16. NECESIDAD DE REPRESENTANTE DEL CONTRATISTA

El Contratista dispondrá para la ejecución de las obras los técnicos que considere necesarios, con capacidad técnica y operativa suficiente, a juicio del Director de las Obra. Los técnicos estarán asignados a tiempo completo a la obra y no podrán ser sustituidos sin la autorización por escrito del Director de la Obra.

De entre los técnicos asignados, el Contratista deberá designar uno de ellos, perfectamente identificado con el Proyecto, que actúe como representante ante la Dirección de las Obras en calidad de Director de la Contrata y que deberá estar representado permanentemente en obra por persona o personas con poder bastante para disponer sobre todas las cuestiones relativas a las mismas, para lo cual deberán poseer los conocimientos técnicos suficientes.

Durante el horario laboral, del que el Director de la Contrata dará conocimiento al Director de la Obra, habrá siempre en obra un representante del Contratista facultado para recibir documentos o tomar razón de órdenes de la Administración, sin perjuicio de que se pueda acordar para la entrega normal de documentos algún otro lugar, como la Oficina del Contratista, su Oficina de Proyectos, etc.

17. MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS

La forma de realizar la medición y las unidades de medida a utilizar, así como las valoraciones y abono de las obras, serán las que se definan en el Capítulo III del presente Pliego.

18. COMPROBACIÓN DEL REPLANTEO Y PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

La ejecución del contrato comenzará con la comprobación del replanteo de las obras, realizada de la forma y en el plazo señalados en el artículo 237 de la Ley de Contratos del Sector Público, extendiéndose acta del resultado que será firmada por las partes interesadas.

Se han establecido varias fases de ejecución de las obras, (apertura inicial y sellado final) con unos plazos de ejecución de OCHO (8) MESES cada una de las fases, contados a partir del día siguiente al de la firma del Acta de Comprobación del Replanteo, salvo que en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares que se establezca para la ejecución de las mismas, se especifique otra duración diferente.

El Contratista estará obligado a presentar un plan de obra, para cada una de las Fases de Ejecución, en el plazo de quince (15) días, contados desde la formalización del contrato de obra.

19. RECEPCIÓN DE LAS OBRAS Y PLAZO DE GARANTÍA

Se establece un plazo de garantía de cada una de las fases de las obras de un (1) año, de acuerdo con lo preceptuado en el artículo 243 de la Ley de Contratos del Sector Público, salvo que el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares que se establezcan para la adjudicación de las mismas especifique otra duración diferente, la cual en ningún caso podrá ser inferior a la anteriormente indicada. Dicho plazo empezará a contar a partir del día siguiente al de la firma del Acta de Recepción de las obras, realizada de acuerdo con lo especificado en los artículos 205 y 218 de la Ley de Contratos del Sector Público.

CAPITULO II: CONDICIONES QUE DEBEN REUNIR LOS MATERIALES

20. PRESCRIPCIONES GENERALES

En general, serán válidas todas las prescripciones referentes a las condiciones que deben satisfacer los materiales y su mano de obra, que aparecen en las Instrucciones y Pliego de Prescripciones Técnicas Generales, que reglamentan la recepción, transporte, manipulación y empleo de cada uno de los materiales, que se utilizan en las obras del presente proyecto.

El transporte, manipulación y empleo de los materiales se hará de modo que no queden alteradas sus características, ni sufran deterioro en sus formas o dimensiones.

21. MATERIALES NO INCLUIDOS EN EL PRESENTE PLIEGO

Los materiales no incluidos en el este Pliego serán de probada calidad debiendo presentar el Contratista, para recabar la aprobación del Director de obra, cuantos catálogos, muestras, informes y certificados de los correspondientes fabricantes que se estimen necesarios.

Cuando la información aportada por el Contratista no se considere suficiente, podrán exigirse los ensayos oportunos de los materiales a utilizar.

22. EXÁMENES Y PRUEBAS DE LOS MATERIALES

No se procederá al empleo de los materiales sin que antes sean examinados y aceptados por el Director o persona en quien delegue, previa realización, en su caso, de las pruebas y ensayos previstos en este Pliego.

En caso de no conformidad con los resultados conseguidos, bien por el Contratista o por el Director de obra, se someterá la cuestión a un laboratorio homologado de acuerdo entre las partes, siendo obligatorio para ambas partes las aceptación de los resultados que se obtengan y las conclusiones que formule el citado laboratorio.

23. MATERIALES QUE NO REÚNAN LAS CONDICIONES DE ESTE PLIEGO

Cuando, a juicio del Director de obra, alguno de los materiales a emplear en la obra no fuera aceptable, deberá comunicarlo por escrito al Contratista, señalando las causas que motivan tal decisión. En este caso, el Contratista podrá reclamar en el plazo de diez (10) días contados a partir de la notificación. Cuando las circunstancias o el estado de los trabajos no permitan esperar la resolución de la Propiedad, la Dirección podrá imponer al Contratista el empleo de los materiales que considere adecuados, asistiendo a este último un derecho de indemnización por los perjuicios ocasionados, en el caso de que la resolución le fuere favorable.

Los materiales a emplear, defectuosos pero aceptables a juicio de la Dirección Técnica de las obras, podrán ser empleados, pero con la rebaja de precio que la misma determine, a no ser que el Contratista opte por el empleo de materiales de las calidades exigidas por este Pliego.

24. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA

La aceptación de los materiales no exime la responsabilidad del Contratista respecto a la calidad de los mismos, que subsistirá hasta que se reciban definitivamente las obras en que se hayan empleado.

25. MATERIALES DE PRÉSTAMOS O PROCEDENTES DE EXCAVACIÓN A EMPLEAR EN RELLENOS Y TERRAPLENES

Este artículo se refiere a los materiales de préstamos para rellenos o los obtenidos tras la retirada de la tierra de cobertura de la superficie de sellado actual de la Fase II.

Los productos destinados a rellenos y terraplenes precisarán la previa conformidad del Director Técnico de las Obras.

En rellenos no podrán utilizarse materiales de préstamos orgánicos turbosos, fangosos, tierra vegetal ni materiales de derribo. En rellenos formando parte de la infraestructura de la obra, se adoptarán los mismos materiales que en las zonas correspondientes a los terraplenes.

Los materiales de aporte a emplear en terraplenes serán suelos o materiales locales que se autoricen por el Director de la Obra.

Atendiendo a su posterior utilización en terraplén, los materiales de préstamos se clasificarán en los tipos siguientes, siguiendo las prescripciones del artículo 330.3 del Pliego PG-3/75:

1 Suelos adecuados

Serán los que se utilicen para las coronaciones de los terraplenes o en los cimientos y núcleos de los mismos en aquellas zonas en que vayan a estar sometidas a fuertes cargas o variaciones de humedad.

Se emplearán como relleno superficial de las zanjas de las instalaciones que se ejecuten.

2 Suelos tolerables

Se utilizarán para cimientos y núcleos de terraplenes o en los cimientos y núcleos de los mismos en aquellas zonas en que vayan a estar sometidas a fuertes cargas o variaciones de humedad.

3 Suelos marginales e inadecuados

No podrán utilizarse en ningún caso.

Para las condiciones y zonas de terraplén en que no se admite la utilización de suelos inadecuados, éstos deberán sustituirse siempre por suelos tolerables o adecuados

Los materiales de préstamos a utilizar en terraplenes se ajustarán a la siguiente composición granulométrica:

- Suelos tolerables: No contendrán más de un veinticinco por ciento (25%) en peso de piedras cuyo tamaño exceda de quince (15) cm.

- Suelos adecuados: No contendrán piedras de tamaño superior a diez (10) cm, el cernido por el tamiz 0,080 UNE (200 ASTM) será inferior al treinta y cinco por ciento (35%) en peso, y el cernido por el tamiz 2 UNE (10 ASTM) será inferior al ochenta por ciento (80%) en peso.

Las fracciones que excedan de los tamaños máximos específicos y no hayan sido eliminadas en la excavación o transporte se eliminarán antes de, o durante el extendido, a no ser que el material sea fiable a juicio del Director de obra, y que las operaciones de compactación reduzcan su tamaño máximo a los límites especificados.

La capacidad portante de los materiales de préstamos utilizables para la formación de terraplenes cumplirá la siguiente condición:

- Suelos adecuados .... CBR ≥ cinco (5)
- Suelos tolerables ....CBR ≥ tres (3)

En cuanto a la plasticidad, los suelos para terraplenes deben ser tales que cumplan las condiciones siguientes:

- Suelos tolerables
    - Límite líquido LL < 65
    - Si LL > 40, Índice de plasticidad IP > 0,73 (LL-20)

- Suelos adecuados
    - LL < 40
    - Si LL > 30, IP > 4

El terraplén de préstamo empleado para el recrecido del viario perimetral deberá reunir las condiciones geotécnicas de un suelo adecuado según la clasificación del PG-3, de modo que la explanada resultante sea una explanada tipo E-1.

Los parámetros resistentes (cohesión y ángulo de rozamiento) obtenidos a partir de los ensayos triaxiales que se realicen deberán garantizar la estabilidad del terraplén para el recrecido del viario. Para ellos los parámetros obtenidos deberán estar en la siguiente franja de valores mínimos para su aceptación:

- Densidad natural del material entre 15,80 y 19,50 KN/m³ (densidad compactada al 95% entre 15,00 y 18,50 KN/m³)
- Cohesión .... c≥ 10,0 kN/m²
- Ángulo de rozamiento interno ....ϕ≥ 30º

En cuanto al suelo empleado para la ejecución de las motas perimetrales de delimitación del perímetro de la superficie de ampliación, se realizará, a ser posible con el suelo obtenido tras la excavación de la capa de cobertura del sellado actual de la Fase II, siempre que reúnan las condiciones de al menos un suelo tolerable según la clasificación del PG-3

La máxima densidad, obtenida en el ensayo Proctor normal de compactación de los suelos a utilizar en la construcción de las motas perimetrales, será superior en todo caso a un kilogramo cuatrocientos cincuenta gramos por decímetro cúbico (1,450 kg/dm³).

26. ARCILLAS

El espesor mínimo de la capa será de 50 cm después de la compactación.

1 Características técnicas exigibles.

Las arcillas que se empleen para impermeabilización deberán cumplir como mínimo las siguientes condiciones:

- Densidad: será superior a 1.500 kg/m^3, en peso en seco.
- Permeabilidad: el índice de permeabilidad será inferior a 0,5x10^{-9} m/seg, compactada hasta una densidad igual al 95% del ensayo Proctor modificado en el fondo del vaso y al 90% del ensayo Proctor modificado en los taludes.
- Composición: el contenido equivalente en arcilla será superior al 30%, con un contenido de material aglutinante superior al 15% en peso.
- Índice de plasticidad: entre 10-30%.
- Tamaño máximo de partículas < 2 cm.

Con objeto de establecer la idoneidad del material que se proponga para la ejecución del sellado, con carácter previo a su utilización, se deberán determinar las siguientes características:

ENSAYO	NORMA	CADENCIA
Preparación de muestras de suelo	UNE 103100	1 cada 5.000 m³
Análisis granulometrico por tamizado,	UNE 103101	1 cada 5.000 m³
Determinación de los límites de Atterberg	UNE 103103 UNE 103104	1 cada 5.000 m³
Próctor modificado	UNE 103501	1 cada 5.000 m³
Contenido materia orgánica	UNE 103501	1 cada 5.000 m³
Permeabilidad de suelos finos	UNE 103403	1 cada 5.000 m³

ENSAYO	VALOR UMBRAL DE ACEPTACIÓN
Análisis granulometrico por tamizado,	
Tamaño máximo de la partícula	2 cm
% finos	>30
% arcilla	10-20
% arena	<40
Determinación de los límites de Atterberg	
Índice de Plasticidad	10-30 %
Contenido materia orgánica (%)	<1
Permeabilidad de suelos finos	0,5 x 10^{-9} m/s

2 Condiciones particulares de control de recepción.

- Terrones de arcilla, según Norma UNE 7133-58: no superarán el porcentaje del 0,5%.

- Compuestos de azufre según Norma UNE 7245-71: porcentaje no superior al 1,5%.

- Adsorción de agua. Se define como coeficiente de adsorción de agua, al producto de la densidad en montón por el porcentaje de adsorción de agua en peso, tras 24 horas de inmersión de una muestra seca, determinado con arreglo al método de ensayo ASTM-C-27, aplicándose sólo a la arcilla expandida retenida por el tamiz 3,2 UNE 7050-85: no superará el porcentaje del 18%.

27. RELLENOS LOCALIZADOS

Para rellenos localizados (zanjas, trasdós de obras de fábrica o cualquier otra zona que forme parte de la explanación), se utilizarán los mismos materiales que se han indicado para los terraplenes en el artículo anterior. Cumplirán las prescripciones del artículo 332.3 del Pliego PG-3/75.

28. HORMIGONES EN GENERAL

Serán de aplicación el Código Estructural y los artículos 610 y 630 del Pliego P.G. 3/75. En caso de contradicción entre ellos, prevalecerá lo prescrito en la citada Instrucción sobre el Pliego General.

El cemento a emplear, salvo indicación expresa del Ingeniero Director, será de los tipos CEM-I ó CEM-II sulforresitente, admitiéndose también del tipo IV en los firmes de hormigón, y de la clase resistente 32,5 ó 42,5 según el tipo resistente de hormigón indicado a continuación, todo ello de acuerdo con las normas UNE-EN 197-1:2000 y UNE 80307:2001 y la Instrucción RC-16.

Para su empleo en las distintas clases de obras y de acuerdo con la resistencia característica mínima, se establecen los tipos de hormigón que se indican a continuación:

- Tipo HA-30/B/20/XC2+XA2: Resistencia característica 30 N/mm²
  - Muro de separación de carriles a distinto nivel
  - Losas de ERM para desgasificación
  - Arquetas sumidero y arquetas registro
  - Embocaduras de obras de drenaje

- Tipo HA-20/B/20/X0: Resistencia característica 20 N/mm²
  - Revestimiento de cuneta perimetral

El tamaño máximo del árido no será superior a 20 mm, salvo especificación en contra. La consistencia de la mezcla, medida con cono de Abrams, en el momento de la puesta en obra será plástica, admitiéndose el uso de plastificantes.

29. ENCOFRADOS

Serán de aplicación los artículos 680 y 681 del Pliego PG-3/75.

30. TUBERÍAS PARA DESGASIFICACIÓN

1 Características técnicas exigibles.

Los tubos, piezas especiales y demás accesorios deberán poseer las cualidades que requieran las condiciones de servicio de la obra previstas en el proyecto, tanto en el momento de la ejecución de las obras como a lo largo de toda la vida útil para la que han sido proyectadas. Las características o propiedades de los tubos y accesorios deberán satisfacer, con el coeficiente de seguridad correspondiente, los valores exigidos en el proyecto, y en particular los relativos a temperatura, esfuerzos mecánicos, agentes agresivos, exposición a la intemperie, fuego, desprendimiento de sustancias contaminantes y aislamiento.

Se utilizará polietileno de alta densidad de las siguientes características:

- La fabricación se realizará a partir de una banda nervada del material citado anteriormente. No obstante, las características podrán ser cambiadas y exigibles a juicio de la Dirección de Obra.

- Las tuberías impulsión, serán de polietileno de alta densidad de sección circular con pared interior lisa, exento de plastificantes y cargas, con condiciones de permeabilidad e inalterabilidad y características hidráulicas y resistentes óptimas.

- Serán inatacables por insectos y roedores, e insensibles a las aguas y terrenos agresivos.

- La tubería elegida debe cumplir al menos las siguientes características físicas:

DESCRIPCION	NORMA	UNIDAD	VALOR ACEPTACIÓN
Características geométricas	-	DN mm	90 ó 250
Alargamiento a la rotura	UNE EN ISP 6259	%	≥350
Tiempo de inducción a la oxidación a 200ºC	ISO 11357-6	min	≥20
Índice de fluidez	UNE EN ISO 1133	% V.M.P.	±20
Resistencia a presión interna	UNE EN ISO 1167	kg/m³	≥930
Sin fallo, 100 horas a 20ºC		Mpa	12
Sin fallo, 165 horas a 80ºC		MPa	5,4
Sin fallo, 1000 horas a 80ºC		MPa	5
Retracción longitudinal	UNE EN ISO 2505	%	≤3

Los tubos serán de sección circular con sus extremos cortados en sección perpendicular a su eje longitudinal.

Estarán exentos de rebabas, fisuras, granos y presentarán una distribución uniforme de color.

2 Condiciones particulares de recepción.

En cada lote compuesto por 1.500 m o fracción por tipo y diámetro se determinarán las características siguientes, según las Normas UNE de ensayo que se especifican:

- Identificación, medidas y tolerancia: Identificación, medidas y tolerancia: UNE-EN 12201, UNE-EN 1555.

- Se solicitará Certificado de Origen Industrial.

31. PIEZAS ESPECIALES Y VÁLVULAS

Los elementos que permitan cambio de dirección, empalmes, derivaciones, reducciones, uniones con otros elementos, etc., se llamarán piezas especiales.

Los elementos que permitan cortar el paso del agua, evitar su retroceso o reducir la presión se denominan llaves o válvulas.

Tanto las piezas especiales como las válvulas a emplear cumplirán las siguientes condiciones:

- El cuerpo principal de estos elementos será del material que garantice el fabricante de reconocida solvencia.

- Estarán bien acabadas, con espesores uniformes y cuidadosamente trabajadas, de manera que las paredes exteriores y especialmente las interiores queden regulares y lisas, con aristas vivas.

- Todas las piezas constituidas de pieza y válvulas deberán, para un mismo diámetro nominal y presión normalizada, ser rigurosamente intercambiables.

- Deberán resistir si daños todos los esfuerzos que tengan que soportar en servicio y durante las pruebas, y ser absolutamente estancos.

- Todos los elementos de la tubería deberán permitir el correcto acoplamiento del sistema de juntas para que éstas sean estancas; se evitará el tener que forzar las juntas.

- Las válvulas de compuerta llevarán en el volante u otra parte claramente visible para el que las ha de accionar, una señal indeleble indicando los sentidos de apertura y cierre.

- Se rechazarán todas las piezas que hayan sufrido avería durante el transporte, o las que presentes defectos que no las hagan aptas para su uso.

32. RELLENOS DE GRAVA

Se utilizarán gravas, que podrán obtenerse de cantera o bien desde el procesamiento de las piedras extraídas del desmonte en roca, de las siguientes características:

- El coeficiente de permeabilidad hidráulica será mayor de 10^{-3} m/s.
- El contenido de finos (tamiz 0.08 UNE) no sobrepasará el 5%.
- El equivalente de arena será igual o superior a 30
- La resistencia al desgaste de Los Ángeles será igual o inferior a 40.
- El tamaño de árido se encontrará en 40-80 mm

El material cumplirá las prescripciones aplicables contenidas en el artículo 421.2 del PG-3/75.

En las gravas recicladas se deberá estar a lo dispuesto en la legislación vigente en materia de residuos siempre que la grava de árido reciclado no haya obtenido el fin de condición de residuo. Esto implica que este material podrá ser empleado por un gestor de residuos que tenga autorizado su uso en una operación de valorización. En el caso del proyecto, la operación sería la R0509. Valorización de materiales inorgánicos en operaciones distintas a las de relleno. Recordar que la zahorra ha de ser producida por un gestor autorizado de tratamiento de residuos de construcción y demolición. Se recomienda que éste proporcione la siguiente documentación para una mayor garantía de la calidad del material provisto:

- Si el material dispone de marcado CE: declaración de prestaciones y certificado de conformidad emitido por organismo notificado asociados al marcado CE.
- Si el material no dispone marcado CE, el productor ha de facilitar la ficha técnica del producto y certificación del control de producción en fábrica por un organismo notificado acreditado por ENAC.

33. GEOMEMBRANAS DE LÁMINAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD)

Las láminas deberán tener la superficie uniforme y estar libre de defectos que afecten a sus características mecánicas y/o estructurales, tales como arrugas, burbujas, grietas o similares.

a) Resistencia química.

El tipo de PEAD se determinará según las circunstancias especificadas a las que deba adaptarse. Su comportamiento frente a los productos químicos se establecerá frente a una solución al 100% de la sustancia aplicada, con los criterios que se establecen a continuación.

Compuestos aromáticos		Contaminación inorgánica	
BENCENO	+	NH_4	++
ETILBENCENO	++	FLÚOR	++
TOLUENO	+	CN	++
XILENO	++	SULFUROS	++
FENOL	++	PO_4^{3-}	++
		BROMO	0

Hidrocarburos policíclicos		Otras fuentes de contaminación	
NAFTALENO	++	TETRAHIDROFURANO	+
ANTRACENO	++	PIRIDINAS	++
FENANTRENO	++	TETRAHIDROTIOFENO	++
FLUORANTENO	++	CICLOHEXANO	++
PIRENO	++	ESTIRENO	++
BENZOPIRENO	++	PETRÓLEO	++
		ACEITE MINERAL	++

Hidrocarburos clorados, pesticidas			
CLOROBENCENOS	+	HIDROC. ALIFÁTICOS CLORADOS	++
CLOROFENOL	++	COMP. ORGÁNICOS DE CLORO	++
PCBs	++	PESTICIDAS	++

++ Buena resistencia
+ Resistencia media
0 Inadecuado

Conjuntamente con Dutch Delta-Eastern Scheldt Works, la TNO (Organización de Investigación Científica Aplicada de Holanda) ha determinado que el tiempo de vida útil del PEAD, así como de polipropileno (PP), debe ser superior a los 100 años.

La duración del PEAD está determinada por varios factores. En el caso de los vertederos, dadas las condiciones de protección y confinamiento habituales es estas instalaciones, es la corrosión química la que condiciona la duración del material.

En consecuencia el Contratista garantizará, como mínimo, la impermeabilización con PEAD en los siguientes plazos:

Para la instalación:	10 años.
Para el material:	10 años.

b) Propiedades mecánicas del material.

El polietileno de alta densidad (PEAD) en láminas deberá tener las siguientes características específicas, contenidas en la Norma UNE 104300:2000 EX y otras:

LÁMINA LISA PEAD 2,00 mm

ENSAYO	NORMA	UNIDAD	VALOR ACEPTACIÓN
Densidad de lámina	UNE-EN ISO 1183-1	g/cm³	≥0,940
Espesor nominal mínimo	UNE-EN ISO 1849-2	mm	≥2,0
Tolerancia al espesor promedio	UNE-EN ISO 1849-2	%	±5,0
Tolerancia al espesor puntual mínimo	UNE-EN ISO 1849-2	%	±10,0
Contenido en negro de carbono y cenizas	UNE 53375-2	%	2,0-3,0
Dispersión del negro de humo	ISO 18553	%	≤3
Resistencia de lámina a la tracción y alargamiento en rotura			
Resistencia a la tracción en rotura	UNE EN ISO 527-3	Mpa	≥26
Alargamiento en la rotura	UNE EN ISO 527-3	%	≥700
Resistencia a la tracción fluencia	UNE EN ISO 527-3	Mpa	≥16
Alargamiento en fluencia	UNE EN ISO 527-3	%	≥8
Ensayo de punzonado estático (CBR)	UNE-EN ISO 12236	KN	≥4,50
Resistencia al desgarro	UNE-EN ISO 34-1	N/mm	≥130
Determinación del tiempo de inducción a la oxidación	UNE-EN ISO 11357-6	min	≥100
Resistencia a la fisuración bajo tensión debida al ambiente	UNE EN 14576	h	≥500

LÁMINA TEXTURIZADA PEAD 2,00 mm

ENSAYO	NORMA	UNIDAD	VALOR ACEPTACIÓN
Densidad de lámina	UNE-EN ISO 1183-1	g/cm³	≥0,940
Espesor nominal mínimo	UNE-EN ISO 1849-2	mm	≥2,0
Tolerancia al espesor promedio	UNE-EN ISO 1849-2	%	±5,0
Tolerancia al espesor puntual mínimo	UNE-EN ISO 1849-2	%	±10,0
Altura de tacos	ASTM D7466	mm	≥0,50
Contenido en negro de carbono y cenizas	UNE 53375-2	%	2,0-3,0
Dispersión del negro de humo	ISO 18553	%	≤3
Resistencia de lámina a la tracción y alargamiento en rotura			
Resistencia a la tracción en rotura	UNE EN ISO 527-3	Mpa	≥12
Alargamiento en la rotura	UNE EN ISO 527-3	%	≥200
Resistencia a la tracción fluencia	UNE EN ISO 527-3	Mpa	≥16
Alargamiento en fluencia	UNE EN ISO 527-3	%	≥8
Ensayo de punzonado estático (CBR)	UNE-EN ISO 12236	KN	≥3,50
Resistencia al desgarro	UNE-EN ISO 34-1	N/mm	≥125
Determinación del tiempo de inducción a la oxidación	UNE-EN ISO 11357-6	min	≥100
Resistencia a la fisuración bajo tensión debida al ambiente	UNE EN 14576	h	≥500

(*) Para las láminas texturizadas, los criterios de aceptación de resistencia a tracción y alargamiento de rotura se evalúan en la zona estructurada de la lámina. El ensayo de resistencia a la fisuración debida al ambiente se realiza en la zona lisa.

Según el apartado B.7 del Anexo de la norma *UNE-EN 13493*, todas las barreras geosintéticas utilizadas en las obras de almacenamiento y vertederos de residuos sólidos deben someterse a un ensayo de resistencia al lixiviado mediante líquidos especificados según se detalla en la *Norma Europea EN 14415.*

c) Soldaduras.

Las láminas deben ser estancas y poder soldarse de forma homogénea por ambas caras, por los procedimientos habituales, tales como aire caliente, cuña caliente, u otras formas de fusión, o bien, mediante aporte del mismo material en caliente.

Las soldaduras podrán ser de los siguientes tipos:

1. A.- Soldadura por cuña caliente: Mediante aplicación de presión sobre dos láminas previamente calentadas por una cuña. Deberá ser doble con cámara entre ambas para comprobación.

2. Soldadura por extrusión: Mediante calentamiento por pistola y aporte de varilla del mismo material sobre la zona a soldar. Sólo es admisible para pequeñas reparaciones.

3. Soldadura por extrusión y cuña caliente: Sistema que combina el de cuña caliente con extrusión adicional de material.

En cualquiera de los casos, las soldaduras deben cumplir las demandas mecánicas especificadas y deberán de ser inspeccionables en su totalidad por métodos no destructivos.

Las dimensiones mínimas de las soldaduras serán de 12 mm de ancho por cordón en el caso de doble cordón paralelo, separados por un canal intermedio de al menos 20 mm; o de 30 mm cuando sea cordón único con aporte de material por extrusión.

d) Fichas de características técnicas.

Se aportarán las fichas técnicas de la lámina a utilizar en las obras, que contendrán al menos las siguientes características:

- Composición y densidad del material.
- Método de fabricación.
- Resistencia física y química a ataques por soluciones acuosas de sales, aceites, grasas, disolventes orgánicos, alquitranes, etc.
- Espesor.
- Tolerancia de espesor (UNE 53221).
- Dureza Shore (UNE 53130).
- Resistencia a la percusión: con altura de impacto de 750 mm (UNE 53358).
- Resistencia a la tracción (UNE 53165).
- Alargamiento a la rotura (UNAE 53165).
- Resistencia mecánica a la perforación (UNE 104300).
- Resistencia al desgarro (UNE 53358).
- Envejecimiento artificial acelerado (UNE 53104).
    - Pérdida de alargamiento.
    - Pérdida de resistencia mecánica a la perforación.

- Comportamiento al calor (UNE 53358).
  - Variación de las medidas.
- Envejecimiento térmico (UNE 53358).
  - Pérdida de alargamiento.
  - Pérdida de resistencia mecánica a la perforación.
- Absorción al agua (UNE 53028).
  - A las 24 horas.
  - A los seis días.
- Resistencia a la perforación por raíces (UNE 53240).

34. GEOCOMPUESTOS IMPERMEABILIZANTES

Están formados por bentonita encapsulada entre dos geotextiles un tejido y un no tejido. Las características mínimas a exigir a estos productos serán los de la tabla siguiente:

ENSAYO	NORMA	UD	VALOR ACEPTACIÓN
Ensayo del peso total unitario	UNE EN 14196	g/m²	≥ 4.800
Ensayo de contenido de bentonita	UNE EN 14196	g/m²	≥ 4.500
Ensayo peso de geotextil tejido	UNE EN 9684	g/m²	≥100
Ensayo peso de geotextil no tejido	UNE EN 9684	g/m²	≥200
Índice de flujo	UNE EN 16416	m³/m²/s	$\leq 3{,}0\times10^{-9}$
Conductividad hidráulica	UNE EN 16416	m/s	$\leq 10^{-11}$
Resistencia a tracción	UNE EN ISO 10319	KN/m	≥12
Resistencia al punzonado estático (CBR)	UNE EN ISO 12236	KN	≥1,50
Resistencia al pelado	ASTM D6496	N/m	≥400
Ensayo de espesor bajo carga de 2 KN/m²	UNE EN ISO 9863-1	mm	≥ 8,0
Ensayo de porcentaje de Montmorillonita	XRD	%	≥ 70
Ensayo de resistencia al corte directo interno húmedo (25 KN/m²)	UNE EN ISO 12957-1	(°)	≥ 25º
Determinacion del hinchamiento de la bentonita	ASTM D 5890	ml/2g	≥ 24
Pérdida de fluido por filtrado	ASTM D 5891	m/s	≤18

Además, será estrictamente necesario que exista una masa de fibras en la bentonita que una ambos geotextiles impidiendo la pérdida y movimiento de bentonita

35. GEOCOMPUESTOS DRENANTES

Los geocompuestos drenantes a utilizar estarán compuestos por un núcleo drenante revestido por una o dos caras de un geotextil filtro. Todos los materiales que lo componen serán 100% polímeros sintéticos vírgenes o regenerados garantizando la composición y origen de su materia prima. Si el geocompuesto estuviese en contacto con los lixiviados, todos sus componentes serán químicamente resistentes al lixiviado.

Los valores mínimos a exigir al geocompuesto drenante, serán los citados en la tabla siguiente, dependiendo si se encuentran dispuestos en la impermeabilización del recrecido del viario perimetral, o de si se encuentran dispuestos en el sellado:

GEOCOMPUESTO DRENANTE EN EL SELLADO

ENSAYO	NORMA	UD	VALOR UMBRAL
Capacidad de flujo en el plano	UNE EN ISO 12958	-	-
σ=20 Kpa; i=1 (R/F)	UNE EN ISO 12958	l/sxm	≥0,50
Resistencia a tracción	UNE EN ISO 10319	KN/m	≥13(MD)/≥12 (CD)
Resistencia al punzonamiento estático (CBR)	UNE EN ISO 12236	N	≥2450
Ensayo de resistencia a la perforación dinámica por caida de cono	UNE EN ISO 13433	mm	≤26
Permeabilidad normal al plano a 2 Kpa del geotextil	UNE EN ISO 11058	mm/s	≥45
Abertura de poros del geotextil de filtro	UNE EN ISO 12956	mm	$0,040 \leq O_{90} \leq 0,140$
Peso unitario	UNE EN ISO 9864	g/m^2	≥400
Espesor total bajo carga 2KPa	UNE EN ISO 9863-1	mm	≥4,00

Los geocompuestos drenantes deben cumplir con las características definidas tanto en la tabla anterior como con lo indicado en la declaración de prestaciones aprobada del fabricante del material.

En la declaración de prestaciones del fabricante del material se debe garantizar una durabilidad del geocompuesto según el Anexo B UNE EN 13257 de 25 años.

El geocompuesto se deberá cubrir en un plazo máximo de 2 semanas. En caso excepcional de una exposición superior a 2 semanas el geotextil (visto) deberá contar con la debida protección ante la radiación ultravioleta (UNE EN 12224) y los vientos, mediante un lastrado adecuado.

36. GEOTEXTILES

Los geotextiles que se utilizarán serán preferentemente no tejidos del 100% de polímeros sintéticos vírgenes O regenerados garantizando la composición y origen de su materia prima, unidos mecánicamente por agujado o punzonado. Dicha materia prima cumplirá en cuanto a lo indicado en el apartado 5 del informe técnico UNE CR ISO 13434 (Guía de durabilidad). Se recomienda utilizar rollos de anchos superiores a 5 m con el fin de minimizar uniones.

Dado que la solicitación de mayor riesgo en la utilización de geotextiles de protección de geomembranas es el punzonamiento, será la resistencia al punzonamiento el factor a tener en cuenta para la elección del geotextil.

Terminada la capa soporte se determinará si es necesario la colocación de un geotextil antes de la geomembrana, en este caso los valores mínimos de este geotextil bajo la geomembrana se especifican en la tabla siguiente. Además, siempre será necesario colocar un geotextil sobre la geomembrana antes de las gravas de drenaje o plataforma de apoyo a la explotación, o sobre los gaviones, cuyos valores mínimos se especifican asimismo en las tablas siguientes:

GEOTEXTIL DE PROTECCIÓN DE LA LÁMINA EN TALUD DE VIARIO

ENSAYO	NORMA	UNIDAD	VALOR ACEPTACIÓN
Determinación de la materia prima	ISO 11357-3	% Fibras vírgenes PP	100
Peso unitario	UNE EN ISO 9864	g/m²	≥500
Resistencia al punzonamiento estático (CBR)	UNE EN ISO 12236	N	≥3800
Resistencia a la tracción y alargamiento de rotura	UNE EN ISO 10319		
Resistencia a tracción	UNE EN ISO 10319	KN/m	≥21
Alargamiento de rotura	UNE EN ISO 10319	%	≥45
Ensayo de resistencia a la perforación dinámica por caida de cono	UNE-EN ISO 13433	mm	≤20
Ensayo de espesor bajo carga de 2 KN/m²	UNE EN ISO 9863-1	mm	≥2

GEOTEXTIL DE PROTECCIÓN DE LA LÁMINA EN MOTAS DE PROTECCIÓN

ENSAYO	NORMA	UNIDAD	VALOR ACEPTACIÓN
Determinación de la materia prima	ISO 11357-3	% Fibras vírgenes PP	100
Peso unitario	UNE EN ISO 9864	g/m²	≥300
Resistencia al punzonamiento estático (CBR)	UNE EN ISO 12236	N	≥3800
Resistencia a la tracción y alargamiento de rotura	UNE EN ISO 10319		
Resistencia a tracción	UNE EN ISO 10319	KN/m	≥21
Alargamiento de rotura	UNE EN ISO 10319	%	≥45
Ensayo de resistencia a la perforación dinámica por caida de cono	UNE-EN ISO 13433	mm	≤20
Ensayo de espesor bajo carga de 2 KN/m²	UNE EN ISO 9863-1	mm	≥2

GEOTEXTIL DE PROTECCIÓN DE 300 g/m² EN CAPA DE SELLADO

ENSAYO	NORMA	UNIDAD	VALOR ACEPTACIÓN
Determinación de la materia prima	ISO 11357-3	% Fibras vírgenes PP	100
Peso unitario	UNE EN ISO 9864	g/m²	≥300
Resistencia al punzonamiento estático (CBR)	UNE EN ISO 12236	N	≥2600
Resistencia a la tracción y alargamiento de rotura	UNE EN ISO 10319		
Resistencia a tracción	UNE EN ISO 10319	KN/m	≥16
Alargamiento de rotura	UNE EN ISO 10319	%	≥45
Ensayo de resistencia a la perforación dinámica por caida de cono	UNE-EN ISO 13433	mm	≤23
Ensayo de espesor bajo carga de 2 KN/m²	UNE EN ISO 9863-1	mm	≥2

GEOTEXTIL ANTICOLMATANTE 150 g/m² EN TALUD DE VIARIO

ENSAYO	NORMA	UNIDAD	VALOR ACEPTACIÓN
Determinación de la materia prima	ISO 11357-3	% Fibras vírgenes PP	100
Peso unitario	UNE EN ISO 9864	g/m²	≥150
Resistencia al punzonamiento estático (CBR)	UNE EN ISO 12236	N	≥2600
Resistencia a la tracción y alargamiento de rotura	UNE EN ISO 10319		
Resistencia a tracción	UNE EN ISO 10319	KN/m	≥16
Ensayo de resistencia a la perforación dinámica por caida de cono	UNE-EN ISO 13433	mm	≤23
Ensayo de espesor bajo carga de 2 KN/m²	UNE EN ISO 9863-1	mm	≥1
Medida de abertura característica	UNE EN ISO 12956	mm	$0,040 \leq O_{90} \leq 0,140$
Permeabilidad normal al plano	UNE EN ISO 11058	mm/s	≥45

GEOTEXTIL ANTICOLMATANTE 150 g/m² EN CAPA DE SELLADO

ENSAYO	NORMA	UNIDAD	VALOR ACEPTACIÓN
Determinación de la materia prima	ISO 11357-3	% Fibras vírgenes PP	100
Peso unitario	UNE EN ISO 9864	g/m²	≥150
Resistencia al punzonamiento estático (CBR)	UNE EN ISO 12236	N	≥1000
Resistencia a la tracción y alargamiento de rotura	UNE EN ISO 10319		
Resistencia a tracción	UNE EN ISO 10319	KN/m	≥6
Ensayo de resistencia a la perforación dinámica por caida de cono	UNE-EN ISO 13433	mm	≤42
Ensayo de espesor bajo carga de 2 KN/m²	UNE EN ISO 9863-1	mm	≥1
Medida de abertura característica	UNE EN ISO 12956	mm	$0,040 \leq O_{90} \leq 0,140$
Permeabilidad normal al plano	UNE EN ISO 11058	mm/s	≥70

El geotextil se deberá cubrir en un plazo máximo de 2 semanas. En caso excepcional de una exposición superior a 2 semanas deberá contar con la debida protección ante la radiación ultravioleta (UNE EN 12224) y los vientos, mediante un lastrado adecuado.

Todos los valores deben estar certificados por un organismo externo independiente. No serán válidos los valores definidos por el propio fabricante. La instalación se debe realizar de acuerdo con el manual de instalación del producto

37. ZAHORRA ARTIFICIAL

Los materiales para la zahorra artificial procederán de la trituración y reciclado de áridos en cumplimiento del Acuerdo de Consejo de Ministros de 1 de junio de 2001 por el que se aprueba el Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición 2001-2006, siempre que cumplan las prescripciones técnicas exigidas en este Pliego, y se declare el origen de los materiales, tal como se establece en la legislación comunitaria sobre estas materias.

Se deberá estar a lo dispuesto en la legislación vigente en materia de residuos siempre que la zahorra de árido reciclado no haya obtenido el fin de condición de residuo. Esto implica que este material podrá ser empleado por un gestor de residuos que tenga autorizado su uso en una operación de valorización. En el caso del proyecto, la operación sería la R0509. Valorización de materiales inorgánicos en operaciones distintas a las de relleno. Recordar que la zahorra ha de ser producida por un gestor autorizado de tratamiento de residuos de construcción y demolición. Se recomienda que éste proporcione la siguiente documentación para una mayor garantía de la calidad del material provisto:

- Si el material dispone de marcado CE: declaración de prestaciones y certificado de conformidad emitido por organismo notificado asociados al marcado CE.
- Si el material no dispone marcado CE, el productor ha de facilitar la ficha técnica del producto y certificación del control de producción en fábrica por un organismo notificado acreditado por ENAC.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, podrá fijar especificaciones adicionales cuando se vayan a emplear materiales cuya naturaleza o procedencia así lo requiriese.

Los materiales para las capas de zahorra no serán susceptibles de ningún tipo de meteorización o de alteración física o química apreciable bajo las condiciones más desfavorables que, presumiblemente, puedan darse en el lugar de empleo. Tampoco podrán dar origen, con el agua, a disoluciones que puedan causar daños a estructuras o a otras capas del firme, o contaminar el suelo o corrientes de agua.

El contenido ponderal de compuestos de azufre totales (expresados en SO_3), determinado según la UNE-EN 1744-1, será inferior al uno por ciento (1%).

Los materiales estarán exentos de terrones de arcilla, marga, materia orgánica, o cualquier otra que pueda afectar a la durabilidad de la capa.

El equivalente de arena, según la UNE1097-6, del material de la zahorra artificial deberá superar el valor de 30.

El material será "no plástico", según la UNE 103104, El límite líquido de las zahorras, según la UNE 103103, será inferior a veinticinco (25) y su índice de plasticidad, según la UNE 103104, será inferior a seis (6).

El coeficiente de Los Ángeles, según la UNE 933-5, de los áridos para la zahorra artificial no deberá ser superior al valor de 35.

El índice de lajas de las distintas fracciones del árido grueso deberá ser inferior a treinta y cinco (35).

El porcentaje mínimo de partículas trituradas, según la UNE-EN 933-5, para las zahorras será como mínimo del cincuenta por ciento (50%).

La granulometría del material, según la UNE-EN 933-1, deberá estar comprendida dentro de alguno de los husos fijados en la siguiente relación:

- Retenido en tamiz 40 mm: 100 %
- Retenido en tamiz 25 mm: 75-100 %
- Retenido en tamiz 20 mm: 65-90 %
- Retenido en tamiz 8 mm: 40-63 %
- Retenido en tamiz 4 mm: 26-45 %
- Retenido en tamiz 2 mm: 15-32 %
- Retenido en tamiz 0,500 mm: 7-21 %
- Retenido en tamiz 0,250 mm: 4-16 %
- Retenido en tamiz 0,063 mm: 0-9 %

38. REGULARIZACIÓN Y TIERRAS DE COBERTURA

Los materiales de aporte a emplear en terraplenes de regularización y tierras de cobertura serán suelos o materiales locales que se autoricen por el Director de la Obra.

Se ejecutará con materiales de rechazo con un tamaño 0/60 mm, y de ese modo conseguir una superficie más regular en contacto con las láminas que reduzca el riesgo de punzonamiento de las láminas.

Se considera un suelo apto para la capa de regularización y cobertura al procedente de la excavación o de préstamos que reúna las siguientes condiciones:

- Tamaño máximo del árido: 60 mm
- Contenido en materia orgánica: inferior al 5% sobre peso seco
- Contenido en de finos: < 20% sobre peso seco.
- Contenido de yesos: <5%

Se realizará también un ensayo triaxial, según UNE EN ISO 17892-9 de modo que pueda determinarse los parámetros de peso específico, ángulo de rozamiento interno y cohesión. Con los datos obtenidos de los ensayos, se realizará una comprobación de estabilidad del sellado y se analizará la aceptación o rechazo del material propuesto para la capa de cobertura.

Los parámetros resistentes (cohesión y ángulo de rozamiento) obtenidos a partir del ensayo triaxial, deberán garantizar la estabilidad del paquete de sellado. Para ellos los parámetros obtenidos deberán estar en la siguiente franja de valores mínimos para su aceptación:

- Si la densidad del material de cobertura es inferior a 16 KN/m³
    - Para valores de cohesión inferiores a 20 KN/m² .... No se acepta
    - Para valores de cohesión ≥20 KN/m² .... Ángulo de rozamiento ≥20,0º

- Si la densidad está comprendida entre 16 y 18 KN/m³
    - Para valores de cohesión inferiores a 20 KN/m² .... No se acepta
    - Para valores de cohesión entre 20 y 25 KN/m² .... Ángulo de rozamiento ≥25,0º
    - Para valores de cohesión ≥25 KN/m² .... Ángulo de rozamiento ≥20,0º

- Si la densidad está comprendida entre 18 y 22 KN/m³
    - Para valores de cohesión inferiores a 25 KN/m² .... No se acepta
    - Para valores de cohesión ≥25 KN/m² .... Ángulo de rozamiento ≥20,0º

39. SUELO PARA FORMACIÓN DE TIERRA VEGETAL

Los parámetros requeridos para la mezcla de las tierras con el material bioestabilizado para poder ser empleado como cobertura vegetal en la capa de sellado, deberán estar dentro de los valores reflejados en la tabla siguiente:

ENSAYO	UNIDAD	VALOR DE ACEPTACIÓN
Análisis granulometrico por tamizado		
Arenas	%	40-80
Limos	%	10-40
Arcillas	%	10-40
Valores del pH en agua		6,00-8,00
Conductividad eléctrica	µs/cm	0,100-0,850
Contenido en materia orgánica	%	1,50-3,50
Contenido en nitrógeno total	%	0,10-0,40
Relacion C/N		8,00-14,00
Contenido en fósforo	mg/kg	10-40
Contenido en potasio	mg/kg	150-300
Contenido en calcio	mg/kg	1000-4000
Contenido en magnesio	mg/kg	200-400

El incremento del contenido en materia orgánica se puede conseguir mediante la adición del bioestabilizado, con una dotación limitada a 50 T/Ha, obtenida en las plantas de tratamiento próximas.

40. ESCOLLERA EN PIE DE TALUD

La piedra para escollera será sana, compacta, dura, densa, de buena calidad y alta resistencia a los agentes atmosféricos.

Los bloques de escollera deben presentar superficies rugosas y el mayor número posible de caras de fractura y aristas vivas, debiendo evitarse los bloques redondeados, para proporcionar una mayor estabilidad al conjunto.

Estará exenta de vetas, fisuras, planos débiles, grietas por voladuras y otras imperfecciones o defectos que en opinión de la Dirección de Obra puedan contribuir a su desmoronamiento o rotura durante su manipulación, colocación o exposición a la intemperie. Todos los cantos tendrán sus caras toscas, de aristas angulares, y su dimensión mínima no será inferior a un tercio (1/3) de su dimensión máxima. Las lajas, losas finas, planas o alargadas, así como los cantos rodados, o partes de los mismos, serán rechazados.

La piedra que haya de emplearse se aceptará después de que se haya comprobado su calidad en la forma indicada, a satisfacción de la Dirección de Obra.

La piedra rechazada por la Dirección de Obra, que no cumpla los requisitos exigidos en este Pliego, será retirada rápidamente, no volverá a la obra y será satisfactoriamente reemplazada.

41. MATERIALES NO INCLUIDOS EN EL PRESENTE PLIEGO

Los materiales no incluidos en el presente pliego serán de calidad probada, debiendo presentar el contratista para recabar la aprobación del Director de las Obras, cuantos catálogos, muestras, informes y certificados de los correspondientes fabricantes se estimen necesarios.

Si la información no se considera suficiente, podrán exigirse los ensayos oportunos para identificar la calidad de los materiales.

CAPITULO III: EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

42. CONDICIONES GENERALES

Todas las obras del Proyecto se ejecutarán de acuerdo con los Planos y órdenes del Director de las Obras, quien resolverá las cuestiones que se planteen referentes a la interpretación de aquéllos y de las condiciones de ejecución.

El ingeniero Director suministrará al Contratista cuanta información se precise para que las obras puedan realizarse.

El orden de ejecución deberá ser aprobado por el Director de obra y será compatible con los plazos estipulados.

Antes de iniciar cualquier obra, el Contratista deberá ponerlo en conocimiento del Director de obra y recabar su autorización.

Independientemente de las condiciones particulares o específicas que se exijan a los equipos necesarios para ejecutar las obras comprendidas en los artículos del presente Pliego, todos los equipos que se empleen en la ejecución de las obras deberán cumplir las condiciones generales siguientes:

- Estarán disponibles con suficiente anticipación al comienzo del trabajo correspondiente, para que puedan ser examinados y aprobados, en su caso, por el Director de obra.

- Después de aprobado un equipo por el Director de obra, deberá mantenerse en todo momento en condiciones de trabajo satisfactorias, haciendo las sustituciones o reparaciones necesarias para ello.

- Si durante la ejecución de las obras el Director de obra observara que, por cambio de las condiciones de trabajo o por cualquier otro motivo, los equipos aprobados no son idóneos para el fin al que se les destina, deberán ser sustituidos por otros que lo sean.

43. REPLANTEO DE LAS OBRAS

43.1. ACTA DE COMPROBACIÓN DEL REPLANTEO

Antes de dar comienzo las obras, se comprobará por el director de obra, en presencia del contratista o de su representante, el replanteo previo de las obras efectuado.

Una vez realizadas todas las comprobaciones antedichas y cuantas otras se consideren necesarias, se levantará el Acta de Comprobación del Replanteo, que reflejará la conformidad o disconformidad del replanteo respecto a los documentos contractuales del presente Proyecto, refiriéndose expresamente a las características geométricas del trazado y obras de fábrica, a la procedencia de materiales, así como a cualquier punto que, en caso de disconformidad, pueda afectar al cumplimiento del Contrato. El Acta se elevará a la Superioridad para su aprobación, si procediese.

Cuando el Acta de Comprobación del Replanteo refleje alguna variación respecto a los documentos contractuales del proyecto, deberá ser acompañado de un nuevo presupuesto, valorado a los precios del contrato.

43.2. COMPROBACIÓN DEL REPLANTEO

La comprobación del replanteo deberá incluir, como mínimo el eje principal de los diversos tramos de obra, y los ejes principales de las obras de fábrica, así como los puntos fijos o auxiliares necesarios para los sucesivos replanteos de detalle. Los puntos de referencia para sucesivos replanteos se marcarán mediante sólidas estacas, o si hubiera peligro de desaparición, con mojones de hormigón o piedra.

Los datos, cotas y puntos fijos se anotarán en un plano que será, el Plano de Replanteo de la Obra, y sustituirá al del Proyecto, el cual se unirá al expediente de obra, entregándose una copia al Contratista.

El Contratista se responsabilizará de la conservación de los puntos del replanteo que le hayan sido entregados.

Los gastos que se originen en el replanteo general o en parciales que pueda exigir el curso de las obras, no serán de abono. A todos los efectos, estarán incluidos implícitamente en el resto de las unidades de obra.

43.3. PLAN DE OBRA

En el plazo máximo de quince días hábiles, a partir de la aprobación del Acta de Comprobación del Replanteo, el Adjudicatario presentará el Plan de Obra, que incluirá los siguientes datos:

- Fijación de la clase de obras que integran el Proyecto, o indicación del volumen de las mismas.
- Determinación de los medios necesarios (Instalaciones equipos y materiales), con expresión de sus rendimientos medios.
- Estimación, en días calendario, de los plazos parciales de las diversas clases de obras.
- Valoración mensual y acumulada de la obra programada, sobre la base de los precios unitarios de adjudicación.

Cuando del Plan de Obra se deduzca la necesidad de modificar cualquier disposición contractual, dicho plan deberá ser redactado contradictoriamente por el Adjudicatario y el Ingeniero Director de Obra, acompañándose de la correspondiente propuesta de modificación para su tramitación reglamentaria. Una vez aprobado el Plan de Obra presentado por el Contratista éste sustituirá el Plan de Obra del Proyecto y se unirá al expediente de Obra.

44. EXCAVACIÓN EN ZANJAS

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias, para alojar las tuberías en el terreno. Su ejecución incluye las operaciones de excavación, nivelación y evacuación del terreno, y el consiguiente transporte de los productos excavados a depósito o lugar de empleo.

Se seguirán las especificaciones contenidas en el artículo 321 del Pliego PG-3/75.

El contratista notificará al Director de las obras, con la antelación suficiente, el comienzo de cualquier excavación, a fin de que éste pueda efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado. El terreno natural adyacente al de la excavación no se modificará ni removerá sin autorización del citado Director.

Una vez efectuado el replanteo de las zanjas o pozos, el Director autorizará la iniciación de las obras de excavación. La excavación continuará hasta llegar a la profundidad señalada en los Planos y obtenerse una superficie firme y limpia a nivel o escalonada, según se ordene. No obstante, el Director podrá modificar tal profundidad si, a la vista de las condiciones del terreno, lo estima necesario a fin de asegurar una cimentación satisfactoria.

También estará obligado el Contratista a efectuar la excavación de material inadecuado para la cimentación, y su sustitución por material apropiado, siempre que se lo ordene el Director.

En el caso de que los taludes de las zanjas o pozos, ejecutados de acuerdo con los planos y órdenes del Director, resulten inestables y, por tanto, den origen a desprendimientos antes de la recepción definitiva de las obras, el Contratista eliminará los materiales desprendidos.

Los fondos de las excavaciones se limpiarán de todo el material suelto o flojo y sus grietas y hendiduras se rellenarán adecuadamente. Asimismo, se eliminarán todas las rocas sueltas o desintegradas y los estratos excesivamente delgados.

Los sobreanchos de excavación necesarios para la ejecución de la obra deberán ser aprobados, en cada caso, por el Director de las obras.

El fondo y paredes laterales de las zanjas y pozos terminados tendrán la forma y dimensiones exigidas en los Planos, con las modificaciones debidas a los excesos inevitables autorizados; y deberán refinarse hasta conseguir una diferencia inferior a cinco centímetros (± 5 cm) respecto de las superficies teóricas.

45. DESMONTES Y RELLENOS PARA REGULARIZAR LA PLATAFORMA DE VERTIDO

Consta de trabajos de excavación para rectificar la superficie de la plataforma de vertido. Las técnicas, tanto de excavación como de relleno, son las propias de aplicación del Pliego PG-3/75 en los artículos 320 y 330, dada la naturaleza de los materiales.

El material excavado se empleará como material de préstamo en el caso de ser clasificado como adecuado para su uso.

Desmontes y terraplenes.

Las tierras excavadas se verterán en la plataforma del vertedero indicada en Planos como zonas de rellenos, hasta alcanzar las cotas y perfiles descritos en los Planos.

Si tras realizar la excavación del fondo del vaso se detectasen la presencia de limos colapsables, se profundizará en la excavación hasta eliminar dicho estrato.

Los materiales excavados presentarán con vistas al transporte y compactado un coeficiente de esponjamiento estimado de 1,3.

Se extenderán en tongadas tal como se indica en los perfiles. Las tongadas tendrán un espesor uniforme de 30-50 cm.

Los materiales de cada tongada serán de características uniformes; si no lo fueran, se conseguiría esta uniformidad mezclándose convenientemente con maquinaria adecuada para ello.

No se extenderá ninguna tongada mientras no se haya comprobado que la superficie subyacente cumple las condiciones exigidas, y sea autorizada su extensión por el Director de obra. Cuando la tongada subyacente se halle reblandecida por una humedad excesiva, no se autorizará la extensión de la siguiente.

Una vez extendida cada tongada, se procederá a la compactación mecánica de la misma, proporcionando a la plataforma de vertido las pendientes fijadas en los planos.

46. TERRAPLENES Y TIERRAS DE COBERTURA

Esta unidad consiste en la extensión y compactación de suelos procedentes de las excavaciones, en zonas de extensión tal que permita la utilización de maquinaria de elevado rendimiento. Su ejecución incluye las operaciones sucesivas siguientes:

- Preparación de la superficie de asiento del terraplén.
- Extensión de una tongada.
- Humectación o desecación de una tongada.
- Compactación de una tongada.

En su ejecución se seguirán las especificaciones contenidas en el artículo 330 del Pliego PG-3/75.

1 Preparación de la superficie de asiento del terraplén.

Si el terraplén tuviera que construirse sobre terreno natural, en primer lugar se efectuará, el desbroce del citado terreno y la excavación y extracción del material inadecuado.

A continuación, para conseguir la debida trabazón entre el terraplén y el terreno, se escarificará éste, con las indicaciones relativas a esta unidad de obra, y se compactará en las mismas condiciones que las exigidas para la zona de terraplén de que se trate, se mezclará con el del nuevo terraplén para su compactación simultánea; en caso negativo, será transportado a vertedero.

Cuando el terraplén haya de asentarse sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subálvea, se desviarán las primeras y captarán y conducirán las últimas, fuera del área donde vaya a construirse el terraplén, antes de comenzar su ejecución.

En los terraplenes a media ladera, el Director de las obras podrá exigir, para asegurar su perfecta estabilidad, el escalonamiento de aquélla mediante la excavación que considere pertinente.

2 Extensión de las tongadas.

Una vez preparado el cimiento del terraplén, se procederá a la construcción del mismo, empleando materiales que cumplan las condiciones establecidas anteriormente, los cuales serán extendidos en tongadas sucesivas, de espesor uniforme y sensiblemente paralelas a la explanada. El espesor de estas tongadas será lo suficientemente reducido para que, con los medios disponibles, se obtengan en todo su espesor el grado de compactación exigido.

Los materiales de cada tongada serán de características uniformes; y, si no lo fueran, se conseguirá esta uniformidad mezclándolos convenientemente con maquinaria adecuada para ello. No se extenderá ninguna tongada mientras no se haya comprobado que la superficie subyacente cumple las condiciones exigidas y sea autorizada su extensión por el Director. Cuando la tongada subyacente se halle reblandecida por una humedad excesiva, el Director no autorizará la extensión de la siguiente.

Durante la ejecución de las obras, la superficie de las tongadas deberá tener la pendiente transversal necesaria para asegurar la evacuación de las aguas sin peligro de erosión. Salvo prescripción en contrario, los equipos de transporte de tierras y extensión de las mismas operarán sobre todo el ancho de cada capa.

3 Humectación o desecación.

Una vez extendida la tongada, se procederá a su humectación si es necesario. El contenido óptimo de humedad se obtendrá a la vista de los resultados de los ensayos que se realicen en obras con la maquinaria disponible. En el caso de que sea preciso añadir agua, esta operación se efectuará de forma que humedeciendo de los materiales sea uniforme. En los casos especiales en que la humedad natural del material sea excesiva para conseguir la compactación prevista, se tomarán las medidas adecuadas; pudiéndose proceder a la desecación por oreo, o a la adición y mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas, tales como cal viva.

4 Compactación.

Conseguida la humectación más conveniente, se procederá a la compactación mecánica de la tongada. En la coronación de los terraplenes, la densidad que se alcance no será inferior a la máxima obtenida en el ensayo Proctor modificado. En los cimientos y núcleos de terraplenes la densidad que se alcance no será inferior al noventa y cinco por ciento (95%) de la máxima obtenida en dicho ensayo, en las tierras de cobertura en la capa de sellado, la densidad no será inferior al noventa por ciento (90%).

Las zonas que por su reducida extensión, su pendiente o proximidad a obras de fábrica permitan el empleo del equipo que normalmente se esté utilizando para la compactación de los terraplenes, se compactarán con los medios adecuados al caso, de forma que las densidades que se alcancen no sean inferiores a las obtenidas en el resto del terraplén. Si se utilizan para compactar rodillos vibrantes, deberán darse al final unas pasadas sin aplicar vibración, para corregir las perturbaciones superficiales que hubiere podido causar la vibración y sellar la superficie.

Los terraplenes se ejecutarán cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a dos grados centígrados (2º C), debiendo suspenderse los trabajos cuando la temperatura descienda por debajo de dicho límite. Sobre las capas en ejecución debe prohibirse la acción de todo tipo de tráfico hasta que se haya completado su compactación. Si ello no es factible, el tráfico que necesariamente tenga que pasar sobre ellas se distribuirá de forma que no se concentren huellas de rodadas en la superficie.

47. RELLENOS LOCALIZADOS

Esta unidad consiste en la extensión y compactación de suelos procedentes de excavaciones para relleno de zanjas, trasdós de obras de fábrica o cualquier otra zona cuyas dimensiones no permitan la utilización de los mismos equipos de maquinaria con los que se lleva a cabo la ejecución de terraplenes.

En su ejecución se cumplirán las prescripciones contenidas en el artículo 332 del Pliego PG-3/75.

Los equipos de extendido, humectación y compactación serán los apropiados para garantizar la ejecución de la obra de acuerdo con las exigencias del presente Artículo.

1 Preparación de la superficie de asiento de los rellenos localizados.

En las zonas de ensanche o recrecimiento de antiguos rellenos se prepararán éstos a fin de conseguir la unión entre el antiguo y el nuevo relleno, y la compactación del antiguo talud. Las operaciones encaminadas a tal objeto serán las indicadas por el Director de las obras. Si el material procedente del antiguo talud cumple las condiciones exigidas para la zona de relleno de que se trate, se mezclará con el del nuevo relleno para su compactación simultánea; en caso contrario, el Director decidirá si dicho material debe transportarse a vertedero.

Cuando el relleno haya de asentarse sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subálvea, se desviarán las primeras y captarán y conducirán las últimas fuera del área donde vaya a construirse el relleno antes de comenzar la ejecución. Estas obras, que tendrán el carácter de accesorias, se ejecutarán con arreglo a las instrucciones del Director.

Salvo en el caso de zanjas de drenaje, si el relleno hubiera de construirse sobre terreno inestable, turba o arcilla blanda, se asegurará la eliminación de este material o su consolidación.

2 Extensión y compactación.

Los materiales de relleno se extenderán en tongadas sucesivas de espesor uniforme y sensiblemente horizontales. El espesor de estas tongadas será lo suficientemente reducido para que, con los medios disponibles, se obtenga en todo su espesor el grado de compactación exigido.

Cuando el Director lo autorice, el relleno junto a obras de fábrica podrá efectuarse de manera que las tongadas situadas a uno y otro lado de la misma no se hallen al mismo nivel. En este caso, los materiales del lado más alto no podrán extenderse ni compactarse antes de que hayan transcurrido catorce días (14) desde la terminación de la fábrica contigua; salvo en el caso de que el Director lo autorice, previa comprobación, mediante los ensayos que estime pertinente realizar, del grado de resistencia alcanzado por la obra de fábrica. Junto a las estructuras aporticadas no se iniciará el relleno hasta que el dintel no haya sido terminado y haya alcanzado la resistencia que el Director estime suficiente.

El drenaje de los rellenos contiguos a obras de fábrica se ejecutará antes de, o simultáneamente a, dicho relleno, para lo cual el material drenante estará previamente acopiado de acuerdo con las órdenes del Director.

Los materiales de cada tongada serán de características uniformes; y si no lo fueran, se conseguirá esta uniformidad mezclándolos convenientemente con los medios adecuados.

Durante la ejecución de las obras, la superficie de las tongadas deberá tener la pendiente transversal necesaria para asegurar la evacuación de las aguas sin peligro de erosión.

Una vez extendida la tongada, se procederá a su humectación, si es necesario. El contenido óptimo de humedad se determinará en obra, a la vista de la maquinaria disponible y de los resultados que se obtengan de los ensayos realizados.

En los casos especiales en que la humedad del material sea excesiva para conseguir la compactación prevista, se tomarán las medidas adecuadas, pudiéndose proceder a la desecación por oreo o a la adición y mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas, tales como cal viva.

Conseguida la humectación más conveniente, se procederá a la compactación mecánica de la tongada.

El grado de compactación a alcanzar en cada tongada dependerá de la ubicación de la misma, y en ningún caso será inferior al mayor del que posean los suelos contiguos a su mismo nivel. Las zonas que, por su forma, pudieran retener agua en su superficie, se corregirán inmediatamente por el Contratista.

Los rellenos localizados se ejecutarán cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a dos grados centígrados (2ºC); debiendo suspenderse los trabajos cuando la temperatura descienda por debajo de dicho límite.

Sobre las capas en ejecución debe prohibirse la acción de todo tipo de tráfico hasta que se haya completado su compactación. Si ello no es factible, el tráfico que necesariamente tenga que pasar sobre ellas se distribuirá de forma que no se concentre huellas de rodadas en la superficie.

48. TRANSPORTE A ZONA DE ACOPIOS O A LUGAR DE EMPLEO

Consiste en el traslado de material procedente de excavación o de rebaje, entre dos puntos de la misma obra o a zona de acopios. El trayecto a recorrer cumplirá las condiciones de anchura libre y pendiente adecuada a la maquinaria a utilizar.

La operación de carga se ha de hacer con precauciones necesarias para conseguir unas condiciones de seguridad suficientes.

El transporte se ha de realizar en un vehículo adecuado, para el material que se desee transportar, dotado de los elementos que hacen falta para su desplazamiento correcto. Durante el transporte se protegerá el material para que no se produzcan perdidas en el trayecto.

49. BASES GRANULARES DE ZAHORRA

Consiste en la extensión y compactación de material granular en caminos de acceso, cumpliendo las especificaciones del artículo 501 del Pliego PG-3/75. En esta partida se incluyen:

- Preparación y comprobación de la superficie de asiento.
- Aportación del material.
- Extensión, humectación y compactación de la tongada.
- Refino de la superficie de la tongada.

Se alcanzará como mínimo, el grado de compactación previsto según la NTL-108/72 (ensayo Proctor Modificado).

Tolerancias de ejecución:

- Replanteos de rasantes ....+ 0.
- Nivel de la superficie...-1/5 del espesor teórico.
- Planeidad .... + -30 mm.

La capa no se extenderá hasta que se haya comprobado que la superficie sobre la que ha de asentarse tiene las condiciones de calidad y forma prevista, con las tolerancias establecidas. Si en esta superficie hay defectos o irregularidades que excedan de las tolerables, se corregirán antes de la ejecución de la partida de obra.

No se puede extender ninguna tongada mientras no se haya comprobado la compactación de las capas subyacentes.

La humedad óptima de compactación, deducida del "Ensayo Proctor Modificado", según la norma NTL 108/72, se ajustará a la composición y forma de actuación del equipo de compactación.

El material se puede utilizar siempre que las condiciones climatológicas no hayan producido alteraciones en la humedad de tal manera que se supere en más de un 2% de la humedad óptima.

Antes de extender una tongada se puede homogeneizar y humedecer, si se considera necesario. La extensión se ha de realizar con cuidado, evitando segregaciones y contaminaciones, en tongadas de grosor comprendido entre 20 y 30 cm.

Todas las aportaciones de agua han de hacerse antes de la compactación. Después, la única compactación admisible es la preparación para la colocación de la capa siguiente.

La compactación ha de efectuarse longitudinalmente; empezando por los cantos exteriores progresando hacia el centro para solaparse cada recorrido en un ancho no inferior a 1/3 del ancho del elemento compactador.

Las zonas que, por su reducida extensión, por su pendiente o proximidad a obras de paso o desagüe, muros o estructuras, no permiten la utilización del equipo habitual, se han de compactar con los medios adecuados al caso para conseguir la densidad prevista.

No se autorizará el paso de vehículos y maquinaria hasta que la capa no se haya consolidado suficientemente. Los defectos que se deriven de este incumplimiento han de ser reparados por el contratista.

Las irregularidades que excedan de las tolerancias especificadas en el apartado anterior han de ser corregidas por el constructor. Será necesario escarificar en una profundidad de 15 cm añadiendo o retirando el material necesario para volver a compactar.

50. EXTENDIDO Y COMPACTADO DE TONGADAS DE ARCILLA.

Una vez extendida la tongada, se procederá a su humectación si es necesario. El contenido de humedad óptimo se obtendrá a la vista de los resultados de los ensayos que se realicen en obra con la maquinaria disponible. En general será del -1 a + 3% de la humedad óptima, correspondiente al ensayo Proctor modificado, particularmente del lado húmedo.

En el caso de que sea preciso añadir agua, esta operación se efectuará de forma que el humedecido de los material sea uniforme.

En los casos especiales en que la humedad natural del material sea excesiva para conseguir la compactación prevista se tomarán las medidas adecuadas, pudiéndose proceder a la desecación por oreo o por adición y mezcla de materiales secos. Nunca se añadirán materiales secos que una vez mezclados con la arcilla no den el índice de permeabilidad antes señalado.

1 Compactación de las tongadas.

Conseguida la humectación más conveniente, se procederá a la compactación mecánica de la tongada.

En coronación de refuerzos o terraplenes, la densidad que se alcance tratará de ser no inferior a la máxima obtenida en el ensayo Proctor modificado. Esta determinación se hará según la Norma de ensayo NLT-108/72. En los cimientos, capas inferiores y núcleos de terraplenes, la densidad a alcanzar no será inferior al noventa por ciento (90%) de la máxima obtenida en dicho ensayo.

Las zonas que por su reducida extensión, su pendiente o proximidad a obras de fábrica no permitan el empleo del equipo que normalmente se está utilizando para la compactación de los terraplenes, se compactarán con los medios adecuados al caso, de forma que las densidades que se alcancen no sean inferiores a las obtenidas en el resto del terraplén.

Si se utilizan para compactar rodillos vibrantes, deberán darse al final unas pasadas sin aplicar vibración, para corregir las perturbaciones superficiales que hubiera podido causar la vibración y sellar la superficie.

Cuando el Contratista justifique, de manera exhaustiva, que las arcillas empleadas en la formación de terraplenes son de tal naturaleza que no es factible conseguir las densidades exigidas, ni con los equipos ni con las técnicas previstas en el Contrato, la Administración autorizará la aplicación de una humectación y/o compactación adicionales.

Las zonas que por su forma pudieran retener agua en su superficie se corregirán inmediatamente por el Contratista, escarificándolas para asegurar la trabazón si el recrecido es superior a la mitad del espesor de la tongada.

2 Limitaciones de la ejecución.

Los terraplenes se ejecutarán cuando la temperatura ambiente a la sombra sea superior a dos grados centígrados (2ºC), debiendo suspenderse los trabajos cuando la temperatura esté debajo de dicho límite.

Sobre las capas en ejecución se prohíbe la acción de todo tipo de tráfico, hasta que se haya completado su compactación. Si ello no es factible, el tráfico que necesariamente tenga que pasar sobre ellas se distribuirá de forma que no se concentren rodadas en la superficie.

3 Terminación y refino de la explanada.

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para conseguir el acabado geométrico de la explanada.

Cuando haya que proceder a un recrecido de espesor inferior a la mitad (1/2) de la tongada compactada, se procederá previamente a un escarificado de todo el espesor de las misma, con objeto de asegurar la trabazón entre el recrecido y el asiento.

La superficie resultante de la explanada será completamente lisa, sin que presente badenes donde se pueda retener la lluvia. A partir de su zona más alta presentará pendientes constantes en todas direcciones nunca inferiores al 1%.

51. COLOCACIÓN DE LAS LÁMINAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD).

La extensión y colocación de geomembranas se realizará de forma continua. Así mismo se realizarán los taludes y la base de forma diferenciada e independiente. Las láminas una vez presentadas se soldarán cuidando que su temperatura sea la misma para evitar tensiones en las soldaduras.

Las operaciones de cierre de cierre de base y talud y anclaje a obras de fábrica se realizarán a las horas más frías del día. Los pasos seguir para la colocación son los siguientes:

1 Extensión y numeración de los paños.
2 Anclaje provisional de los mismos (si fuere necesario).
3 Soldadura y numeración de las mismas.
4 Comprobación de soldaduras.
5 Anclaje definitivo.

Bajo ninguna circunstancia se permitirá el tráfico no controlado de maquinaria sobre la geomembrana sin una protección adecuada.

Soldaduras

Las geomembranas de polietileno de alta densidad serán unidas única y exclusivamente por alguno de los métodos que se indican a continuación. No se permitirán uniones de tipo adhesivo, químico u otros que no se hallen contemplados en este punto.

1 Soldadura doble.

La soldadura de las geomembranas será siempre del tipo doble con canal intermedio de comprobación. Las dimensiones de esta soldadura serán las de la figura adjunta. La anchura del solape será siempre mayor de 10 cm.

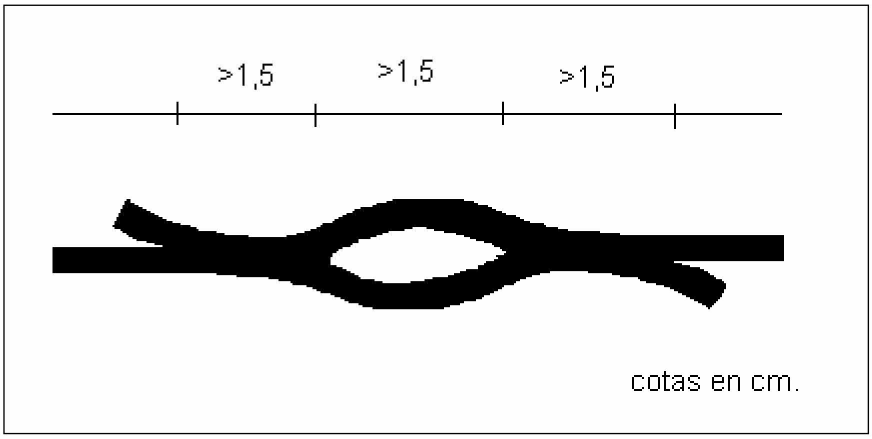


Fig 1: Dimensiones mínimas de la soldadura doble

La maquinaria a utilizar podrá ser de cuña caliente, aire caliente o ambas, pero siempre será automática, y con un sistema de control de la temperatura de soldado, a ser posible digital y con impresión de las condiciones de soldadura: (presión de los rodillos, velocidad y temperatura).

La temperatura y velocidad de soldadura, se regulará según las condiciones climatológicas, y a partir de ensayos previos realizados in- situ con tensiómetro automático de campo.

Las geomembranas a soldar estarán limpias y exentas de polvo o grasa, para lo cual en ocasiones será necesario limpiarlas con un paño previamente.

Las soldaduras dobles con canal de comprobación se comprobarán según UNE 104-481-3-2. Aquellas soldaduras que no cumplan la anterior comprobación podrán repararse de alguna de las dos formas siguientes:

- Si el punto de fuga es localizable se reparará mediante una soldadura por extrusión.

- Si la soldadura es completamente defectuosa se reparará insertando un nuevo paño del mismo material de anchura no inferior a 1 m el cual se suelda a los paños cuya soldadura era defectuosa, comprobándose de nuevo las nuevas soldaduras.

2 Soldadura por extrusión.

Se realiza con una máquina extrusora portátil que aporta material del mismo tipo que la geomembrana. Se pondrá especial énfasis en que la materia prima de la geomembrana y el material de aporte reúnan las mismas características técnicas, para garantizar la durabilidad de la soldadura. La operación de soldadura por extrusión consiste en:

- Limpieza enérgica de la zona a soldar.
- Unión mediante calor.
- Lijado de una zona de aproximadamente de 6 cm. común a ambas láminas. Este lijado se realizará siempre en dirección perpendicular a la soldadura, no eliminando más de un 10% del espesor de la lámina.
- Extrusión del material de aporte.

El cordón de soldadura tendrá una anchura mínima de 3 cm y una altura mínima del espesor de la geomembrana. La comprobación de ésta soldadura se podrá realizar dejando embebido un cordón de hilo de cobre para su comprobación con chispómetro, o mediante el procedimiento de la campana de vacío. Este tipo de soldadura será solo utilizable en zonas de unión de varios paños y en puntos donde no sea posible la realización de la soldadura doble.

Anclajes

Anclaje en zanja: Las láminas de impermeabilización se anclarán en la coronación de los taludes en una zanja. Con el fin de no deteriorar la coronación del talud y facilitar la unión con fases futuras de ampliación del vertedero, la mencionada zanja se separará del borde del talud al menos 1 m. Esta zanja servirá también para el anclaje de los demás geosintéticos que componen el sistema de impermeabilización. Las dimensiones mínimas a exigir a dicha zanja serán las de la figura siguiente.

Si existiesen varias capas de geosintéticos a anclar se podrá utilizar más de una zanja, disponiéndose la siguiente detrás de esta con las mismas dimensiones mínimas y separación.

Una vez soldada y comprobada la geomembrana, la zanja se rellenará con el propio producto de la excavación y se compactará. Aunque no es necesario la zanja puede rellenarse con gravas u hormigón.

52. CAPA DE DRENAJE GRANULAR.

Los acopios de cada tipo de material se formarán y explotarán de forma que se evite la segregación y contaminación del mismo. En especial, se tendrán presentes las siguientes precauciones: evitar una exposición prolongada del material a la intemperie, formar acopios sobre una superficie que no contamine al material, y evitar la mezcla de distintos tipos de materiales.

Se eliminarán de los acopios las zonas segregadas o contaminadas por polvo, por contacto con la superficie de apoyo, o por inclusión de materiales extraños.

Si el relleno hubiera de asentarse sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subálvea, se desviarán las primeras y captarán y conducirán las últimas fuera del área donde vaya a construirse el relleno, antes de comenzar su ejecución. Estas obras se ejecutarán de acuerdo con las indicaciones del Director de Obra.

Los materiales de relleno se extenderán en tongadas sucesivas, de espesor uniforme y sensiblemente horizontal. El espesor de estas tongadas será lo suficientemente reducido para que, con los medios disponibles, se obtenga en todo su espesor el grado de compactación exigido. Cuando una tongada deba estar constituida por materiales de distinta granulometría, se adoptarán las medidas necesarias para crear entre ellos una superficie continua de separación.

Antes de proceder a extender cada tipo de material, se comprobará que es homogéneo y que su humedad es la adecuada para evitar su segregación durante su puesta en obra, y para conseguir el grado de compactación exigido. Si la humedad no es adecuada, se adoptarán las medidas necesarias para corregirla, sin alterar la homogeneidad del material.

Tras su instalación, esta capa deberá compactarse hasta alcanzar una resistencia al cono de 1,5 Nm/m^2 a 10 cm de profundidad bajo la superficie.

Los trabajos se realizarán de modo que se evite en todo momento la contaminación del relleno por materiales extraños, o por la circulación, a través del mismo, de agua de lluvia cargada de partículas finas. A tal efecto, los rellenos se ejecutarán en el menor plazo posible y, una vez terminados, se cubrirán con geotextil para evitar su contaminación.

También se adoptarán las precauciones necesarias para evitar la erosión o perturbación de los rellenos en ejecución por lluvia, así como encharcamientos superficiales de agua.

Si, a pesar de las precauciones adoptadas, se produjera la alteración del relleno, se procederá a eliminar el material afectado y a sustituirlo por otro en buenas condiciones. Esta operación no será abonable.

Sobre las capas en ejecución debe prohibirse la acción de todo tipo de tráfico, hasta que se haya completado la compactación. Si ello no fuera posible, se distribuirá de forma que no se concentren las huellas de rodadura en superficie.

Cuando a juicio del Director de obra la pendiente del terreno no permitiera la instalación del material de drenaje, podrá sustituirse éste por drenaje de tejido de polietileno, bien de malla no orientada o de fibra no tejida, según las especificaciones de este Pliego.

En todo caso, se pondrá atención para evitar daños sobre las tuberías de drenaje y, en general, sobre la impermeabilización superficial.

53. GEOTEXTILES

El material recibido en obra se identificará según EN UNE 10320.

La extensión de los geotextiles se hará de forma continua, cuidando el anclaje eventual de los mismos durante la instalación para evitar posibles movimientos por viento.

Los geotextiles se unirán por termofusión o cosido con hilo sintético de los mismos con un solapo mínimo de 20 cm.

Si las uniones se realizan por simple solape este no será menor de 50 cm. Se evitarán las uniones transversales en los taludes a no ser que estas se realicen por cosido. Cuando sea preciso las uniones podrán ser ensayadas según UNE EN ISO 10321.

Se pondrá especial cuidado en la instalación de los geotextiles de filtro.

54. GEOCOMPUESTOS IMPERMEABILIZANTES

La forma de unión de la manta de bentonita será mediante solape de no menos de 15 cm con pasta de bentonita o polvo de bentonita entre ambos paños. En uniones transversales este solape será de más de 30 cm. Se recomienda el empleo de productos de anchos superiores o iguales a 5 m.

55. GEOCOMPUESTOS DRENANTES

Los geocompuestos drenantes se colocarán de forma continua colocando seguidamente el material que le siga para evitar su desplazamiento por el viento. En cuanto a la unión se realizará de forma que el núcleo que lo forma quede “a testa” y se solape el geotextil con 10 cm. mínimo unido por termofusión para asegurar la continuidad del filtro.

Los materiales recibidos en obra vendrán empaquetados y etiquetados según UNE EN 10320.

En taludes se evitarán uniones transversales. Caso de realizarse se unirán también los núcleos de forma que la resistencia de la unión se mantenga.

56. CONTROL DE CALIDAD DE GEOSINTÉTICOS

El sistema de control de calidad de geosintéticos en el vertedero comprenderá las siguientes fases:

1 Controles previos a la puesta en obra. Supone la verificación de que los materiales enviados a obra corresponden con las especificaciones de la misma.
2 Controles durante la instalación. Es la comprobación de que dichos materiales están instalados de acuerdo el proyecto y las especificaciones de instalación.
3 Verificación de la durabilidad. Supone que los materiales cumplirán satisfactoriamente las condiciones de la instalación y las funciones para los cuales están diseñados durante su vida útil.

Controles previos a la puesta en obra

a. Controles en la fabricación: Las geomembranas suministradas por el fabricante en rollos vendrán identificadas con su número de fabricación, y embaladas adecuadamente para permitir su fácil manipulación en la carga y descarga.

   Todos los componentes del sistema de impermeabilización suministrados vendrán debidamente etiquetadas y empaquetadas según UNE EN 10320.

b. Controles a la recepción a pie de obra: Se controlará que los rollos lleguen a pie de obra en perfectas condiciones.

En el caso de geomembranas se suministrará un certificado de control de calidad por cada rollo, y en el resto de materiales un certificado de calidad por lote de fabricación.

En dichos certificados el productor indicará, el lote de fabricación, el valor medio de cada ensayo y el rango de variación de ese valor.

Se controlará la identificación de los rollos en obra y la correspondencia con los certificados, igualmente se comprobará el correcto estado del material en su recepción.

Los materiales serán descargados en obra en zona adecuada que garantice la inalterabilidad de los mismos.

Para los productos, la frecuencia y el tipo de ensayos se determinarán a juicio de la Dirección de obra.

c. Evaluación de la conformidad: Para evaluar si el material es conforme se cogerán dos muestras A y B, de dos rollos diferentes de largo suficiente y a todo el ancho del rollo realizándose ensayos en sentido longitudinal y transversal.

Se realizarán los ensayos en la muestra A:

- Si el valor obtenido es mayor que el valor medio menos el 95% del rango de variación, el material es conforme.

- Si el valor obtenido es menor que el valor medio menos el 99% del rango de variación, el material no es conforme.

- Si el valor obtenido está entre el valor medio menos el 95% del rango de variación y valor medio menos el 99% del rango de variación, se ensayará la muestra B:
  - Si el valor obtenido de la muestra B cumple según a) el material es conforme.
  - Si el valor obtenido de la muestra B es menor que el valor medio menos el 95% del rango de varia ción, el material no es conforme

Las muestras no se tomarán de los extremos de los rollos.

d. Controles en su manipulación: El instalador será responsable de que los materiales sean manipulados adecuadamente, y para ello cumplirá los siguientes puntos:

- Que la maquinaria y las herramientas utilizadas en su manipulación sean las adecuadas, y no dañe los materiales.

- Que ninguna de las personas que están trabajando sobre las geomembranas fumen, lleven calzado que pueda dañarla o realicen otro tipo de operaciones que puedan deteriorarlas.

- Que el método utilizado para desenrollarlas, no cause arañazos ni deteriore el suelo del soporte o el geotextil de base.

- Que se coloquen contrapesos durante su instalación para prevenir descolocaciones por causa del viento.

- Que se prohíba el tráfico sobre la lámina o se proteja adecuadamente con geotextil geocompuesto de protección u otros medios.

Controles durante la instalación

Para geomembranas durante la instalación se debe realizar un plan de control de calidad en el cual se detallen los ensayos realizados así como su frecuencia, para ello se realizará un plano de despiece de los paños de láminas tal y como han sido colocados haciendo referencia al número de rollo al que corresponden y en el que se nombrarán las soldaduras por los números de paños a los que unen, es decir:

Nº de rollo: ....N (especificado por el fabricante)
Paños:...N1; N2; N3...
Soldadura:... N2-N7; N3-N1…

En dicho plano quedaran reflejados los ensayos de control realizados, identificación, tipo, fecha y hora de ejecución, resultado y fecha de la reparación si hubiese sido necesaria. Se distinguen dos tipos de controles de instalación:

- Control de Prueba: se realiza una vez ajustados los parámetros de soldadura de la máquina sobre dos retales de lámina de más de 1 m de largo y antes de que esta entre en el tajo a funcionar.

- Control en Obra: se realiza sobre la soldadura definitiva ejecutada en Obra.

Los parámetros de soldadura automática son como mínimo: la velocidad, temperatura y presión de los rodillos. Para la soldadura por extrusión la temperatura del extrudado.

A su vez los ensayos pueden ser: NO Destructivos y Destructivos.

El control de Instalación se podrá realizar como sigue:

- Ensayos NO Destructivos

Ensayos No Destructivos en OBRA:

- En soldaduras con canal central por termofusión con cuña o aire caliente.
- Ensayo de aire a presión según norma UNE 104-481.
- En soldaduras por extrusión con cordón ó granulado de la misma resina.

  Soldadura de hasta 1 m de longitud y sobre perfil de PEAD:

  Ensayo de Vacío (Anexo nº 3 norma UNE 104-425).
  Inspección visual sistemática.
  Control mediante potenciómetro de campo (chispómetro).

  Soldadura de más de 1 m de longitud:

  Ensayo de Vacío (Anexo nº 3 norma UNE 104-425).
  Control mediante potenciómetro de campo (chispómetro).

Ensayos NO Destructivos en PRUEBA:

- Ensayo de Pelado / Corte en Laboratorio según norma UNE 104- 304.
- Ensayo de Pelado/ Corte en Obra con Tensiómetro de campo con muestra de ancho 2, 5 cm, tomada a no menos de 30 cm del borde de un tramo de soldadura en prueba de 1 m de longitud min. y procedimiento de ensayo según norma UNE 104- 304.

- Ensayos Destructivos

A juicio del Director de Obra podrá preverse un Plan de Ensayos Destructivos con toma de muestras sobre las soldaduras en OBRA y ensayos de Pelado/ Corte en laboratorio. El criterio deberá ser restrictivo para provocar la mínima necesidad de reparaciones sobre la geomembrana.

ENSAYO	NºENSAYOS
Ensayos No destructivos en obra	
Ensayo aire a presión en soldaduras	100%
Soldaduras por extrusión	100%
Ensayos No destructivos en prueba	
Ensayo de pelado/corte	100%
Ensayos Destructivos	
Ensayo de pelado/corte	100%
Ensayo de tracción	100%

Para la evaluación de la conformidad de las soldaduras se seguirá el criterio de la tabla siguiente:

ENSAYO	UNIDAD	VALOR ACEPTACIÓN
Ensayos No destructivos en obra		
Ensayo aire a presión en soldaduras	kPa	200
Soldaduras por extrusión	-	estanco a 5 psi
Ensayos No destructivos en prueba		
Ensayo de pelado	N/mm	>17 lámina rugosa >20 lámina lisa
Ensayos Destructivos		
Ensayo de pelado	N/mm	>17 lámina rugosa >20 lámina lisa

Los ensayos de las soldaduras se realizarán una vez realizadas estas de forma que el control no entorpezca los trabajos de instalación, ni se tenga que romper una soldadura para su ensayo, esto implica que las muestras de los ensayos destructivos se tomarán siempre en la zona final o inicial de la soldadura, y los ensayos por aire se realizarán antes de que se taponen los extremos de la soldadura por nuevas láminas.

Además, se controlará la correcta instalación de la geomembrana entre otros en los siguientes términos:

- Holgura de las láminas: Una excesiva holgura en la lámina produce dobleces y arrugas cuando ésta soporta la carga del material de drenaje o el vertido. Es particularmente importante cuando existen un geocompuesto de bentonita debajo ya que la efectividad de ésta depende directamente del contacto íntimo entre la lámina y el geocompuesto.

- Lijado: El lijado de las láminas cuando se va a realizar una soldadura por extrusión, debe realizarse en la dirección normal a la soldadura y cuidar que el espesor de la lámina después de esta operación no sea inferior al 90% del espesor nominal.

En la instalación de geotextiles y otros productos se vigilará que los solapos se realicen por el método indicado (unión por calor, cosido...) y que sus dimensiones son las correctas.

Controles después de la instalación

Una vez finalizada la instalación se puede controlar la estanqueidad de la obra después de extender las capas de drenaje, así como a largo plazo.

Para ello el único sistema posible es la detección de fugas. Los sistemas más avanzados son los de detección eléctrica de fugas los cuales pueden ser instalados durante la impermeabilización o bien pueden detectar fugas en obras en los que no se ha hecho una instalación de detección previa.

57. TIERRA VEGETAL A PARTIR DE SUELOS MEZCLADOS CON BIOESTABILIZADO

Con la frecuencia de ensayos realizados durante la ejecución de las obras, tal y como se define en el Plan de Control de Calidad, se determinará la dosis óptima de bioestabilizado que permita obtener una mezcla de tierra vegetal agronómicamente apto, según los parámetros fijados en el siguiente apartado.

A título informativo para tierras vegetales de excavación, se realizarán los ensayos indicados en la siguiente tabla.

ENSAYO	NORMA	CADENCIA
Análisis granulométrico por tamizado	UNE 103101	1 cada 1.000 m³
Análisis de pH en H_2O	UNE-EN ISO 17892-4	1 cada 1.000 m³
Análisis de la conductividad eléctrica	UNE EN 13038	1 cada 1.000 m³
Contenido en materia orgánica	UNE 7368	1 cada 1.000 m³
Contenido en nitrógeno total	UNE 77306	1 cada 1.000 m³
Relación C/N	UNE 77306	1 cada 1.000 m³
Contenido de fósforo en suelos	UNE 77324	1 cada 1.000 m³
Contenido de potasio, calcio y magnesio	UNE EN 15477/ UNE EN 15961	1 cada 1.000 m³

Los mismos ensayos se realizarán para la mezcla de los suelos con el material bioestabilizado. Los parámetros exigidos a la mezcla para poder ser utilizada en la capa de cobertura vegetal del sellado son:

ENSAYO	UNIDAD	VALOR DE ACEPTACIÓN
Análisis granulometrico por tamizado		
Arenas	%	40-80
Limos	%	10-40
Arcillas	%	10-40
Valores del pH en agua		6,00-8,00
Conductividad eléctrica	µs/cm	1.000-8.500
Contenido en materia orgánica	%	1,50-3,50
Contenido en nitrógeno total	%	0,10-0,40
Relacion C/N		8,00-14,00
Contenido en fósforo	ppm	200-250
Contenido en potasio	ppm	200-250
Contenido en calcio	ppm	700-750
Contenido en magnesio	ppm	150-200

58. ENMIENDAS ORGÁNICAS DE MATERIAL BIOESTABILIZADO

Los requisitos agronómicos del material bioestabilizado a emplear, no inscrito en el Registro de Productos Fertilizantes para su aplicación a través de la operación R 10 para su uso en restauración de la capa de sellado se detallan en la tabla siguiente. Estos requisitos agronómicos nos determinan los contenidos mínimos de las analíticas del material bioestabilizado, a partir de la tabla del apartado

3.1 del Decálogo para la utilización del material bioestabilizado y del compost, y que se incluye a continuación:

	UNIDADES	**VALOR LÍMITE**
PARÁMETROS AGRONÓMICOS		
pH		6-8
Conductividad eléctrica	dS/m	<10000
Humedad	%	≤40
Materia orgánica	%	>25
Relación Corgánico/Norgánico	….	<20
Nitrógeno Total (N)	%	>1
Nitrógeno Orgánico	%	>1
Nitrógeno Amoniacal	%	>1
Óxidos de Fósforo (P_2O_5)	%	>1
Óxidos de Potasio (K_2O)	%	>1
Partículas que pasan por la malla de 25mm	%	>90
IMPUREZAS		
Las piedras y gravas eventualmente presentes, de diámetro superior a 5mm	%	≤5
Las impurezas(metales, vidrios y pláticos) eventualmente presentes de diámetro superior a 2mm	%	≤3
MADUREZ		
RotteGrade	….	Mínimo III
METALES PESADOS		
Cadmio (Cd)	mg/kg sms	<3
Cobre (Cu)		<400
Niquel (N)		<100
Plomo (Pb)		<200
Zinc (Zn)		<1.000
Mercurio (Hg)		<2,5
Cromo (Cr)		<300
HIGIENIZACIÓN		
Salmonella	Ausencia en 25 g. de material bioestabilizado	
Escherichia coli	NMP/g	<1.000

59. MEZCLAS DE SEMILLAS PARA LA HIDROSIEMBRA

En la aportación de las semillas para realizar la mezcla se comprobarán los siguientes parámetros:

- Porcentaje de composición por especies
- Certificación de las semillas empleadas.

60. EJECUCIÓN DE ESCOLLERA EN PIE DE TALUD

Antes del inicio del vertido y/o colocación de la escollera se comprobará que los taludes y perfiles de las superficies de apoyo se ajustan a los indicados en los planos para las diferentes secciones tipo.

Las piedras o cantos de la escollera se colocarán de forma que se obtengan las secciones transversales indicadas en los planos.

El frente de las piedras será uniforme y carecerá de lomos y depresiones, sin piedras que sobresalgan o formen cavidades respecto a la superficie general.

La altura del muro de escollera en el pie de talud será de hasta 80 cm y se podrá ejecutar como un muro de escollera de una sola altura con piedras de tamaño suficiente o de dos alturas si las piedras son de menor tamaño.

En el caso de ejecutar la escollera en dos alturas, se colocarán siempre las piedras de mayor tamaño en la base y las de menor tamaño encima de estas.

CAPITULO IV: MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS

61. NORMAS GENERALES

Todas las unidades de obra se medirán y abonarán por su volumen, superficie, peso o cantidad, de acuerdo a como figuran especificadas en los Cuadros de Precios.

Las mediciones para ejecución y abono de las obras, incluyendo todos los conceptos, serán de cuenta del Contratista.

El Contratista deberá entregar a la Dirección Facultativa memoria y planos completos y detallados de las obras ejecutadas conforme estas van realizándose y, en cualquier caso, mensualmente.

La Dirección Facultativa, tomando como base las mediciones comprobadas de las unidades de obra ejecutadas y los precios de contrato, redactará la correspondiente relación valorada al origen.

Los precios unitarios definidos en el Cuadro de Precios nº 1, con la baja que resulte en la licitación si tal fuera el caso, son los que sirven de base al Contrato y el Contratista no podrá reclamar que se introduzca modificación en ellos bajo ningún pretexto de error u omisión.

Para las unidades nuevas que puedan surgir, y para las que sea preciso un precio contradictorio, se especificará claramente al acordarse este modo de abono; en otro caso, se establecerá lo admitido en la práctica habitual o costumbre de la construcción.

Si el Contratista construye mayor volumen de cualquier unidad de obra que el correspondiente a los dibujos que figuran en los Planos, o a sus reformas autorizadas, por su conveniencia, por alguna causa imprevista o por cualquier otro motivo, no le será de abono ese exceso de obra. Si a juicio del Ingeniero Director ese exceso de obra resultase perjudicial, el Contratista tendrá la obligación de rehacer la obra a su costa nuevamente con las dimensiones debidas.

Siempre que no se diga expresamente otra cosa en los precios o en el Pliego de Condiciones Generales, se considerarán incluidos en los precios del Cuadro nº 1, los agotamientos, entibaciones, el transporte a vertedero de los productos sobrantes o materiales, la limpieza de las obras y la reposición del terreno a su estado anterior, los medios auxiliares y todas las operaciones necesarias para terminar la unidad de obra de que se trate.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista responderá de la ejecución de la obra contratada y de las faltas que en ella hubiera, sin que sea eximente ni le dé derecho alguno la circunstancia de que la Dirección Facultativa haya examinado o reconocido, durante su construcción, las partes y unidades de la obra o los materiales empleados, y que hayan sido incluidos éstos y aquellas en las mediciones y certificaciones parciales.

Es obligación del Contratista la conservación de todas las obras y por consiguiente la reparación y reconstrucción de aquellas partes que hayan sufrido daños o que se compruebe que no reúnen las condiciones exigidas en este Pliego. Para estas reparaciones se atendrá estrictamente a las instrucciones que reciba del Ingeniero Director.

En ningún caso el Contratista tendrá derecho a reclamación fundándose en insuficiencia de precios o en la falta de expresión explícita en los precios o en el Pliego de Condiciones Generales, de algún material u operaciones necesarias para la ejecución de la unidad de obra.

62. ABONO DE OBRAS INCOMPLETAS O DEFECTUOSAS

Cuando, por rescisión del Contrato o cualquier otra causa, sea preciso abonar obras incompletas, se aplicarán precios descompuestos sin que pueda pretenderse la valoración de cualquier unidad descompuesta en forma distinta.

Si alguna obra no se hubiese ejecutado con arreglo a las condiciones del contrato, y sin embargo fuera admisible a juicio del Director de obra, podrá ser recibida provisional y definitivamente, pero el Contratista está obligado a aceptar la rebaja que el Director de obra imponga, salvo en el caso de que la demuela a su costa y la rehaga conforme a los estipulado en el Contrato.

63. EXCESOS INEVITABLES

Los excesos de obra que el Director de obra defina por escrito como inevitables, se abonarán a los precios que para las unidades realizadas se acuerde. Cuando ello no sea posible, se establecerán los oportunos precios contradictorios.

64. PARTIDAS ALZADAS

Las partidas alzadas se deberán justificar y se abonarán consignando las unidades de obra que comprenden a los precios unitarios del Contrato, o a los precios contradictorios aprobados si se trata de unidades de obra no incluidas en el Cuadro de Precios.

65. EXCAVACIÓN EN ZANJAS

La excavación en zanjas o pozos se abonará por metros cúbicos (m^3) deducidos a partir de las secciones teóricas en planos, más los excesos inevitables autorizados, por el Director de Obra.

El refino de las paredes de la zanja y la compactación del fondo, están incluidos en el precio de la excavación en zanja. El posible arranque de arbolado, maleza, arbustos, etc., se considera incluido en el precio de la excavación en zanja.

66. EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO

Se medirá y abonará por metros cúbicos (m^3) deducidos de los perfiles teóricos del Proyecto, más los excesos inevitables autorizados por el Director de Obra.

67. TRANSPORTE DE TIERRAS

No será objeto de abono independiente, considerándose incluido en el precio correspondiente de excavación, terraplén o relleno, según el caso.

68. TERRAPLENES Y RELLENOS LOCALIZADOS

Se medirá y abonará por metros cúbicos (m^3) deducidos de los perfiles teóricos del Proyecto, más los excesos inevitables autorizados por el Director de Obra.

69. CAPAS DE ZAHORRAS

Se medirá y abonará por metros cúbicos (m^3) deducidos de los perfiles teóricos del Proyecto, más los excesos inevitables autorizados por el Director de Obra.

70. OBRAS EN HORMIGÓN EN MASA Y ARMADO

Cuando en el contrato no se especifique precio por abono de hormigón se considerará que dicho abono está incluido en el del precio compuesto correspondiente.

71. TUBERÍAS

Los tubos serán medidos por metros de longitud (m) instalados y probados, medidos de acuerdo con los perfiles longitudinales de los planos de construcción.

Este criterio incluye las pérdidas de material correspondiente a recortes, así como la repercusión de las piezas especiales para colocar, por lo que no serán objeto de abono independiente. No se incluyen en este criterio los dados de hormigón para el anclaje de los tubos.

72. LÁMINAS, GEOTEXTILES, BENTONITAS Y GEODRENES

Se medirán y abonarán por metros cuadrados (m^2) de cada tipo, deducidos de las secciones teóricas de los planos. Los solapes están incluidos en el precio, por lo que no son objeto de abono independiente.

73. CUNETAS Y BAJANTES PARA EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES

Se medirán y abonarán por metros de longitud (m) de cada tipo de obra, deducidos de las plantas y perfiles teóricos de los planos.

74. MURO DE ESCOLLERA

El muro de escollera en pie de talud se abonará por metros cúbicos (m^3) realmente colocados, medidos en su emplazamiento. La unidad incluye todos los materiales y operaciones necesarios para dejar totalmente acabada e instalada la unidad de obra en su emplazamiento definitivo.

75. UNIDADES NO CONTEMPLADAS EN EL PLIEGO

Las unidades de obra que no se hayan contemplado en el presente Pliego se medirán y abonarán, de acuerdo con los criterios que fije el Director de Obra.

MADRID, NOVIEMBRE DE 2025
EL INGENIERO DE CAMINOS

Fdo: Luis F. Plaza Beltrán
Colegiado 12.830

DOCUMENTO Nº 4: PRESUPUESTO

CAPÍTULO Nº 1.- MEDICIONES

LISTADO DE MEDICIONES

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
CAPÍTULO 01 PREPARACIÓN DE CELDA DE VERTIDO								
SUBCAPÍTULO 01.01 DESMONTAJES PREVIOS RED DESGASIFICACIÓN								
01.01.01	**ud**	**DESMONTAJE CABEZAL POZO DE CAPTACIÓN PEAD 250** Desmontaje de cabezal de pozo de desgasificación existente para su rececrecido progresivo y conexión con nuevas conducciones proyectadas.						
		Pozos a recrecer	150				150,00	
								150,00
01.01.02	**m.**	**DESMONTAJE DE TUBERÍA GAS PE D=90 mm.SDR 17,6 BIOGÁS** Desmonaje y acopio para su posterior empleo o para posterior retirada a vertedero, de tubería ciega PEAD SDR17 D90 con banda amarilla. Incluye maquinaria y medios auxiliares necesarios y mano de obra.						
		Redes de tuberías a sustituir	1	11.850,00			11.850,00	
								11.850,00
01.01.03	**m.**	**DESMONTAJE DE TUBERÍA GAS PE D=250 mm.SDR 17,6 BIOGÁS** Desmonaje y acopio para posterior retirada a vertedero de tubería ciega PEAD SDR17.6 D250 con banda amarilla. Incluye maquinaria y medios auxiliares necesarios y mano de obra.						
		Redes de tuberías a sustituir	1	2.650,00			2.650,00	
								2.650,00
01.01.04	**ud**	**DESMONTAJE ESTACION DE REGULACION Y MEDIDA** Desmontaje de estación de regulación y medida con entradas en DN90 formada y colector de salida de DN250, incluyendo mano de obra, maquinaria y medios auxiliares necesarios.						
			10				10,00	
								10,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
SUBCAPÍTULO 01.02 MOVIMIENTO DE TIERRAS Y PERFILADOS								
01.02.01	**m3**	**EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO** Excavación a cielo abierto, medios mecanicos, en todo tipo de terreno incluso roca, incluyendo agotamiento en caso de ser necesario, medido sobre perfil.						
		(*)Medición según MDT						
		Retirada de capa de cobertura hasta lámina	1	282.506,00			282.506,00	
								282.506,00
01.02.02	**m3**	**CARGA Y TRANSPORTE EN OBRA** Carga y transporte en obra de material sin clasificar, medido s/camión, con medios mecánicos.						
		Material destinado a acopio para explotación o sellados						
		Volumen resultante de excavación esponjado al 110%	1	310.755,00			310.755,00	
		A deducir material para formación de motas	-1	19.580,00			-19.580,00	
		Material destinado a formación de motas perimetrales	1	19.580,00			19.580,00	
								310.755,00
01.02.03	**Ha**	**RIPADO DEL TERRENO PARA ROTURA LÁMINA** Ripado superfcial mediante bulldozer con ripper de zona de actuación para rotura de lámina en superficie de actuación						
		Superficie de rotura de lámina	1	26,80			26,80	
								26,80

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
SUBCAPÍTULO 01.03 RECRECIDO DE CAMINO								
01.03.01	**m3**	**DEMOL.Y LEVANTADO PAVIMENTO HA** Demolición y levantado de pavimento de hormigón armado de espesor variable.						
		Tramo de recrecido de viario						
		Capa de rodadura de firme	1	880,00	8,00	0,23	1.619,20	
		Capa de hormigón magro de firme	1	880,00	8,00	0,15	1.056,00	
								2.675,20
01.03.02	**m3**	**ZAHORRA ARTIFICIAL BASE 75% MACHAQUEO** Zahorra artificial, husos ZA(40)/ZA(25) en capas de base, con 75 % de caras de fractura, puesta en obra, extendida y compactada, incluso preparación de la superficie de asiento, en capas de 20/30 cm. de espesor, medido sobre perfil. Desgaste de los ángeles de los áridos < 30.						
		Tramo de recrecido de viario						
		Capa de base de firme	1	880,00	8,00	0,20	1.408,00	
								1.408,00
01.03.03	**m3**	**HORMIGÓN MAGRO EN BASE** Hormigón magro en base de firme, de consistencia seca, HM-20/P/20/X0 y granulometría gruesa, incluso ejecución y colocación de lámina de plástico en junta, puesto en obra, extendido, compactado, rasanteado y curado.						
		Tramo de recrecido de viario						
		Capa de rodadura de firme	1	880,00	8,00	0,15	1.056,00	
								1.056,00
01.03.04	**m3**	**HORMIGÓN HP-40+XA2 EN PAVIMENTOS** Pavimento de hormigón HP-40 de resistencia característica a flexotracción, incluso extendido, encofrado de borde, regleado, vibrado, curado con producto filmógeno, estriado o ranurado y p.p. de juntas.						
		Tramo de recrecido de viario						
		Capa de rodadura de firme	1	880,00	8,00	0,23	1.619,20	
								1.619,20
01.03.05	**m3**	**CAPA IMPERMEABLE ARCILLA** Suministro y extensión de capa impermeable en materia mineral de arcilla con permeabilidad K=0,5x10-9 m/s, con extensión, riego y compactación, hasta obtener una compactación del 98% del Proctor Modificado						
		Talud interior de recrecido de camino	1	31.650,000			31.650,000	
								31.650,00
01.03.06	**m3**	**MATERIAL GRANULAR DRENAJE 40/80mm** Extensión, riego a humedad óptima y compactación en capa de drenaje de material granular 40/80 mm						
		Drenaje de talud interior de recrecido						
		Talud interno de recrecido de camino	1	7.650,00		0,25	1.912,50	
			1	5.815,00		0,25	1.453,75	
								3.366,25

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
01.03.07	**m3**	**MATERIAL ARIDO RECICLADO DRENAJE 40/80mm**						
		Extensión, riego a humedad óptima y compactación en capa de drenaje de material granular de árido reciclado 40/80 mm						
		Drenaje de talud interior de recrecido						
		Talud interno de recrecido de camino	1	7.650,00		0,25	1.912,50	
			1	5.815,00		0,25	1.453,75	
								3.366,25
01.03.08	**m3**	**TERRAPLÉN SUELO PROC PRÉSTAMOS**						
		Terraplén de coronación con productos de préstamos, extendido, humectación y compactación, incluso perfilado de taludes y rasanteo de la superficie de coronación, terminado.						
		Recrecido de Camino	1	90.022,00			90.022,00	
		A deducir arcillas	-1	31.650,00			-31.650,00	
								58.372,00
01.03.09	**m3**	**ESCOLLERA PROTECCIÓN 1000 kg**						
		Escollera de 1.000 kg. colocada en protección de taludes, manto de espesor 1,50 m., incluido suministro y preparación de la superficie de apoyo, perfectamente rasanteada y terminada.						
		(*)En cuerpo escollera alt es altura media						
		(*)En cimentación anch es sección media						
		Cimentación de escollera	1	317,00	2,50		792,50	
		Cuerpo de escollera	1	317,00	1,50	3,50	1.664,25	
								2.456,75
01.03.10	**m3**	**EXCAVACIÓN EN ZANJAS MEDIOS MECANICOS**						
		Excavación en zanja, en todo tipo de terreno con retroexcavadora, incluso ayuda manual en las zonas de dificil acceso, incluso p.p. entibación con los medios necesarios y agotamiento en caso de ser necesario, incluso limpieza y extracción de materiales procedentes de la excavación, carga y transporte a lugar de empleo o vertedero.						
		(*)En cimentación anch es sección media						
		Cimentación de escollera	1	317,00	2,50		792,50	
		Zanja de anclaje en lateral camino	1	805,00	0,80	0,80	515,20	
								1.307,70
01.03.11	**m3**	**HORMIGÓN HNE-20/P/40/X0 RELLENOS**						
		Hormigón HNE-20 en rellenos, incluso vibrado, regleado y curado, terminado.						
		(*)Alt es porosidad de la escollera						
		Relleno en cimentación de escollera	1	317,00	2,50	0,40	317,00	
								317,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
01.03.12	**m3**	**RELLENO DE ZANJAS CON SUELO PROC DE EXCAV** Relleno de zanjas con suelo procedente de la excavación, incluso compactación 95 % PM.						
		Zanja de anclaje en lateral camino	1	805,00	0,80	0,80	515,20	
								515,20
01.03.13	**m2**	**HORMIGÓN HL-150/P/20/X0 LIMPIEZA e=10 cm** Hormigón de limpieza HL-150/P/20/X0 de espesor 10 cm., en cimientos de muro, incluso preparación de la superficie de asiento, regleado y nivelado, terminado.						
		Muro Tipo 1	1	15,00	3,30		49,50	
			1	30,00	3,30		99,00	
			1	40,00	3,30		132,00	
		Muro Tipo 2	1	15,00	1,90		28,50	
			1	20,00	1,90		38,00	
								347,00
01.03.14	**m2**	**ENCOFRADO RECTO OCULTO CIMIENTOS** Encofrado recto oculto en cimientos de muro, incluso clavazón y desencofrado, terminado.						
		Muro Tipo 1	2	15,00		0,50	15,00	
			2	30,00		0,50	30,00	
			2	40,00		0,50	40,00	
		Muro Tipo 2	2	15,00		0,30	9,00	
			2	20,00		0,30	12,00	
								106,00
01.03.15	**m3**	**HORMIGÓN HA-30/P/20/XC2+XA2 CIMIENTOS** Hormigón HA-30/P/20/XC2+XA2 en cimientos, incluso preparación de la superficie de asiento, vibrado, regleado y curado, terminado.						
		Muro Tipo 1	1	15,00	3,30	0,50	24,75	
			1	30,00	3,30	0,50	49,50	
			1	40,00	3,30	0,50	66,00	
		Muro Tipo 2	1	15,00	1,90	0,30	8,55	
			1	20,00	1,90	0,30	11,40	
								160,20
01.03.16	**m2**	**ENCOFRADO RECTO VISTO ALZ. MUROS H.A** Encofrado recto visto en alzados de muros de hormigón armado, incluso clavazón y desencofrado, totalmente terminado.						
		Muro Tipo 1 (altura libre 4,00)	2	30,00		4,90	294,00	
		Muro Tipo 1 (altura variable entre 2,00 y 4,00)	2	15,00		3,90	117,00	
			2	40,00		3,90	312,00	
		Muro tipo 2 (altura variable entre 0,00 y 2,00)	2	15,00		1,90	57,00	
			2	20,00		1,90	76,00	
								856,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
01.03.17	**m3**	**HORMIGÓN HA-30/P/20/XC2+XA2 EN ALZADOS** Hormigón HA-30/P/20/XC2+XA2 en alzados de muros y pilares de hormigón armado, incluso vibrado y curado, terminado.						
		Muro Tipo 1 (altura libre 4,00)	1	30,00	0,30	4,90	44,10	
		Muro Tipo 1 (altura variable entre 2,00 y 4,00)	1	15,00	0,30	3,90	17,55	
			1	40,00	0,30	3,90	46,80	
		Muro tipo 2 (altura variable entre 0,00 y 2,00)	1	15,00	0,30	1,90	8,55	
			1	20,00	0,30	1,90	11,40	
								128,40
01.03.18	**kg**	**ACERO CORRUGADO B 500 S** Acero corrugado B 500 S, colocado en cimientos y alzados, incluso p/p de despuntes, alambre de atar y separadores, terminado.						
		(*)Anch es cuantia media según cálculos						
		Muro Tipo 1						
		Cimientos	1	140,25	45,62		6.398,21	
		Alzados	1	108,45	61,02		6.617,62	
		Muro Tipo 2						
		Cimientos	1	19,95	76,93		1.534,75	
		Alzados	1	19,95	77,30		1.542,14	
		10% Mermas	0,1	16.092,73			1.609,27	
								17.701,99

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
SUBCAPÍTULO 01.04 MOTAS PERIMETRALES								
01.04.01	**m3**	**TERRAPLÉN SUELO PROC DE EXCAV** Formación terraplén con suelo procedente directamente de la excavación en terraplén incluso transporte interior por obra, extendido, humectación y compactación, hasta el 95% P.M. utilizando rodillo vibratorio.						
		Motas perimetrales	1	19.580,00			19.580,00	
								19.580,00
01.04.02	**m3**	**EXCAVACIÓN EN ZANJAS MEDIOS MECANICOS** Excavación en zanja, en todo tipo de terreno con retroexcavadora, incluso ayuda manual en las zonas de dificil acceso, incluso p.p. entibación con los medios necesarios y agotamiento en caso de ser necesario, incluso limpieza y extracción de materiales procedentes de la excavación, carga y transporte a lugar de empleo o vertedero.						
		Zanja de anclaje en mota perimetral	1	1.390,00	0,80	0,80	889,60	
								889,60
01.04.03	**m3**	**RELLENO DE ZANJAS CON SUELO PROC DE EXCAV** Relleno de zanjas con suelo procedente de la excavación, incluso compactación 95 % PM.						
		Zanja de anclaje en mota perimetral	1	1.390,00	0,80	0,80	889,60	
								889,60

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
SUBCAPÍTULO 01.05 GEOSINTÉTICOS								
01.05.01	**m**	**CORTE, LIMPIEZA Y ACONDICIONAM. LAMINA** Corte de lámina, limpieza y acondicionamiento de lámina de polietileno y geotextiles de protección para su solape y soldadura con geosintéticos dispuestos sobre talud interior de mota de protección y de sobre zanja de anclaje.						
		Pie de talud de motas	1	1.365,00			1.365,00	
								1.365,00
01.05.02	**m2**	**GEOTEXTIL DE PROTECCIÓN NO TEJIDO 500 gr/m²** Suministro y colocación de geotextil no tejido 100% de polipropileno virgen de fibra larga de polipropileno, con un peso de 500 gr/m2, incluso p.p. de solapes, recortes y despuntes, totalmente colocado						
		Talud interno de recrecido de camino	1	7.650,000			7.650,000	
			1	5.815,000			5.815,000	
		Zanja de anclaje en recrecido de camino	1	805,000	7,500		6.037,500	
								19.502,50
01.05.03	**m2**	**GEOTEXTIL ANTICOLMATANTE NO TEJIDO 150 gr/m²** Suministro y colocación de geotextil no tejido 100% de polipropileno virgen de fibra larga de polipropileno, con un peso mínimo de 150 gr/m2, incluso p.p. de solapes, recortes y despuntes, totalmente colocado						
		Talud interno de recrecido de camino	1	7.650,00			7.650,00	
			1	5.815,00			5.815,00	
		Zanja de anclaje en recrecido de camino	1	805,00	7,50		6.037,50	
								19.502,50
01.05.04	**m2**	**GEOTEXTIL DE PROTECCIÓN NO TEJIDO 300 gr/m²** Suministro y colocación de geotextil no tejido 100% de polipropileno virgen de fibra larga de polipropileno, con un peso mínimo de 300 gr/m2, incluso p.p. de solapes, recortes y despuntes, totalmente colocado						
		Talud interno de mota de protección	2	5.260,00			10.520,00	
		Zanja de anclaje en coronación de mota	2	1.390,00	3,40		9.452,00	
								19.972,00
01.05.05	**m2**	**IMPER.LÁM.P.E.A.D. TEXTURIZADA 2,0 mm.** Metro cuadrado de suministro y colocación de lámina texturizada impermeable PEAD de 2,0 mm de espesor, incluso p.p. de solape y soldaduras. Completamente colocada.						
		Talud interno de mota de protección	1	5.260,00			5.260,00	
		Zanja de anclaje en coronación de mota	1	1.390,00	3,40		4.726,00	
		Talud interno de recrecido de camino	1	7.650,00			7.650,00	
			1	5.815,00			5.815,00	
		Zanja de anclaje en recrecido de camino	1	805,00	7,50		6.037,50	
								29.488,50

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
01.05.06	**m2**	**GEOCOMPUESTO BENTONITICO** Suministro y colocación de geocompuesto bentonítico de un mínimo de 8,0 mm de espesor formado por dos geotextiles, uno que actúa como capa portadora con geotextil no tejido y otro como capa de cubierta con geotextil tejido entre los que se dispone una cantidad mínima de bentonita de 5,0 kg/m2 de permeabilidad inferior a 1x10 E-11 m/s sobre terreno previamente preparado, incluido p.p. de solapes y unión, medida la superficie neta colocada en obra..						
		Talud interno de recrecido de camino	1	7.650,00			7.650,00	
			1	5.815,00			5.815,00	
		Zanja de anclaje en recrecido de camino	1	805,00	7,50		6.037,50	
								19.502,50

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
SUBCAPÍTULO 01.06 DRENAJE SUPERFICIAL								
01.06.01	**m.**	**CUNETA TRAPECIAL REVESTIDA HORMIGÓN** Cuneta trapecial de h=0,50 m. y base 0,50 m., con taludes 1H/2V, revestida de hormigón de espesor 10 cm., incluso compactación y preparación de la superficie de asiento, regleado y p.p. de encofrado, terminada.						
		Lateral interior camino perimetral	1	880,00			880,00	
								880,00
01.06.02	**m.**	**BAJANTE MEDIANTE ZANJA DRENANTE** Excavación en zanja de drenaje longitudinal en terreno de consistencia blanda de 0,5 m de profundidad libre y 3,00 m de ancho; colocación de geoxtextil reciclado de 300 gr/m² y relleno de zanja con bolos de 350 mm y un espesor de 50 cm hasta solución constructiva superior del drenaje; así como solape y cubrición con el geotextil. Medida la longitud ejecutada.						
		Bajantes en taludes exterior mota	1	90,00			90,00	
			1	425,00			425,00	
			1	470,00			470,00	
								985,00
01.06.03	**m.**	**CUNETA TRIANGULAR EN TIERRAS H=0,50m** Cuneta triangular en tierras, en terreno flojo, de h=0,50 m., con transporte de los productos resultantes de la excavación a vertedero o lugar de empleo, incluso refino de taludes, terminado.						
		Cunetas de guarda en pie de terraplén	1	900,00			900,00	
								900,00
01.06.04	**ud**	**ARQUETA SUMIDERO HA-30/XC2+XA2 IN SITU 180x140 cm.** Arqueta-sumidero de hormigón HA-30/XC2+XA2 en drenaje longitudinal, construida in situ de dimensiones interiores 180x140 cm, espesor de paredes 20cm., con marco y rejilla de fundición, incluso excavación y relleno lateral compactado, completamente terminado.						
		Entronque de Bajante	1				1,00	
		Pasos salvacunetas acceso subestación	4				4,00	
		Punto bajo de viario	1				1,00	
		Entronque de Bajante	1				1,00	
								7,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
01.06.05	**m2**	**ENCOF. EMBOCADURAS OBRAS FÁBRICA** Encofrado en embocaduras y pozos, en unidades de entrada y salida de obras de fábrica de drenaje transversal, incluso clavazón y desencofrado, totalmente terminado.						
		PV1						
		Aletas	2	2,04		0,58	2,37	
			2	0,68		0,58	0,79	
			4	0,30		0,15	0,18	
		Imposta	2	1,60		1,20	3,84	
			2	0,30		1,20	0,72	
		PV2						
		Aletas	2	2,04		0,58	2,37	
			2	0,68		0,58	0,79	
			4	0,30		0,15	0,18	
		Imposta	2	1,60		1,20	3,84	
			2	0,30		1,20	0,72	
								15,80
01.06.06	**m3**	**HORMIGÓN HA-30/P/20/XC2+XA2 EMBOCAD.OBRAS FÁBRICA** Hormigón HM-30/P/20/XC2+XA2 en embocaduras y pozos, en unidades de entrada y salida de obras de fábrica de drenaje transversal, incluso encofrado, preparación de la superficie de asiento, vibrado, regleado y curado, terminado.						
		PV1						
		Solera	1	2,20		0,28	0,62	
		Aletas	1	2,04	0,30	0,58	0,35	
			1	0,68	0,30	0,58	0,12	
		Imposta	1	1,60	0,30	1,20	0,58	
			-1	0,80	0,79	0,30	-0,19	
		PV2						
		Embocadura aguas abajo						
		Solera	1	2,20		0,28	0,62	
		Aletas	1	2,04	0,30	0,58	0,35	
			1	0,68	0,30	0,58	0,12	
		Imposta	1	1,60	0,30	1,20	0,58	
			-1	0,80	0,79	0,30	-0,19	
								2,96
01.06.07	**m.**	**PASO SALVACUNETAS C/TUBO PVC SN8 600 mm** Paso salvacunetas con tubería de PVC corrugado SN8 de 600 mm de diámetro, incluso compactación y preparación de la superficie de asiento,y relleno posterior, terminado.						
		Paso salvacunetas subestación	2	10,00			20,00	
								20,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
01.06.08	**m.**	**TUB.ENT.PVC CORR.J.ELAS SN8 C.TEJA 800mm** Colector de saneamiento enterrado de PVC de pared corrugada doble color teja y rigidez 8 kN/m2; con un diámetro 800 mm. y con unión por junta elástica. Colocado en zanja, sobre una cama de arena de río de 10 cm. debidamente compactada y nivelada, relleno lateralmente y superiormente hasta 10 cm. por encima de la generatriz con la misma arena; compactando ésta hasta los riñones. Con p.p. de medios auxiliares y sin incluir la excavación ni el tapado posterior de las zanjas.						
		PV1	1	8,00			8,00	
		PV2	1	8,00			8,00	
								16,00
01.06.09	**m.**	**BORD.HORM. BICAPA GRIS 13-15x20 cm.** Bordillo de hormigón bicapa, de color gris, achaflanado, de 13 y 15 cm. de bases superior e inferior y 20 cm. de altura, colocado sobre solera de hormigón HL-150, de 10 cm. de espesor, rejuntado y limpieza, sin incluir la excavación previa ni el relleno posterior.						
		Bordillo anticárcavas. Borde exterior	1	880,00			880,00	
								880,00

SUBCAPÍTULO 01.07 REPOSICIÓN DE RED DE DESGASIFICACIÓN

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
01.07.01	**ud**	**MONTAJE DE CABEZAL DE POZO DE CAPTACIÓN** Colocación de campana PEAD D250 mm y longitud 2500 mm desmontada previamente cosbre cabeza superior de pozo de desgasificación, provista con tapa superior embridada para inspeción, con válvula de toma de muestras en acero inoxidable 1/2", una boca de conexión lateral PEAD D90 mm. Dotada de válvula de mariposa DN80 para cierre y apertura de pozo, y tubo para descarga de condensados.Incluido todos los accesorios necesarios.						
		Reposición de cabezales de pozos desmontados	150				150,00	
								150,00
01.07.02	**m.**	**MONTAJE DE TUBERÍA ACOPIADA PE D=90 mm.SDR 17,6** Montaje de tubería ciega PEAD SDR17 D90 con banda amarilla acopiada previamente tras el desmonteje de las redes actuales, para la conexión entre las cabezas de los pozos con las estaciones de regulación. Incluye soldaduras, accesorios necesarios y mano de obra.						
		Aprovechamiento del 90% de las tuberías desmontadas	1	10.665,00			10.665,00	
								10.665,00
01.07.03	**m.**	**TUBERÍA GAS PE D=90 mm.SDR 17,6 BIOGÁS** Suministro y montaje de tubería ciega PEAD SDR17 D90 con banda amarilla, para la conexión entre las cabezas de los pozos con las estaciones de regulación. Incluye soldaduras, accesorios necesarios y mano de obra.						
		Longitud total necesaria nuevas redes	1	20.236,00			20.236,00	
		Aprovechamiento tuberías actuales	-1	10.665,00			-10.665,00	
								9.571,00
01.07.04	**m.**	**TUBERÍA GAS PE D=250 mm.SDR 17,6 BIOGÁS** Suministro y montaje de tubería ciega PEAD SDR17.6 D250 con banda amarilla para la conexión entre las estaciones de regulación y la central de combustión. Incluye soldadura, accesorios y mano de obra						
		Longitud nuevas redes	1	3.750,00			3.750,00	
								3.750,00
01.07.05	**ud**	**ESTACION DE REGULACION Y MEDIDA 6 ENTRADAS DN90** Suministro y montaje de grupo de regulación para 6 entradas DN90 formada por colector DN250 en PEAD con válvula todo-nada previo a la salida. Cada posición de llegada dispondrá de válvula de regulación del caudal con válvula de asiento inlcuida, toma de muestras con válvula. El grupo se montará sobre bastidor metálico galvanizado en caliente. Totalmente instalado incluido piezas necesarias para instalación. Incluso trampa de condensados para la eliminación del condensado en cada ERM						
		ERM de 5 Entradas + 1R	1				1,00	
		ERM de 6 Entradas	1				1,00	
								2,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
01.07.06	**ud**	**ESTACION DE REGULACION Y MEDIDA 8 ENTRADAS DN90** Suministro y montaje de grupo de regulación para 8 entradas DN90 formada por colector DN250 en PEAD con válvula todo-nada previo a la salida. Cada posición de llegada dispondrá de válvula de regulación del caudal con válvula de asiento inlcuida, toma de muestras con válvula. El grupo se montará sobre bastidor metálico galvanizado en caliente. Totalmente instalado incluido piezas necesarias para instalación. Incluso trampa de condensados para la eliminación del condensado en cada ERM						
		ERM de 7 Entradas + 1R	1				1,00	
		ERM de 8 Entradas	2				2,00	
								3,00
01.07.07	**ud**	**ESTACION DE REGULACION Y MEDIDA 10 ENTRADAS DN90** Suministro y montaje de grupo de regulación para 10 entradas DN90 formada por colector DN250 en PEAD con válvula todo-nada previo a la salida. Cada posición de llegada dispondrá de válvula de regulación del caudal con válvula de asiento inlcuida, toma de muestras con válvula. El grupo se montará sobre bastidor metálico galvanizado en caliente. Totalmente instalado incluido piezas necesarias para instalación. Incluso trampa de condensados para la eliminación del condensado en cada ERM						
		ERM de 9 Entradas + 1R	5				5,00	
								5,00
01.07.08	**ud**	**ESTACION DE REGULACION Y MEDIDA 12 ENTRADAS DN90** Suministro y montaje de grupo de regulación para 12 entradas DN90 formada por colector DN250 en PEAD con válvula todo-nada previo a la salida. Cada posición de llegada dispondrá de válvula de regulación del caudal con válvula de asiento inlcuida, toma de muestras con válvula. El grupo se montará sobre bastidor metálico galvanizado en caliente. Totalmente instalado incluido piezas necesarias para instalación. Incluso trampa de condensados para la eliminación del condensado en cada ERM						
		ERM de 11 Entradas + 1R	1				1,00	
								1,00
01.07.09	**m2**	**ENCOFRADO RECTO OCULTO CIMIENTOS** Encofrado recto oculto en cimientos de muro, incluso clavazón y desencofrado, terminado.						
		Losas de ERM						
			22	8,30		0,20	36,52	
			22	2,00		0,20	8,80	
								45,32
01.07.10	**m2**	**HORMIGÓN HL-150/P/20 LIMPIEZA e=10 cm** Hormigón de limpieza HL-150/P/20 de espesor 10 cm., en cimientos de muro, incluso preparación de la superficie de asiento, regleado y nivelado, terminado.						
		Losas de ERM						
			11	8,30	2,00		182,60	
								182,60

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
01.07.11	**m3**	**HORMIGÓN HA-30/P/20/XC2+XA2 CIMIENTOS**						
		Hormigón HA-30/P/20/XC2+XA2 en cimientos, incluso preparación de la superficie de asiento, vibrado, regleado y curado, terminado.						
		Losas de ERM						
			11	8,30	2,00	0,20	36,52	
								36,52
01.07.12	**kg**	**ACERO CORRUGADO B 500 S**						
		Acero corrugado B 500 S, colocado en cimientos y alzados, incluso p/p de despuntes, alambre de atar y separadores, terminado.						
		Losas de ERM						
		Armaduras longitudinales 4Ø12 pml	198	8,50	0,89		1.497,87	
		Armaduras transversales 4Ø12 pml	748	2,20	0,89		1.464,58	
								2.962,45
01.07.13	**ud**	**PLAC.ANCLAJ.S-275 25x25x1,4cm**						
		Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 25x25x1,4 cm. con cuatro garrotas de acero corrugado de 10 mm. de diámetro y 25 cm. de longitud total, soldadas, i/taladro central, colocada. Según NTE y norma CTE.						
		Pilares ERM	66				66,00	
								66,00
01.07.14	**kg**	**ACERO LAMIN.S275R ESTRUC.ESPAC.**						
		Acero laminado S275R, en perfiles tubulares para estructuras espaciales, i/soldaduras, nudos, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo electrolítico, y p.p. de piezas especiales y elementos de unión; montado y colocado, según NTE-EAE y CTE.						
		ERM						
		Pilares de estructura (HEA-100)	33	2,60	16,64		1.427,71	
			33	2,40	16,64		1.317,89	
		Vigas transversales estructura (IPE-120)	33	2,00	10,36		683,76	
		Correas longitudinales estructura (IPE-120)	33	8,30	10,36		2.837,60	
								6.266,96
01.07.15	**m2**	**CUB. CHAPA PRELACADA 6 mm.**						
		Cubierta de chapa de acero de 0,6 mm. de espesor en perfil comercial prelacado por cara exterior, sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad, s/NTE-QTG-7. Medida en verdadera magnitud.						
		Cubierta de portico protección ERMs						
			11	8,30	2,00		182,60	
								182,60

SUBCAPÍTULO 01.08 REPOSICIÓN DE ALUMBRADO

01.08.01 ud CIMENTACION COLUMNA

Base de cimentación para columna de 8 mts. de altura, de dimensiones 50x50x80 cm., en hormigón HM-30/I+Qc, i/excavación necesaria y codo embutido de tubo Decaplast de doble pared D=63 mm. Incluyendo placa de anclaje, montaje y construccion, p/p de pequeño material, medios auxiliares y costes indirectos. Totalmente montado.

DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
ALU	22				22,00	
						22,00

01.08.02 m3 EXCAVACIÓN EN ZANJAS MEDIOS MECANICOS

Excavación en zanja, en todo tipo de terreno con retroexcavadora, incluso ayuda manual en las zonas de dificil acceso, incluso p.p. entibación con los medios necesarios y agotamiento en caso de ser necesario, incluso limpieza y extracción de materiales procedentes de la excavación, carga y transporte a lugar de empleo o vertedero.

DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
ALU	1	768,00	0,40	0,50	153,60	
						153,60

01.08.03 m3 HORMIGÓN HNE-20/P/40/X0 RELLENOS

Hormigón HNE-20 en rellenos, incluso vibrado, regleado y curado, terminado.

DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
ALU 1	1	768,00	0,40	0,25	76,80	
A deducir volumen de tubos	-1	768,00	0,12	0,08	-7,37	
						69,43

01.08.04 m3 RELLENO DE ZANJAS CON SUELO PROC DE EXCAV

Relleno de zanjas con suelo procedente de la excavación, incluso compactación 95 % PM.

DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
ALU	1	768,00	0,40	0,25	76,80	
						76,80

01.08.05 ud ARQUETA REGISTRO 40x40x50 cm

Arqueta de registro de dimensiones interiores 40x40x50 cm. realizada con hormigon armado HA-30/P/20/IV+Qc, inlcuso tapa (con inscripción del servicio correspondiente, anualidad y escudo municipal), cerco de acero de fundicion y lamina geotextil. Incluyendo p/p de pequeño material, recubrimiento de tapa con lechada y marcado de señalizacion en el centro mediante un taladro de 2 cm rellenado de mortero coloreado sobre la losa o adoquin encima de arqueta, medios auxiliares. Totalmente montada y terminada.

DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
ALU	22				22,00	
						22,00

01.08.06 m LEVANTADO INSTALACIÓN ALUMBRADO EXISTENTE

Levantado de canalización de alumbrado existente, comprendiendo el cableado, canalizaciónes y arquetas, así como bases y rellenos de hormigón, pormedios mecánicos y manuales. Incluso p.p. de gestiones con la empresa suministradora e informes pertinentes.Limpieza final y medios aux iliares necesarios. Medida la longitud lev antada

DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
Vial	1	768,00			768,00	
						768,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
01.08.07	**ud**	**DESMONTAJE FAROLA Y ACOPIO EN OBRA** Desmontaje de farola existente y acopio en obra para posterior reposición de la línea de alumbrado						
			22				22,00	
								22,00
01.08.08	**m**	**LINEA RZ1MZ1-K 0,6/1 kV 4x6+TTx6 mm²** Suministro e instalación de cable multipolar RZ1MZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 4x6+TTx6 mm² de sección indicado para instalaciones en locales con riesgo de incendio y explosión, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Incluso p/p de accesorios y elementos de sujeción. Totalmente montado, conexionado y probado.						
		ALU	1	768,00			768,00	
								768,00
01.08.09	**m**	**LINEA RZ1MZ1-K 0.6/1 KV 2X2,5 mm²** Suministro e instalación de cable multipolar RZ1MZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2x2.5+TTx2.5 mm² de sección indicado para instalaciones en locales con riesgo de incendio y explosión, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Incluso p/p de accesorios y elementos de sujeción. Totalmente montado, conexionado y probado.						
		ALU	1	768,00			768,00	
								768,00
01.08.10	**m**	**CANALIZACION SUBTERRANEA CON 1 TUBO Ø110** Canalización subterránea de protección del cableado formada por tubo protector de polietileno de doble pared, de 110 mm de diámetro.						
		ALU	1	768,00			768,00	
								768,00
01.08.11	**ud**	**INTEGRACION NUEVOS EQUIPOS EN CUADROS** Integracion de los equipos en cuadros existentes. Incluso suministro, montaje y conexionado (fuerza y control) conforme a esquema unifilar y especificaciones de proyecto.						
		ALUMBRADO	1				1,00	
								1,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
01.08.12	**ud**	**PUNTO DE LUZ DE 6 M CON LUMINARIA LED DE 55 W** Luminaria LED blanco neutro, flujo nominal 6510 lm, y 55 W de potencia de ATP o equivalente, con óptica LED, motor fotometrico LensoFlex2, corriente de alimentacion de 500 mA, regulación programable con linea de mando conexion Dali, clase I, proteccion contra aumento de temperatura, acoplamiento vertical, base y capó de aluminio inyectado, protector de policarbonato de metacrilato, en color Gris AKZO 900 enarenado, bloque optico IP-66 sellado por un protector de vidrio para un optimo flujo luminoso y protector contra sobretensiones de hasta 10 KV, etc...Montadas sobre columna troncocónica en un solo tramo de 8 m de altura, recubrimiento de galvanizado según Norma UNE EN ISO 1461:2010 de 70 ìm, según la normativa UNE-EN ISO 9227:2012, con puerta registro para alojar caja de conexion y protección. Incluyendo, conductores de interconexion luminaria-caja de fusibles, p/p de pequeño material, medios auxiliares y costes indirectos. Totalmente montada, conexionada y funcionando.						
		Luminaria	22				22,00	
								22,00
01.08.13	**ud**	**CAJA FUSIBLES 1465-2 + FUSIBLES** Caja cortacircuitos de protección mod. 1465-2 de Claved o equivalente, para fusible C-20 de 6 A. Incluyendo montaje e instalacion, p/p de pequeño material, medios auxiliares y costes indirectos. Totalmente montada, conexionada y funcionando.						
		ALUMBRADO	22				22,00	
								22,00
01.08.14	**m**	**RED DE PUESTA A TIERRA DE Cu 35 mm²** Red de toma de tierra realizada con cable de cobre desnudo de 35 mm2, incluyendo registro de comprobación y puente de prueba.						
		ALU	1	768,00			768,00	
								768,00
01.08.15	**ud**	**PICA DE TOMA DE TIERRA** Pica de puesta a tierra de Ø16 mm. y 2,00 mts. de longitud, unida al neutro de la instalacion mediante soldadura aluminotermica. Incluyendo incado, cartucho, parte proporcional de molde, ramal de conductor desnudo de 50 mm² Cu para union con el neutro, p/p de pequeño material, costos indirectos y medios auxiliares. Totalmente instalada y conexionada.						
			22				22,00	
								22,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
SUBCAPÍTULO 01.09 REPOSICIÓN DE VIARIOS								
01.09.01	**m3**	**DEMOL.Y LEVANTADO PAVIMENTO HA** Demolición y levantado de pavimento de hormigón armado de espesor variable.						
		Tramo de viario variante planta osmosis						
		Capa de rodadura de firme	1	980,00		0,23	225,40	
		Capa de hormigón magro de firme	1	980,00		0,15	147,00	
								372,40
01.09.02	**m3**	**ZAHORRA ARTIFICIAL BASE 75% MACHAQUEO** Zahorra artificial, husos ZA(40)/ZA(25) en capas de base, con 75 % de caras de fractura, puesta en obra, extendida y compactada, incluso preparación de la superficie de asiento, en capas de 20/30 cm. de espesor, medido sobre perfil. Desgaste de los ángeles de los áridos < 30.						
		Ensanche de viario variante planta osmosis						
		Capa de rodadura de firme	1	200,00	8,00	0,20	320,00	
		Reposición de accesos a subestación						
			1	10,00	6,00	0,20	12,00	
			1	20,00	6,00	0,20	24,00	
								356,00
01.09.03	**m3**	**HORMIGÓN MAGRO EN BASE** Hormigón magro en base de firme, de consistencia seca, HM-20/P/20/X0 y granulometría gruesa, incluso ejecución y colocación de lámina de plástico en junta, puesto en obra, extendido, compactado, rasanteado y curado.						
		Ensanche de viario variante planta osmosis						
		Capa de rodadura de firme	1	200,00	8,00	0,15	240,00	
		Reposición de accesos a subestación						
			1	10,00	6,00	0,15	9,00	
			1	20,00	6,00	0,15	18,00	
								267,00
01.09.04	**m3**	**HORMIGÓN HP-40+XA2 EN PAVIMENTOS** Pavimento de hormigón HP-40 de resistencia característica a flexotracción, incluso extendido, encofrado de borde, regleado, vibrado, curado con producto filmógeno, estriado o ranurado y p.p. de juntas.						
		Ensanche de viario variante planta osmosis						
		Capa de rodadura de firme	1	200,00	8,00	0,23	368,00	
		Reposición de accesos a subestación						
			1	10,00	6,00	0,25	15,00	
			1	20,00	6,00	0,25	30,00	
								413,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
SUBCAPÍTULO 01.10 BALIZAMIENTO Y DEFENSAS								
01.10.01	**m.**	**BARRERA SEGURIDAD BM SNA2/120a** Barrera de seguridad semirrígida tipo BM SNA2/120a, de acero laminado y galvanizado en caliente, de 3 mm. de espesor, con postes metálicos cada 2 m., tipo C-120 de 1,50 m. de longitud, hincada con p.p. de postes, separadores, captafaros y juego de tornillería, colocada.						
		Borde exterior	1	880,00			880,00	
		A deducir accesos a subestación	-2	10,00			-20,00	
		A deducir acceso a planta de ósmosis	-1	75,00			-75,00	
								785,00
01.10.02	**ud**	**ABAT.BARRERA SEGURIDAD 4m./C120** Abatimiento corte de 4 m. de longitud con barrera metálica de seguridad doble onda de 3 mm. de espesor, galvanizada en caliente, con postes metálicos C-120 de 1,50 m. cada 2 m., captafaros, tornillería y piezas especiales, totalmente terminado.						
			8				8,00	
								8,00
01.10.03	**m.**	**M.VIAL CONTINUA ACRÍLICA ACUOSA 10 cm** Marca vial reflexiva continua blanca/amarilla, de 10 cm. de ancho, ejecutada con pintura acrílica en base acuosa con una dotación de 720 gr./m2 y aplicación de microesferas de vidrio con una dotación de 480 gr./m2, excepto premarcaje.						
		Eje de viario	1	880,00			880,00	
								880,00
01.10.04	**m.**	**MARCA VIAL ACRÍLICA ACUOSA 40 cm** Marca vial reflexiva continua/discontinua blanca/amarilla, de 40 cm. de ancho, ejecutada con pintura acrílica en base acuosa con una dotación de 720 gr./m2 y aplicación de microesferas de vidrio con una dotación de 480 gr./m2, realmente pintado, excepto premarcaje.						
		Lineas de STOP	4	4,00			16,00	
								16,00
01.10.05	**ud**	**SEÑAL OCTOGONAL REFLEXIVA E.G. 2A=60 cm.** Señal octogonal de doble apotema 60 cm., reflexiva nivel I (E.G.) y troquelada, incluso poste galvanizado de sustentación y cimentación, colocada.						
			4				4,00	
								4,00
01.10.06	**ud**	**SEÑAL CIRCULAR REFLEXIVA E.G. D=60 cm.** Señal circular de diámetro 60 cm., reflexiva nivel I (E.G.) y troquelada, incluso poste galvanizado de sustentación y cimentación, colocada.						
		Limite de velocidad	2				2,00	
		Oblogatoriedad de dirección	2				2,00	
		Prohibición de paso vehiculos pesados	1				1,00	
								5,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
01.10.07	**ud**	**SEÑAL RECTANGULAR NORMAL 40x60 cm.** Señal rectangular de 40x60 cm., normal y troquelada, incluso poste galvanizado de sustentación y cimentación, colocada.						
		Señal informativa direccional	1				1,00	
								1,00

SUBCAPÍTULO 01.11 ACOPIO DE TIERRAS Y GRAVAS

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
01.11.01	**m2**	**GEOTEXTIL ANTICOLMATANTE NO TEJIDO 150 gr/m²** Suministro y colocación de geotextil no tejido 100% de polipropileno virgen de fibra larga de polipropileno, con un peso mínimo de 150 gr/m2, incluso p.p. de solapes, recortes y despuntes, totalmente colocado						
		Bajo acopio para protección terreno natural	1	59.700,00			59.700,00	
								59.700,00
01.11.02	**m**	**VALLA DE CERRAMIENTO H=2** Vallado de 2,00 m. de altura realizado con malla simple torsión galvanizada en caliente de trama 50/14, tipo Teminsa y postes de tubo de acero galvanizado por inmersión de 48 mm. de diámetro, p.p. de postes de esquina, jabalcones, tornapuntas, tensores, grupillas y accesorios, montada i/replanteo y recibido de postes con hormigón HM-15						
		Cerramiento perimetral	1	1.010,000			1.010,000	
								1.010,00
01.11.03	**m2**	**CANCELA TUBO ACERO LAMI.FRÍO** Cancela formada por cerco y bastidor de hoja con tubos huecos de acero laminado en frío de 60x40x2 mm. y barrotes de tubo de 40x20x1 mm. soldados entre sí; patillas para recibido, herrajes de colgar y seguridad, cerradura y manivela a dos caras, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra.						
		Acceso entrada	1	5,00		2,00	10,00	
								10,00
01.11.04	**m.**	**CINTA BALIZAMIENTO BICOLOR 8 cm.** Cinta de balizamiento bicolor rojo/blanco de material plástico, incluso colocación y desmontaje. s/R.D. 485/97.						
		Delimitación tesela habitat 6220	1	385,000			385,000	
								385,00
01.11.05	**h**	**RIEGO PERIODICO CON CISTERNA** Riego del transito de vehículos mediante el uso de camión cisterna para mitigar la producción de polvo, cuando la humedad sea inferior al 70%.						
			1	240,00			240,00	
								240,00
01.11.06	**ud**	**INFORME BIMENSUAL IMPACTO ACOPIO FASE OBRAS** Informe bimensual de control sobre posibles impactos durante la fase de acopio						
		Fase de obras	4				4,00	
								4,00
01.11.07	**ud**	**INFORME BIMENSUAL IMPACTO ACOPIO FASE USO** Informe bimensual de control sobre posibles impactos durante los dos primeros años del acopio, en los cuales se producirá el tránsito de tierras entre origen, almacén y destino (sellado de fase III)						
		Fase de uso	12				12,00	
								12,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
01.11.08	**ud**	**INFORME SEMESTRAL DE CONTROL IMPACTOS** Informe semestral de control sobre posibles impactos durante los años de explotación del vaso de Fase IV						
			2				2,00	
								2,00
01.11.09	**ud**	**INFORME SEGUIMIENTO FASE FINAL** Informe de seguimiento de la fase final (consumo de las tierras restantes del acopio)						
			1				1,00	
								1,00
01.11.10	**m2**	**LABOREO MECÁN.DEL TERRENO 30 cm.** Laboreo mecánico de terreno de consistencia media, comprendiendo dos pases cruzados de subsolador a 30 cm. de profundidad y dos pases, también cruzados, de arado de discos o vertedera a 20 cm. de profundidad, i/remate manual de bordes y zonas especiales.						
		Esponjamiento de terreno tras retirada de acopio	1	59.700,00			59.700,00	
								59.700,00
01.11.11	**ud**	**MEMORIA POSTCLAUSURA** Memoria postclausura (dos años después del fin del uso del acopio y la restauración de los terrenos)						
			1				1,00	
								1,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
SUBCAPÍTULO 01.12 SEGURIDAD Y SALUD								
01.12.01	**ud**	**SEGURIDAD Y SALUD** Seguridad y Salud durante la ejecución de las obras según descomposición de Anejo correspondiente						
			1				1,000	
								1,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
SUBCAPÍTULO 01.13 GESTIÓN DE RESIDUOS								
01.13.01	**ud**	**GESTION RESIDUOS CONSTRUCCIÓN** Gestión y tratamiento de residuos generados durante la Fase 1 de las obras según desglose del Anejo correspondiente						
			1				1,00	
								1,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
SUBCAPÍTULO 01.14 CONTROL DE CALIDAD								
01.14.01	**ud**	**CONTROL DE CALIDAD** Control de calidad de las unidades de obra durante la Fase 1 de las obras según desglose del Anejo correspondiente						
			1				1,00	
								1,00

CAPÍTULO 02 FASE DE EXPLOTACIÓN

SUBCAPÍTULO 02.01 RECRECIDO DE POZOS DE DESGASIFICACIÓN

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
02.01.01	**ud**	**MONTAJE DE CABEZAL DE POZO DE CAPTACIÓN** Colocación de campana PEAD D250 mm y longitud 2500 mm desmontada previamente cosbre cabeza superior de pozo de desgasificación, provista con tapa superior embridada para inspeción, con válvula de toma de muestras en acero inoxidable 1/2", una boca de conexión lateral PEAD D90 mm. Dotada de válvula de mariposa DN80 para cierre y apertura de pozo, y tubo para descarga de condensados.Incluido todos los accesorios necesarios.						
		(*) Long es numero medio de tongadas						
		Reposición de cabezales en tongadas de 3 m	137	4,00			548,00	
								548,00
02.01.02	**m.**	**FILTRO PEAD D160 mm. PN10 atm RANURADA** Filtro e PEAD ranurado de 160 mm. de diámetror, colocado en revestimiento de sondeos para captaciones de aguas subterráneas, incluso p.p. de unión por soldadura, terminado y colocado.						
		Recrecido de pozos	1	1.785,00			1.785,00	
								1.785,00
02.01.03	**m3**	**GRAVA PARA SONDEO 40/70mm** Engravillado de espacio anular entre pared de sondeo y entubado definitivo, con material drenante 20/40 mm, incluso introducción y extracción de tubo auxiliar.						
			1	1.785,00	0,20		357,00	
								357,00
02.01.04	**ud**	**MEDIOS AUXILIARES RECRECIDOS POZOS** Maquinaria y medios auxiliares para la ejecución del izado de los pozos de desgasificación durante la fase de explotación						
			1				1,00	
								1,00

DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
CAPÍTULO 03 SELLADO FINAL						
SUBCAPÍTULO 03.01 REPERFILADO Y COBERTURA DE RESIDUOS						
03.01.01 m2 PERFILADO TALUDES, BERMAS Y CORONACIÓN Perfilado y refino de taludes, bermas y coronación de desmonte y terraplén, en terreno sin clasificar y/o capa de residuos según plano de perfilado, incluso retirada y transporte de los productos resultantes a lugar de empleo, completamente terminado..						
Superficie de taludes	1	192.643,00			192.643,00	
Superficie de coronación	1	65.012,00			65.012,00	
						257.655,00
03.01.02 m3 EXTENDIDO DE TIERRAS PROC. DE PRESTAMOS Acopio y extendido de tierras limpias procedentes de excavación, incluso compactación y humectación del mismo, totalmente terminado.						
Capa de regularización						
Superficie de taludes. Espesor 1,00 m	1	192.643,00		1,00	192.643,00	
Superficie de coronación. Espesor 1,00 m	1	65.012,00		1,00	65.012,00	
Sobreespesor variable form. pend. 4% en coron.	1	100.702,00			100.702,00	
						358.357,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
SUBCAPÍTULO 03.02 CAPAS DE SELLADO								
03.02.01	**m**	**CORTE, LIMPIEZA Y ACONDICIONAM. LAMINA** Corte de lámina, limpieza y acondicionamiento de lámina de polietileno y geotextiles de protección para su solape y soldadura con geosintéticos dispuestos sobre talud interior de mota de protección y de sobre zanja de anclaje.						
		Perimetro de motas	1	1.390,00			1.390,00	
			1	805,00			805,00	
								2.195,00
03.02.02	**m2**	**GEOTEXTIL ANTICOLMATANTE NO TEJIDO 150 gr/m²** Suministro y colocación de geotextil no tejido 100% de polipropileno virgen de fibra larga de polipropileno, con un peso mínimo de 150 gr/m2, incluso p.p. de solapes, recortes y despuntes, totalmente colocado						
		Bajo capa drenante de gases en coronación	1	65.012,00			65.012,00	
		Sobre capa drenante de escorrentías en coronación	1	65.012,00			65.012,00	
								130.024,00
03.02.03	**m2**	**GEOTEXTIL DE PROTECCIÓN NO TEJIDO 300 gr/m²** Suministro y colocación de geotextil no tejido 100% de polipropileno virgen de fibra larga de polipropileno, con un peso mínimo de 300 gr/m2, incluso p.p. de solapes, recortes y despuntes, totalmente colocado						
		Sobre capa drenante de gases en coronación	1	65.012,00			65.012,00	
		Bajo capa drenante de escorrentías en coronación	1	65.012,00			65.012,00	
								130.024,00
03.02.04	**m2**	**IMPER.LÁM.P.E.A.D. LISA 2,0 mm.** Metro cuadrado de suministro y colocación de lámina lisa impermeable PEAD de 2,0 mm de espesor, incluso p.p. de solape y soldaduras. Completamente colocada.						
		Coronación	1	65.012,00			65.012,00	
								65.012,00
03.02.05	**m2**	**IMPER.LÁM.P.E.A.D. TEXTURIZADA 2,0 mm.** Metro cuadrado de suministro y colocación de lámina texturizada impermeable PEAD de 2,0 mm de espesor, incluso p.p. de solape y soldaduras. Completamente colocada.						
		Superficie de taludes 3D	1	192.643,00			192.643,00	
								192.643,00
03.02.06	**m2**	**GEOCOMPUESTO DRENANTE EN SELLADO** Suministro y colocación de geocompuesto drenante de polietileno de alta densidad, con doble capa de geotextiles de protección incluso p.p. de solapes y soldaduras. Completamente colocado.						
		Capa drenante de gases en taludes	1	192.643,00			192.643,00	
		Capa drenante de escorrentías en taludes	1	192.643,00			192.643,00	
								385.286,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
03.02.07	**m3**	**MATERIAL GRANULAR DRENAJE 40/80mm** Extensión, riego a humedad óptima y compactación en capa de drenaje de material granular 40/80 mm						
		Capa drenante de gases en coronación	1	65.012,00		0,15	9.751,80	
		Capa drenante de escorrentías en coronación	1	65.012,00		0,40	26.004,80	
								35.756,60
03.02.08	**m3**	**MATERIAL ARIDO RECICLADO DRENAJE 40/80mm** Extensión, riego a humedad óptima y compactación en capa de drenaje de material granular de árido reciclado 40/80 mm						
		Capa drenante de gases en coronación	1	65.012,00		0,10	6.501,20	
		Capa drenante de escorrentías en coronación	1	65.012,00		0,10	6.501,20	
								13.002,40
03.02.09	**m3**	**EXTENDIDO DE TIERRAS PROC. DE PRESTAMOS** Acopio y extendido de tierras limpias procedentes de excavación, incluso compactación y humectación del mismo, totalmente terminado.						
		Capa de sellado						
		Superficie de taludes. Espesor 0,50 m	1	192.643,00		0,50	96.321,50	
		Superficie de coronación. Espesor 0,50 m	1	65.012,00		0,50	32.506,00	
								128.827,50
03.02.10	**m3**	**ZAHORRA ARTIFICIAL BASE 75% MACHAQUEO** Zahorra artificial, husos ZA(40)/ZA(25) en capas de base, con 75 % de caras de fractura, puesta en obra, extendida y compactada, incluso preparación de la superficie de asiento, en capas de 20/30 cm. de espesor, medido sobre perfil. Desgaste de los ángeles de los áridos < 30.						
		Rampa este	1	2.700,00		0,30	810,00	
		Rampa oeste	1	4.000,00		0,30	1.200,00	
								2.010,00
03.02.11	**m3**	**TERRAPLÉN TERR. EXCAVAC C/MAT.ORGANICA** Formación de cobertura de tierra vegetal con tierras procedentes de la excavación con aportación de una dotación de 50 T/Ha de su contenido de materia orgánica o material procedente de bioestabilizado, incluso compactación y humectación del mismo, totalmente terminado.						
		Capa de sellado						
		Superficie de taludes. Espesor 0,30 m	1	192.643,00		0,30	57.792,90	
		Superficie de coronación. Espesor 0,30 m	1	65.012,00		0,30	19.503,60	
		A deducir zahorras en rampas	-1	2.010,00			-2.010,00	
								75.286,50

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
SUBCAPÍTULO 03.03 RED DE DESGASIFICACIÓN								
03.03.01	**ud**	**CABEZAL POZO DE CAPTACIÓN PEAD 250** Suministro y colocación de campana PEAD D250 mm y longitud 2500 mm provista con tapa superior embridada para inspeción, con válvula de toma de muestras en acero inoxidable 1/2", una boca de conexión lateral PEAD D90 mm. Dotada de válvula de mariposa DN80 para cierre y apertura de pozo, y tubo para descarga de condensados Incluido todos los accesorios necesarios.						
		Reposición de cabezales de pozos desmontados	150				150,00	
								150,00
03.03.02	**ud**	**BABERO PEAD 250 PARA SOLDADURA A LÁMINA** Suministro y montaje de babero PEAD D250 para soldadura a lámina y conexión a las cabezas de los pozos						
		Reposición de cabezales de pozos desmontados	150				150,00	
								150,00
03.03.03	**m3**	**BENTONITA EN GRANULOS K=10-9 m/s** Bentonita en gránulos con una permeabilidad k=10-9 m/s para sellado de cabeza de pozos de gas, incluyendo suministro y colocacion.						
		Sellado de pozos de gas	150	0,20	0,50		15,00	
								15,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
SUBCAPÍTULO 03.04 RED DE ESCORRENTÍAS SUPERFICIALES								
03.04.01	**m.**	**CUNETA TRIANGULAR EN TIERRAS H=0,50m** Cuneta triangular en tierras, en terreno flojo, de h=0,50 m., con transporte de los productos resultantes de la excavación a vertedero o lugar de empleo, incluso refino de taludes, terminado.						
		Cunetas en bermas	1	530,00			530,00	
			1	545,00			545,00	
			1	80,00			80,00	
			1	530,00			530,00	
			1	810,00			810,00	
			1	160,00			160,00	
			1	935,00			935,00	
			1	1.100,00			1.100,00	
			1	895,00			895,00	
			1	370,00			370,00	
		Cunetas en coronación	1	1.200,00			1.200,00	
		Cunetas en rampas de acceso						
		Rampa este	1	470,00			470,00	
		Rampa oeste	1	355,00			355,00	
								7.980,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
SUBCAPÍTULO 03.05 REVEGETACIÓN								
03.05.01	**Ha**	**HIDROSIEMBRA TALUDES SEMILLAS 350 kg/Ha** Hidrosiembra en taludes con una dotación de semillas de 350 kg/Ha a base de semillas mezcla de gramíneas y leguminosas con la composición por especies (Lolium rigidum 20%, Agropyrum cristatum 25%, Agropyrum desertorum 20%, Medicago sativa 15%, Melilotus officinalis 15%, Melilotus alba 5%).						
		Superficie de taludes	1	19,06			19,06	
		A deducir zahorras en rampas	-1	0,20			-0,20	
								18,86
03.05.02	**Ha**	**HIDROSIEMBRA CORONACIÓN SEMILLAS 250 kg/Ha** Hidrosiembra en coronación con una dotación de semillas de 250 kg/Ha a base de semillas mezcla de gramíneas y leguminosas con la composición por especies (Lolium rigidum 20%, Agropyrum cristatum 25%, Agropyrum desertorum 20%, Medicago sativa 15%, Melilotus officinalis 15%, Melilotus alba 5%)						
		Superficie de coronación	1	6,50			6,50	
								6,50

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
SUBCAPÍTULO 03.06 CONTROL TOPOGRÁFICO								
03.06.01	**ud**	**BASE MÓVIL** Base topográfica móvil formada por un dado de hormigón de dimensiones HA-30/P/20/XC2+XA2 0,75x0,75x0,75 m y un anclaje mediante barra de acero corrugado, totalmente terminada y anclada al terreno.						
		En bermas y coronación	30				30,00	
								30,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
SUBCAPÍTULO 03.07 SEGURIDAD Y SALUD								
03.07.01	**ud**	**SEGURIDAD Y SALUD** Seguridad y Salud durante la ejecución del sellado según descomposición de Anejo correspondiente						
			1				1,00	
								1,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
SUBCAPÍTULO 03.08 GESTIÓN DE RESIDUOS								
03.08.01	**ud**	**GESTION RESIDUOS CONSTRUCCIÓN** Gestión y tratamiento de residuos generados durante las obras de sellado según desglose del Anejo correspondiente						
			1				1,00	
								1,00

		DESCRIPCIÓN	UDS	LONG	ANCH	ALT	PARCIAL	TOTAL
SUBCAPÍTULO 03.09 CONTROL DE CALIDAD								
03.09.01	**ud**	**CONTROL DE CALIDAD** Control de calidad de las unidades de obra durante las obras de sellado según desglose del Anejo correspondiente						
			1				1,00	
								1,00

CAPÍTULO Nº 2.- CUADROS DE PRECIOS

CUADRO DE PRECIOS NÚMERO UNO (1)

CUADRO DE PRECIOS NÚMERO DOS (2)

CAPÍTULO Nº 3.- PRESUPUESTOS GENERALES

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

CAPÍTULO 01 PREPARACIÓN DE CELDA DE VERTIDO

SUBCAPÍTULO 01.01 DESMONTAJES PREVIOS RED DESGASIFICACIÓN

DESCRIPCIÓN			MEDICION	PRECIO	IMPORTE
01.01.01	**ud**	**DESMONTAJE CABEZAL POZO DE CAPTACIÓN PEAD 250** Desmontaje de cabezal de pozo de desgasificación existente para su rececrecido progresivo y conexión con nuevas conducciones proyectadas.	150,00		
01.01.02	**m.**	**DESMONTAJE DE TUBERÍA GAS PE D=90 mm.SDR 17,6 BIOGÁS** Desmonaje y acopio para su posterior empleo o para posterior retirada a vertedero, de tubería ciega PEAD SDR17 D90 con banda amarilla. Incluye maquinaria y medios auxiliares necesarios y mano de obra.	11.850,00		
01.01.03	**m.**	**DESMONTAJE DE TUBERÍA GAS PE D=250 mm.SDR 17,6 BIOGÁS** Desmonaje y acopio para posterior retirada a vertedero de tubería ciega PEAD SDR17.6 D250 con banda amarilla. Incluye maquinaria y medios auxiliares necesarios y mano de obra.	2.650,00		
01.01.04	**ud**	**DESMONTAJE ESTACION DE REGULACION Y MEDIDA** Desmontaje de estación de regulación y medida con entradas en DN90 formada y colector de salida de DN250, incluyendo mano de obra, maquinaria y medios auxiliares necesarios.	10,00		

TOTAL SUBCAPÍTULO 01.01 DESMONTAJES PREVIOS RED DESGASIFICACIÓN......

DESCRIPCIÓN			MEDICION	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 01.02 MOVIMIENTO DE TIERRAS Y PERFILADOS					
01.02.01	**m3**	**EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO** Excavación a cielo abierto, medios mecanicos, en todo tipo de terreno incluso roca, incluyendo agotamiento en caso de ser necesario, medido sobre perfil.	282.506,00		
01.02.02	**m3**	**CARGA Y TRANSPORTE EN OBRA** Carga y transporte en obra de material sin clasificar, medido s/camión, con medios mecánicos.	310.755,00		
01.02.03	**Ha**	**RIPADO DEL TERRENO PARA ROTURA LÁMINA** Ripado superfcial mediante bulldozer con ripper de zona de actuación para rotura de lámina en superficie de actuación	26,80		
		TOTAL SUBCAPÍTULO 01.02 MOVIMIENTO DE TIERRAS Y PERFILADOS..................			

SUBCAPÍTULO 01.03 RECRECIDO DE CAMINO

DESCRIPCIÓN			MEDICION	PRECIO	IMPORTE
01.03.01	m3	**DEMOL.Y LEVANTADO PAVIMENTO HA** Demolición y levantado de pavimento de hormigón armado de espesor variable.	2.675,20		
01.03.02	m3	**ZAHORRA ARTIFICIAL BASE 75% MACHAQUEO** Zahorra artificial, husos ZA(40)/ZA(25) en capas de base, con 75 % de caras de fractura, puesta en obra, extendida y compactada, incluso preparación de la superficie de asiento, en capas de 20/30 cm. de espesor, medido sobre perfil. Desgaste de los ángeles de los áridos < 30.	1.408,00		
01.03.03	m3	**HORMIGÓN MAGRO EN BASE** Hormigón magro en base de firme, de consistencia seca, HM-20/P/20/X0 y granulometría gruesa, incluso ejecución y colocación de lámina de plástico en junta, puesto en obra, extendido, compactado, rasanteado y curado.	1.056,00		
01.03.04	m3	**HORMIGÓN HP-40+XA2 EN PAVIMENTOS** Pavimento de hormigón HP-40 de resistencia característica a flexotracción, incluso extendido, encofrado de borde, regleado, vibrado, curado con producto filmógeno, estriado o ranurado y p.p. de juntas.	1.619,20		
01.03.05	m3	**CAPA IMPERMEABLE ARCILLA** Suministro y extensión de capa impermeable en materia mineral de arcilla con permeabilidad K=0,5x10-9 m/s, con extensión, riego y compactación, hasta obtener una compactación del 98% del Proctor Modificado	31.650,00		
01.03.06	m3	**MATERIAL GRANULAR DRENAJE 40/80mm** Extensión, riego a humedad óptima y compactación en capa de drenaje de material granular 40/80 mm	3.366,25		
01.03.07	m3	**MATERIAL ARIDO RECICLADO DRENAJE 40/80mm** Extensión, riego a humedad óptima y compactación en capa de drenaje de material granular de árido reciclado 40/80 mm	3.366,25		
01.03.08	m3	**TERRAPLÉN SUELO PROC PRÉSTAMOS** Terraplén de coronación con productos de préstamos, extendido, humectación y compactación, incluso perfilado de taludes y rasanteo de la superficie de coronación, terminado.	58.372,00		
01.03.09	m3	**ESCOLLERA PROTECCIÓN 1000 kg** Escollera de 1.000 kg. colocada en protección de taludes, manto de espesor 1,50 m., incluido suministro y preparación de la superficie de apoyo, perfectamente rasanteada y terminada.	2.456,75		

		DESCRIPCIÓN	MEDICION	PRECIO	IMPORTE
01.03.10	m3	**EXCAVACIÓN EN ZANJAS MEDIOS MECANICOS** Excavación en zanja, en todo tipo de terreno con retroexcavadora, incluso ayuda manual en las zonas de dificil acceso, incluso p.p. entibación con los medios necesarios y agotamiento en caso de ser necesario, incluso limpieza y extracción de materiales procedentes de la excavación, carga y transporte a lugar de empleo o vertedero.	1.307,70		
01.03.11	m3	**HORMIGÓN HNE-20/P/40/X0 RELLENOS** Hormigón HNE-20 en rellenos, incluso vibrado, regleado y curado, terminado.	317,00		
01.03.12	m3	**RELLENO DE ZANJAS CON SUELO PROC DE EXCAV** Relleno de zanjas con suelo procedente de la excavación, incluso compactación 95 % PM.	515,20		
01.03.13	m2	**HORMIGÓN HL-150/P/20/X0 LIMPIEZA e=10 cm** Hormigón de limpieza HL-150/P/20/X0 de espesor 10 cm., en cimientos de muro, incluso preparación de la superficie de asiento, regleado y nivelado, terminado.	347,00		
01.03.14	m2	**ENCOFRADO RECTO OCULTO CIMIENTOS** Encofrado recto oculto en cimientos de muro, incluso clavazón y desencofrado, terminado.	106,00		
01.03.15	m3	**HORMIGÓN HA-30/P/20/XC2+XA2 CIMIENTOS** Hormigón HA-30/P/20/XC2+XA2 en cimientos, incluso preparación de la superficie de asiento, vibrado, regleado y curado, terminado.	160,20		
01.03.16	m2	**ENCOFRADO RECTO VISTO ALZ. MUROS H.A** Encofrado recto visto en alzados de muros de hormigón armado, incluso clavazón y desencofrado, totalmente terminado.	856,00		
01.03.17	m3	**HORMIGÓN HA-30/P/20/XC2+XA2 EN ALZADOS** Hormigón HA-30/P/20/XC2+XA2 en alzados de muros y pilares de hormigón armado, incluso vibrado y curado, terminado.	128,40		
01.03.18	kg	**ACERO CORRUGADO B 500 S** Acero corrugado B 500 S, colocado en cimientos y alzados, incluso p/p de despuntes, alambre de atar y separadores, terminado.	17.701,99		

TOTAL SUBCAPÍTULO 01.03 RECRECIDO DE CAMINO..

SUBCAPÍTULO 01.04 MOTAS PERIMETRALES

DESCRIPCIÓN			MEDICION	PRECIO	IMPORTE
01.04.01	**m3**	**TERRAPLÉN SUELO PROC DE EXCAV** Formación terraplén con suelo procedente directamente de la excavación en terraplén incluso transporte interior por obra, extendido, humectación y compactación, hasta el 95% P.M. utilizando rodillo vibratorio.	19.580,00		
01.04.02	**m3**	**EXCAVACIÓN EN ZANJAS MEDIOS MECANICOS** Excavación en zanja, en todo tipo de terreno con retroexcavadora, incluso ayuda manual en las zonas de dificil acceso, incluso p.p. entibación con los medios necesarios y agotamiento en caso de ser necesario, incluso limpieza y extracción de materiales procedentes de la excavación, carga y transporte a lugar de empleo o vertedero.	889,60		
01.04.03	**m3**	**RELLENO DE ZANJAS CON SUELO PROC DE EXCAV** Relleno de zanjas con suelo procedente de la excavación, incluso compactación 95 % PM.	889,60		

TOTAL SUBCAPÍTULO 01.04 MOTAS PERIMETRALES ....

		DESCRIPCIÓN	MEDICION	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 01.05 GEOSINTÉTICOS					
01.05.01	**m**	**CORTE, LIMPIEZA Y ACONDICIONAM. LAMINA** Corte de lámina, limpieza y acondicionamiento de lámina de polietileno y geotextiles de protección para su solape y soldadura con geosintéticos dispuestos sobre talud interior de mota de protección y de sobre zanja de anclaje.	1.365,00		
01.05.02	**m2**	**GEOTEXTIL DE PROTECCIÓN NO TEJIDO 500 gr/m²** Suministro y colocación de geotextil no tejido 100% de polipropileno virgen de fibra larga de polipropileno, con un peso de 500 gr/m2, incluso p.p. de solapes, recortes y despuntes, totalmente colocado	19.502,50		
01.05.03	**m2**	**GEOTEXTIL ANTICOLMATANTE NO TEJIDO 150 gr/m²** Suministro y colocación de geotextil no tejido 100% de polipropileno virgen de fibra larga de polipropileno, con un peso mínimo de 150 gr/m2, incluso p.p. de solapes, recortes y despuntes, totalmente colocado	19.502,50		
01.05.04	**m2**	**GEOTEXTIL DE PROTECCIÓN NO TEJIDO 300 gr/m²** Suministro y colocación de geotextil no tejido 100% de polipropileno virgen de fibra larga de polipropileno, con un peso mínimo de 300 gr/m2, incluso p.p. de solapes, recortes y despuntes, totalmente colocado	19.972,00		
01.05.05	**m2**	**IMPER.LÁM.P.E.A.D. TEXTURIZADA 2,0 mm.** Metro cuadrado de suministro y colocación de lámina texturizada impermeable PEAD de 2,0 mm de espesor, incluso p.p. de solape y soldaduras. Completamente colocada.	29.488,50		
01.05.06	**m2**	**GEOCOMPUESTO BENTONITICO** Suministro y colocación de geocompuesto bentonítico de un mínimo de 8,0 mm de espesor formado por dos geotextiles, uno que actúa como capa portadora con geotextil no tejido y otro como capa de cubierta con geotextil tejido entre los que se dispone una cantidad mínima de bentonita de 5,0 kg/m2 de permeabilidad inferior a 1x10 E-11 m/s sobre terreno previamente preparado, incluido p.p. de solapes y unión, medida la superficie neta colocada en obra..	19.502,50		
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.05 GEOSINTÉTICOS					

		DESCRIPCIÓN	MEDICION	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 01.06 DRENAJE SUPERFICIAL					
01.06.01	**m.**	**CUNETA TRAPECIAL REVESTIDA HORMIGÓN** Cuneta trapecial de h=0,50 m. y base 0,50 m., con taludes 1H/2V, revestida de hormigón de espesor 10 cm., incluso compactación y preparación de la superficie de asiento, regleado y p.p. de encofrado, terminada.	880,00		
01.06.02	**m.**	**BAJANTE MEDIANTE ZANJA DRENANTE** Excavación en zanja de drenaje longitudinal en terreno de consistencia blanda de 0,5 m de profundidad libre y 3,00 m de ancho; colocación de geoxtextil reciclado de 300 gr/m² y relleno de zanja con bolos de 350 mm y un espesor de 50 cm hasta solución constructiva superior del drenaje; así como solape y cubrición con el geotextil. Medida la longitud ejecutada.	985,00		
01.06.03	**m.**	**CUNETA TRIANGULAR EN TIERRAS H=0,50m** Cuneta triangular en tierras, en terreno flojo, de h=0,50 m., con transporte de los productos resultantes de la excavación a vertedero o lugar de empleo, incluso refino de taludes, terminado.	900,00		
01.06.04	**ud**	**ARQUETA SUMIDERO HA-30/XC2+XA2 IN SITU 180x140 cm.** Arqueta-sumidero de hormigón HA-30/XC2+XA2 en drenaje longitudinal, construida in situ de dimensiones interiores 180x140 cm, espesor de paredes 20cm., con marco y rejilla de fundición, incluso excavación y relleno lateral compactado, completamente terminado.	7,00		
01.06.05	**m2**	**ENCOF. EMBOCADURAS OBRAS FÁBRICA** Encofrado en embocaduras y pozos, en unidades de entrada y salida de obras de fábrica de drenaje transversal, incluso clavazón y desencofrado, totalmente terminado.	15,80		
01.06.06	**m3**	**HORMIGÓN HA-30/P/20/XC2+XA2 EMBOCAD.OBRAS FÁBRICA** Hormigón HM-30/P/20/XC2+XA2 en embocaduras y pozos, en unidades de entrada y salida de obras de fábrica de drenaje transversal, incluso encofrado, preparación de la superficie de asiento, vibrado, regleado y curado, terminado.	2,96		
01.06.07	**m.**	**PASO SALVACUNETAS C/TUBO PVC SN8 600 mm** Paso salvacunetas con tubería de PVC corrugado SN8 de 600 mm de diámetro, incluso compactación y preparación de la superficie de asiento,y relleno posterior, terminado.	20,00		
01.06.08	**m.**	**TUB.ENT.PVC CORR.J.ELAS SN8 C.TEJA 800mm** Colector de saneamiento enterrado de PVC de pared corrugada doble color teja y rigidez 8 kN/m2; con un diámetro 800 mm. y con unión por junta elástica. Colocado en zanja, sobre una cama de arena de río de 10 cm. debidamente compactada y nivelada, relleno lateralmente y superiormente hasta 10 cm. por encima de la generatriz con la misma arena; compactando ésta hasta los riñones. Con p.p. de medios auxiliares y sin incluir la excavación ni el tapado posterior de las zanjas.	16,00		

DESCRIPCIÓN			MEDICION	PRECIO	IMPORTE
01.06.09	**m.**	**BORD.HORM. BICAPA GRIS 13-15x20 cm.** Bordillo de hormigón bicapa, de color gris, achaflanado, de 13 y 15 cm. de bases superior e inferior y 20 cm. de altura, colocado sobre solera de hormigón HL-150, de 10 cm. de espesor, rejuntado y limpieza, sin incluir la excavación previa ni el relleno posterior.	880,00		

TOTAL SUBCAPÍTULO 01.06 DRENAJE SUPERFICIAL..

SUBCAPÍTULO 01.07 REPOSICIÓN DE RED DE DESGASIFICACIÓN

		DESCRIPCIÓN	MEDICION	PRECIO	IMPORTE
01.07.01	**ud**	**MONTAJE DE CABEZAL DE POZO DE CAPTACIÓN** Colocación de campana PEAD D250 mm y longitud 2500 mm desmontada previamente cosbre cabeza superior de pozo de desgasificación, provista con tapa superior embridada para inspeción, con válvula de toma de muestras en acero inoxidable 1/2", una boca de conexión lateral PEAD D90 mm. Dotada de válvula de mariposa DN80 para cierre y apertura de pozo, y tubo para descarga de condensados.Incluido todos los accesorios necesarios.	150,00		
01.07.02	**m.**	**MONTAJE DE TUBERÍA ACOPIADA PE D=90 mm.SDR 17,6** Montaje de tubería ciega PEAD SDR17 D90 con banda amarilla acopiada previamente tras el desmonteje de las redes actuales, para la conexión entre las cabezas de los pozos con las estaciones de regulación. Incluye soldaduras, accesorios necesarios y mano de obra.	10.665,00		
01.07.03	**m.**	**TUBERÍA GAS PE D=90 mm.SDR 17,6 BIOGÁS** Suministro y montaje de tubería ciega PEAD SDR17 D90 con banda amarilla, para la conexión entre las cabezas de los pozos con las estaciones de regulación. Incluye soldaduras, accesorios necesarios y mano de obra.	9.571,00		
01.07.04	**m.**	**TUBERÍA GAS PE D=250 mm.SDR 17,6 BIOGÁS** Suministro y montaje de tubería ciega PEAD SDR17.6 D250 con banda amarilla para la conexión entre las estaciones de regulación y la central de combustión. Incluye soldadura, accesorios y mano de obra	3.750,00		
01.07.05	**ud**	**ESTACION DE REGULACION Y MEDIDA 6 ENTRADAS DN90** Suministro y montaje de grupo de regulación para 6 entradas DN90 formada por colector DN250 en PEAD con válvula todo-nada previo a la salida. Cada posición de llegada dispondrá de válvula de regulación del caudal con válvula de asiento inlcuida, toma de muestras con válvula. El grupo se montará sobre bastidor metálico galvanizado en caliente. Totalmente instalado incluido piezas necesarias para instalación. Incluso trampa de condensados para la eliminación del condensado en cada ERM	2,00		
01.07.06	**ud**	**ESTACION DE REGULACION Y MEDIDA 8 ENTRADAS DN90** Suministro y montaje de grupo de regulación para 8 entradas DN90 formada por colector DN250 en PEAD con válvula todo-nada previo a la salida. Cada posición de llegada dispondrá de válvula de regulación del caudal con válvula de asiento inlcuida, toma de muestras con válvula. El grupo se montará sobre bastidor metálico galvanizado en caliente. Totalmente instalado incluido piezas necesarias para instalación. Incluso trampa de condensados para la eliminación del condensado en cada ERM	3,00		

DESCRIPCIÓN			MEDICION	PRECIO	IMPORTE
01.07.07	ud	**ESTACION DE REGULACION Y MEDIDA 10 ENTRADAS DN90** Suministro y montaje de grupo de regulación para 10 entradas DN90 formada por colector DN250 en PEAD con válvula todo-nada previo a la salida. Cada posición de llegada dispondrá de válvula de regulación del caudal con válvula de asiento inlcuida, toma de muestras con válvula. El grupo se montará sobre bastidor metálico galvanizado en caliente. Totalmente instalado incluido piezas necesarias para instalación. Incluso trampa de condensados para la eliminación del condensado en cada ERM	5,00		
01.07.08	ud	**ESTACION DE REGULACION Y MEDIDA 12 ENTRADAS DN90** Suministro y montaje de grupo de regulación para 12 entradas DN90 formada por colector DN250 en PEAD con válvula todo-nada previo a la salida. Cada posición de llegada dispondrá de válvula de regulación del caudal con válvula de asiento inlcuida, toma de muestras con válvula. El grupo se montará sobre bastidor metálico galvanizado en caliente. Totalmente instalado incluido piezas necesarias para instalación. Incluso trampa de condensados para la eliminación del condensado en cada ERM	1,00		
01.07.09	m2	**ENCOFRADO RECTO OCULTO CIMIENTOS** Encofrado recto oculto en cimientos de muro, incluso clavazón y desencofrado, terminado.	45,32		
01.07.10	m2	**HORMIGÓN HL-150/P/20 LIMPIEZA e=10 cm** Hormigón de limpieza HL-150/P/20 de espesor 10 cm., en cimientos de muro, incluso preparación de la superficie de asiento, regleado y nivelado, terminado.	182,60		
01.07.11	m3	**HORMIGÓN HA-30/P/20/XC2+XA2 CIMIENTOS** Hormigón HA-30/P/20/XC2+XA2 en cimientos, incluso preparación de la superficie de asiento, vibrado, regleado y curado, terminado.	36,52		
01.07.12	kg	**ACERO CORRUGADO B 500 S** Acero corrugado B 500 S, colocado en cimientos y alzados, incluso p/p de despuntes, alambre de atar y separadores, terminado.	2.962,45		
01.07.13	ud	**PLAC.ANCLAJ.S-275 25x25x1,4cm** Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 25x25x1,4 cm. con cuatro garrotas de acero corrugado de 10 mm. de diámetro y 25 cm. de longitud total, soldadas, i/taladro central, colocada. Según NTE y norma CTE.	66,00		
01.07.14	kg	**ACERO LAMIN.S275R ESTRUC.ESPAC.** Acero laminado S275R, en perfiles tubulares para estructuras espaciales, i/soldaduras, nudos, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo electrolítico, y p.p. de piezas especiales y elementos de unión; montado y colocado, según NTE-EAE y CTE.	6.266,96		

DESCRIPCIÓN			MEDICION	PRECIO	IMPORTE
01.07.15	**m2**	**CUB. CHAPA PRELACADA 6 mm.** Cubierta de chapa de acero de 0,6 mm. de espesor en perfil comercial prelacado por cara exterior, sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad, s/NTE-QTG-7. Medida en verdadera magnitud.	182,60		

TOTAL SUBCAPÍTULO 01.07 REPOSICIÓN DE RED DE DESGASIFICACIÓN...............

SUBCAPÍTULO 01.08 REPOSICIÓN DE ALUMBRADO

		DESCRIPCIÓN	MEDICION	PRECIO	IMPORTE
01.08.01	ud	**CIMENTACION COLUMNA** Base de cimentación para columna de 8 mts. de altura, de dimensiones 50x50x80 cm., en hormigón HM-30/I+Qc, i/excavación necesaria y codo embutido de tubo Decaplast de doble pared D=63 mm. Incluyendo placa de anclaje, montaje y construccion, p/p de pequeño material, medios auxiliares y costes indirectos. Totalmente montado.	22,00		
01.08.02	m3	**EXCAVACIÓN EN ZANJAS MEDIOS MECANICOS** Excavación en zanja, en todo tipo de terreno con retroexcavadora, incluso ayuda manual en las zonas de dificil acceso, incluso p.p. entibación con los medios necesarios y agotamiento en caso de ser necesario, incluso limpieza y extracción de materiales procedentes de la excavación, carga y transporte a lugar de empleo o vertedero.	153,60		
01.08.03	m3	**HORMIGÓN HNE-20/P/40/X0 RELLENOS** Hormigón HNE-20 en rellenos, incluso vibrado, regleado y curado, terminado.	69,43		
01.08.04	m3	**RELLENO DE ZANJAS CON SUELO PROC DE EXCAV** Relleno de zanjas con suelo procedente de la excavación, incluso compactación 95 % PM.	76,80		
01.08.05	ud	**ARQUETA REGISTRO 40x40x50 cm** Arqueta de registro de dimensiones interiores 40x40x50 cm. realizada con hormigon armado HA-30/P/20/IV+Qc, inlcuso tapa (con inscripción del servicio correspondiente, anualidad y escudo municipal), cerco de acero de fundicion y lamina geotextil. Incluyendo p/p de pequeño material, recubrimiento de tapa con lechada y marcado de señalizacion en el centro mediante un taladro de 2 cm rellenado de mortero coloreado sobre la losa o adoquin encima de arqueta, medios auxiliares. Totalmente montada y terminada.	22,00		
01.08.06	m	**LEVANTADO INSTALACIÓN ALUMBRADO EXISTENTE** Levantado de canalización de alumbrado existente, comprendiendo el cableado, canalizaciónes y arquetas, así como bases y rellenos de hormigón, pormedios mecánicos y manuales. Incluso p.p. de gestiones con la empresa suministradora e informes pertinentes.Limpieza final y medios aux iliares necesarios. Medida la longitud lev antada	768,00		
01.08.07	ud	**DESMONTAJE FAROLA Y ACOPIO EN OBRA** Desmontaje de farola existente y acopio en obra para posterior reposición de la línea de alumbrado	22,00		

DESCRIPCIÓN			MEDICION	PRECIO	IMPORTE
01.08.08	**m**	**LINEA RZ1MZ1-K 0,6/1 kV 4x6+TTx6 mm²** Suministro e instalación de cable multipolar RZ1MZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 4x6+TTx6 mm² de sección indicado para instalaciones en locales con riesgo de incendio y explosión, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Incluso p/p de accesorios y elementos de sujeción. Totalmente montado, conexionado y probado.	768,00		
01.08.09	**m**	**LINEA RZ1MZ1-K 0.6/1 KV 2X2,5 mm²** Suministro e instalación de cable multipolar RZ1MZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2x2.5+TTx2.5 mm² de sección indicado para instalaciones en locales con riesgo de incendio y explosión, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Incluso p/p de accesorios y elementos de sujeción. Totalmente montado, conexionado y probado.	768,00		
01.08.10	**m**	**CANALIZACION SUBTERRANEA CON 1 TUBO Ø110** Canalización subterránea de protección del cableado formada por tubo protector de polietileno de doble pared, de 110 mm de diámetro.	768,00		
01.08.11	**ud**	**INTEGRACION NUEVOS EQUIPOS EN CUADROS** Integracion de los equipos en cuadros existentes. Incluso suministro, montaje y conexionado (fuerza y control) conforme a esquema unifilar y especificaciones de proyecto.	1,00		
01.08.12	**ud**	**PUNTO DE LUZ DE 6 M CON LUMINARIA LED DE 55 W** Luminaria LED blanco neutro, flujo nominal 6510 lm, y 55 W de potencia de ATP o equivalente, con óptica LED, motor fotometrico LensoFlex2, corriente de alimentacion de 500 mA, regulación programable con linea de mando conexion Dali, clase I, proteccion contra aumento de temperatura, acoplamiento vertical, base y capó de aluminio inyectado, protector de policarbonato de metacrilato, en color Gris AKZO 900 enarenado, bloque optico IP-66 sellado por un protector de vidrio para un optimo flujo luminoso y protector contra sobretensiones de hasta 10 KV, etc...Montadas sobre columna troncocónica en un solo tramo de 8 m de altura, recubrimiento de galvanizado según Norma UNE EN ISO 1461:2010 de 70 ìm, según la normativa UNE-EN ISO 9227:2012, con puerta registro para alojar caja de conexion y protección. Incluyendo, conductores de interconexion luminaria-caja de fusibles, p/p de pequeño material, medios auxiliares y costes indirectos. Totalmente montada, conexionada y funcionando.	22,00		

DESCRIPCIÓN			MEDICION	PRECIO	IMPORTE
01.08.13	**ud**	**CAJA FUSIBLES 1465-2 + FUSIBLES** Caja cortacircuitos de protección mod. 1465-2 de Claved o equivalente, para fusible C-20 de 6 A. Incluyendo montaje e instalacion, p/p de pequeño material, medios auxiliares y costes indirectos. Totalmente montada, conexionada y funcionando.	22,00		
01.08.14	**m**	**RED DE PUESTA A TIERRA DE Cu 35 mm²** Red de toma de tierra realizada con cable de cobre desnudo de 35 mm2, incluyendo registro de comprobación y puente de prueba.	768,00		
01.08.15	**ud**	**PICA DE TOMA DE TIERRA** Pica de puesta a tierra de Ø16 mm. y 2,00 mts. de longitud, unida al neutro de la instalacion mediante soldadura aluminotermica. Incluyendo incado, cartucho, parte proporcional de molde, ramal de conductor desnudo de 50 mm² Cu para union con el neutro, p/p de pequeño material, costos indirectos y medios auxiliares. Totalmente instalada y conexionada.	22,00		

TOTAL SUBCAPÍTULO 01.08 REPOSICIÓN DE ALUMBRADO....................................

DESCRIPCIÓN			MEDICION	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 01.09 REPOSICIÓN DE VIARIOS					
01.09.01	**m3**	**DEMOL.Y LEVANTADO PAVIMENTO HA** Demolición y levantado de pavimento de hormigón armado de espesor variable.	372,40		
01.09.02	**m3**	**ZAHORRA ARTIFICIAL BASE 75% MACHAQUEO** Zahorra artificial, husos ZA(40)/ZA(25) en capas de base, con 75 % de caras de fractura, puesta en obra, extendida y compactada, incluso preparación de la superficie de asiento, en capas de 20/30 cm. de espesor, medido sobre perfil. Desgaste de los ángeles de los áridos < 30.	356,00		
01.09.03	**m3**	**HORMIGÓN MAGRO EN BASE** Hormigón magro en base de firme, de consistencia seca, HM-20/P/20/X0 y granulometría gruesa, incluso ejecución y colocación de lámina de plástico en junta, puesto en obra, extendido, compactado, rasanteado y curado.	267,00		
01.09.04	**m3**	**HORMIGÓN HP-40+XA2 EN PAVIMENTOS** Pavimento de hormigón HP-40 de resistencia característica a flexotracción, incluso extendido, encofrado de borde, regleado, vibrado, curado con producto filmógeno, estriado o ranurado y p.p. de juntas.	413,00		
		TOTAL SUBCAPÍTULO 01.09 REPOSICIÓN DE VIARIOS..			

SUBCAPÍTULO 01.10 BALIZAMIENTO Y DEFENSAS

		DESCRIPCIÓN	MEDICION	PRECIO	IMPORTE
01.10.01	**m.**	**BARRERA SEGURIDAD BM SNA2/120a** Barrera de seguridad semirrígida tipo BM SNA2/120a, de acero laminado y galvanizado en caliente, de 3 mm. de espesor, con postes metálicos cada 2 m., tipo C-120 de 1,50 m. de longitud, hincada con p.p. de postes, separadores, captafaros y juego de tornillería, colocada.	785,00		
01.10.02	**ud**	**ABAT.BARRERA SEGURIDAD 4m./C120** Abatimiento corte de 4 m. de longitud con barrera metálica de seguridad doble onda de 3 mm. de espesor, galvanizada en caliente, con postes metálicos C-120 de 1,50 m. cada 2 m., captafaros, tornillería y piezas especiales, totalmente terminado.	8,00		
01.10.03	**m.**	**M.VIAL CONTINUA ACRÍLICA ACUOSA 10 cm** Marca vial reflexiva continua blanca/amarilla, de 10 cm. de ancho, ejecutada con pintura acrílica en base acuosa con una dotación de 720 gr./m2 y aplicación de microesferas de vidrio con una dotación de 480 gr./m2, excepto premarcaje.	880,00		
01.10.04	**m.**	**MARCA VIAL ACRÍLICA ACUOSA 40 cm** Marca vial reflexiva continua/discontinua blanca/amarilla, de 40 cm. de ancho, ejecutada con pintura acrílica en base acuosa con una dotación de 720 gr./m2 y aplicación de microesferas de vidrio con una dotación de 480 gr./m2, realmente pintado, excepto premarcaje.	16,00		
01.10.05	**ud**	**SEÑAL OCTOGONAL REFLEXIVA E.G. 2A=60 cm.** Señal octogonal de doble apotema 60 cm., reflexiva nivel I (E.G.) y troquelada, incluso poste galvanizado de sustentación y cimentación, colocada.	4,00		
01.10.06	**ud**	**SEÑAL CIRCULAR REFLEXIVA E.G. D=60 cm.** Señal circular de diámetro 60 cm., reflexiva nivel I (E.G.) y troquelada, incluso poste galvanizado de sustentación y cimentación, colocada.	5,00		
01.10.07	**ud**	**SEÑAL RECTANGULAR NORMAL 40x60 cm.** Señal rectangular de 40x60 cm., normal y troquelada, incluso poste galvanizado de sustentación y cimentación, colocada.	1,00		

TOTAL SUBCAPÍTULO 01.10 BALIZAMIENTO Y DEFENSAS......................................

SUBCAPÍTULO 01.11 ACOPIO DE TIERRAS Y GRAVAS

DESCRIPCIÓN			MEDICION	PRECIO	IMPORTE
01.11.01	**m2**	**GEOTEXTIL ANTICOLMATANTE NO TEJIDO 150 gr/m²** Suministro y colocación de geotextil no tejido 100% de polipropileno virgen de fibra larga de polipropileno, con un peso mínimo de 150 gr/m2, incluso p.p. de solapes, recortes y despuntes, totalmente colocado	59.700,00		
01.11.02	**m**	**VALLA DE CERRAMIENTO H=2** Vallado de 2,00 m. de altura realizado con malla simple torsión galvanizada en caliente de trama 50/14, tipo Teminsa y postes de tubo de acero galvanizado por inmersión de 48 mm. de diámetro, p.p. de postes de esquina, jabalcones, tornapuntas, tensores, grupillas y accesorios, montada i/replanteo y recibido de postes con hormigón HM-15	1.010,00		
01.11.03	**m2**	**CANCELA TUBO ACERO LAMI.FRÍO** Cancela formada por cerco y bastidor de hoja con tubos huecos de acero laminado en frío de 60x40x2 mm. y barrotes de tubo de 40x20x1 mm. soldados entre sí; patillas para recibido, herrajes de colgar y seguridad, cerradura y manivela a dos caras, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra.	10,00		
01.11.04	**m.**	**CINTA BALIZAMIENTO BICOLOR 8 cm.** Cinta de balizamiento bicolor rojo/blanco de material plástico, incluso colocación y desmontaje. s/R.D. 485/97.	385,00		
01.11.05	**h**	**RIEGO PERIODICO CON CISTERNA** Riego del transito de vehículos mediante el uso de camión cisterna para mitigar la producción de polvo, cuando la humedad sea inferior al 70%.	240,00		
01.11.06	**ud**	**INFORME BIMENSUAL IMPACTO ACOPIO FASE OBRAS** Informe bimensual de control sobre posibles impactos durante la fase de acopio	4,00		
01.11.07	**ud**	**INFORME BIMENSUAL IMPACTO ACOPIO FASE USO** Informe bimensual de control sobre posibles impactos durante los dos primeros años del acopio, en los cuales se producirá el tránsito de tierras entre origen, almacén y destino (sellado de fase III)	12,00		
01.11.08	**ud**	**INFORME SEMESTRAL DE CONTROL IMPACTOS** Informe semestral de control sobre posibles impactos durante los años de explotación del vaso de Fase IV	2,00		

DESCRIPCIÓN			MEDICION	PRECIO	IMPORTE
01.11.09	**ud**	**INFORME SEGUIMIENTO FASE FINAL** Informe de seguimiento de la fase final (consumo de las tierras restantes del acopio)	1,00		
01.11.10	**m2**	**LABOREO MECÁN.DEL TERRENO 30 cm.** Laboreo mecánico de terreno de consistencia media, comprendiendo dos pases cruzados de subsolador a 30 cm. de profundidad y dos pases, también cruzados, de arado de discos o vertedera a 20 cm. de profundidad, i/remate manual de bordes y zonas especiales.	59.700,00		
01.11.11	**ud**	**MEMORIA POSTCLAUSURA** Memoria postclausura (dos años después del fin del uso del acopio y la restauración de los terrenos)	1,00		

TOTAL SUBCAPÍTULO 01.11 ACOPIO DE TIERRAS Y GRAVAS................................

DESCRIPCIÓN			MEDICION	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 01.12 SEGURIDAD Y SALUD					
01.12.01	**ud**	**SEGURIDAD Y SALUD** Seguridad y Salud durante la ejecución de las obras según descomposición de Anejo correspondiente	1,00		
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.12 SEGURIDAD Y SALUD..					

DESCRIPCIÓN			MEDICION	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 01.13 GESTIÓN DE RESIDUOS					
01.13.01	**ud**	**GESTION RESIDUOS CONSTRUCCIÓN** Gestión y tratamiento de residuos generados durante la Fase 1 de las obras según desglose del Anejo correspondiente			
			1,00		

TOTAL SUBCAPÍTULO 01.13 GESTIÓN DE RESIDUOS ....

DESCRIPCIÓN			MEDICION	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 01.14 CONTROL DE CALIDAD					
01.14.01	**ud**	**CONTROL DE CALIDAD** Control de calidad de las unidades de obra durante la Fase 1 de las obras según desglose del Anejo correspondiente	1,00		

TOTAL SUBCAPÍTULO 01.14 CONTROL DE CALIDAD... €

TOTAL CAPÍTULO 01 PREPARACIÓN DE CELDA DE VERTIDO.................................

CAPÍTULO 02 FASE DE EXPLOTACIÓN

SUBCAPÍTULO 02.01 RECRECIDO DE POZOS DE DESGASIFICACIÓN

DESCRIPCIÓN			MEDICION	PRECIO	IMPORTE
02.01.01	**ud**	**MONTAJE DE CABEZAL DE POZO DE CAPTACIÓN** Colocación de campana PEAD D250 mm y longitud 2500 mm desmontada previamente cosbre cabeza superior de pozo de desgasificación, provista con tapa superior embridada para inspeción, con válvula de toma de muestras en acero inoxidable 1/2", una boca de conexión lateral PEAD D90 mm. Dotada de válvula de mariposa DN80 para cierre y apertura de pozo, y tubo para descarga de condensados.Incluido todos los accesorios necesarios.	548,00		
02.01.02	**m.**	**FILTRO PEAD D160 mm. PN10 atm RANURADA** Filtro e PEAD ranurado de 160 mm. de diámetror, colocado en revestimiento de sondeos para captaciones de aguas subterráneas, incluso p.p. de unión por soldadura, terminado y colocado.	1.785,00		
02.01.03	**m3**	**GRAVA PARA SONDEO 40/70mm** Engravillado de espacio anular entre pared de sondeo y entubado definitivo, con material drenante 20/40 mm, incluso introducción y extracción de tubo auxiliar.	357,00		
02.01.04	**ud**	**MEDIOS AUXILIARES RECRECIDOS POZOS** Maquinaria y medios auxiliares para la ejecución del izado de los pozos de desgasificación durante la fase de explotación	1,00		

TOTAL SUBCAPÍTULO 02.01 RECRECIDO DE POZOS DE DESGASIFICACIÓN ....

TOTAL CAPÍTULO 02 FASE DE EXPLOTACIÓN..

DESCRIPCIÓN			MEDICION	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 03 SELLADO FINAL					
SUBCAPÍTULO 03.01 REPERFILADO Y COBERTURA DE RESIDUOS					
03.01.01	**m2**	**PERFILADO TALUDES, BERMAS Y CORONACIÓN** Perfilado y refino de taludes, bermas y coronación de desmonte y terraplén, en terreno sin clasificar y/o capa de residuos según plano de perfilado, incluso retirada y transporte de los productos resultantes a lugar de empleo, completamente terminado..	257.655,00		
03.01.02	**m3**	**EXTENDIDO DE TIERRAS PROC. DE PRESTAMOS** Acopio y extendido de tierras limpias procedentes de excavación, incluso compactación y humectación del mismo, totalmente terminado.	358.357,00		
TOTAL SUBCAPÍTULO 03.01 REPERFILADO Y COBERTURA DE RESIDUOS					

		DESCRIPCIÓN	MEDICION	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 03.02 CAPAS DE SELLADO					
03.02.01	**m**	**CORTE, LIMPIEZA Y ACONDICIONAM. LAMINA** Corte de lámina, limpieza y acondicionamiento de lámina de polietileno y geotextiles de protección para su solape y soldadura con geosintéticos dispuestos sobre talud interior de mota de protección y de sobre zanja de anclaje.	2.195,00		
03.02.02	**m2**	**GEOTEXTIL ANTICOLMATANTE NO TEJIDO 150 gr/m²** Suministro y colocación de geotextil no tejido 100% de polipropileno virgen de fibra larga de polipropileno, con un peso mínimo de 150 gr/m2, incluso p.p. de solapes, recortes y despuntes, totalmente colocado	130.024,00		
03.02.03	**m2**	**GEOTEXTIL DE PROTECCIÓN NO TEJIDO 300 gr/m²** Suministro y colocación de geotextil no tejido 100% de polipropileno virgen de fibra larga de polipropileno, con un peso mínimo de 300 gr/m2, incluso p.p. de solapes, recortes y despuntes, totalmente colocado	130.024,00		
03.02.04	**m2**	**IMPER.LÁM.P.E.A.D. LISA 2,0 mm.** Metro cuadrado de suministro y colocación de lámina lisa impermeable PEAD de 2,0 mm de espesor, incluso p.p. de solape y soldaduras. Completamente colocada.	65.012,00		
03.02.05	**m2**	**IMPER.LÁM.P.E.A.D. TEXTURIZADA 2,0 mm.** Metro cuadrado de suministro y colocación de lámina texturizada impermeable PEAD de 2,0 mm de espesor, incluso p.p. de solape y soldaduras. Completamente colocada.	192.643,00		
03.02.06	**m2**	**GEOCOMPUESTO DRENANTE EN SELLADO** Suministro y colocación de geocompuesto drenante de polietileno de alta densidad, con doble capa de geotextiles de protección incluso p.p. de solapes y soldaduras. Completamente colocado.	385.286,00		
03.02.07	**m3**	**MATERIAL GRANULAR DRENAJE 40/80mm** Extensión, riego a humedad óptima y compactación en capa de drenaje de material granular 40/80 mm	35.756,60		
03.02.08	**m3**	**MATERIAL ARIDO RECICLADO DRENAJE 40/80mm** Extensión, riego a humedad óptima y compactación en capa de drenaje de material granular de árido reciclado 40/80 mm	13.002,40		
03.02.09	**m3**	**EXTENDIDO DE TIERRAS PROC. DE PRESTAMOS** Acopio y extendido de tierras limpias procedentes de excavación, incluso compactación y humectación del mismo, totalmente terminado.	128.827,50		

DESCRIPCIÓN			MEDICION	PRECIO	IMPORTE
03.02.10	**m3**	**ZAHORRA ARTIFICIAL BASE 75% MACHAQUEO** Zahorra artificial, husos ZA(40)/ZA(25) en capas de base, con 75 % de caras de fractura, puesta en obra, extendida y compactada, incluso preparación de la superficie de asiento, en capas de 20/30 cm. de espesor, medido sobre perfil. Desgaste de los ángeles de los áridos < 30.	2.010,00		
03.02.11	**m3**	**TERRAPLÉN TERR. EXCAVAC C/MAT.ORGANICA** Formación de cobertura de tierra vegetal con tierras procedentes de la excavación con aportación de una dotación de 50 T/Ha de su contenido de materia orgánica o material procedente de bioestabilizado, incluso compactación y humectación del mismo, totalmente terminado.	75.286,50		

TOTAL SUBCAPÍTULO 03.02 CAPAS DE SELLADO...

SUBCAPÍTULO 03.03 RED DE DESGASIFICACIÓN

		DESCRIPCIÓN	MEDICION	PRECIO	IMPORTE
03.03.01	**ud**	**CABEZAL POZO DE CAPTACIÓN PEAD 250** Suministro y colocación de campana PEAD D250 mm y longitud 2500 mm provista con tapa superior embridada para inspeción, con válvula de toma de muestras en acero inoxidable 1/2", una boca de conexión lateral PEAD D90 mm. Dotada de válvula de mariposa DN80 para cierre y apertura de pozo, y tubo para descarga de condensados Incluido todos los accesorios necesarios.	150,00		
03.03.02	**ud**	**BABERO PEAD 250 PARA SOLDADURA A LÁMINA** Suministro y montaje de babero PEAD D250 para soldadura a lámina y conexión a las cabezas de los pozos	150,00		
03.03.03	**m3**	**BENTONITA EN GRANULOS K=10-9 m/s** Bentonita en gránulos con una permeabilidad k=10-9 m/s para sellado de cabeza de pozos de gas, incluyendo suministro y colocacion.	15,00		

TOTAL SUBCAPÍTULO 03.03 RED DE DESGASIFICACIÓN..

DESCRIPCIÓN			MEDICION	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 03.04 RED DE ESCORRENTÍAS SUPERFICIALES					
03.04.01	**m.**	**CUNETA TRIANGULAR EN TIERRAS H=0,50m** Cuneta triangular en tierras, en terreno flojo, de h=0,50 m., con transporte de los productos resultantes de la excavación a vertedero o lugar de empleo, incluso refino de taludes, terminado.	7.980,00		
TOTAL SUBCAPÍTULO 03.04 RED DE ESCORRENTÍAS SUPERFICIALES					

DESCRIPCIÓN			MEDICION	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 03.05 REVEGETACIÓN					
03.05.01	**Ha**	**HIDROSIEMBRA TALUDES SEMILLAS 350 kg/Ha** Hidrosiembra en taludes con una dotación de semillas de 350 kg/Ha a base de semillas mezcla de gramíneas y leguminosas con la composición por especies (Lolium rigidum 20%, Agropyrum cristatum 25%, Agropyrum desertorum 20%, Medicago sativa 15%, Melilotus officinalis 15%, Melilotus alba 5%).	18,86		
03.05.02	**Ha**	**HIDROSIEMBRA CORONACIÓN SEMILLAS 250 kg/Ha** Hidrosiembra en coronación con una dotación de semillas de 250 kg/Ha a base de semillas mezcla de gramíneas y leguminosas con la composición por especies (Lolium rigidum 20%, Agropyrum cristatum 25%, Agropyrum desertorum 20%, Medicago sativa 15%, Melilotus officinalis 15%, Melilotus alba 5%)	6,50		

TOTAL SUBCAPÍTULO 03.05 REVEGETACIÓN...

DESCRIPCIÓN			MEDICION	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 03.06 CONTROL TOPOGRÁFICO					
03.06.01	**ud**	**BASE MÓVIL** Base topográfica móvil formada por un dado de hormigón de dimensiones HA-30/P/20/XC2+XA2 0,75x0,75x0,75 m y un anclaje mediante barra de acero corrugado, totalmente terminada y anclada al terreno.	30,00		
		TOTAL SUBCAPÍTULO 03.06 CONTROL TOPOGRÁFICO..			

DESCRIPCIÓN			**MEDICION**	**PRECIO**	**IMPORTE**
SUBCAPÍTULO 03.07 SEGURIDAD Y SALUD					
03.07.01	**ud**	**SEGURIDAD Y SALUD** Seguridad y Salud durante la ejecución del sellado según descomposición de Anejo correspondiente	1,00		
TOTAL SUBCAPÍTULO 03.07 SEGURIDAD Y SALUD..					

DESCRIPCIÓN			MEDICION	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 03.08 GESTIÓN DE RESIDUOS					
03.08.01	**ud**	**GESTION RESIDUOS CONSTRUCCIÓN** Gestión y tratamiento de residuos generados durante las obras de sellado según desglose del Anejo correspondiente	1,00		

TOTAL SUBCAPÍTULO 03.08 GESTIÓN DE RESIDUOS ....

SUBCAPÍTULO 03.09 CONTROL DE CALIDAD

DESCRIPCIÓN			MEDICION	PRECIO	IMPORTE
03.09.01	**ud**	**CONTROL DE CALIDAD** Control de calidad de las unidades de obra durante las obras de sellado según desglose del Anejo correspondiente	1,00		

TOTAL SUBCAPÍTULO 03.09 CONTROL DE CALIDAD...

TOTAL CAPÍTULO 03 SELLADO FINAL ....

TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL..

PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN

PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN

CAP	RESUMEN	EUROS
1	**PREPARACIÓN DE CELDA DE VERTIDO**	
	01.01 DESMONTAJES PREVIOS RED DESGASIFICACIÓN	
	01.02 MOVIMIENTO DE TIERRAS Y PERFILADOS	
	01.03 RECRECIDO DE CAMINO	
	01.04 MOTAS PERIMETRALES	
	01.05 GEOSINTÉTICOS	
	01.06 DRENAJE SUPERFICIAL	
	01.07 REPOSICIÓN DE RED DE DESGASIFICACIÓN	
	01.08 REPOSICIÓN DE ALUMBRADO	
	01.09 REPOSICIÓN DE VIARIOS	
	01.10 BALIZAMIENTO Y DEFENSAS	
	01.11 ACOPIO DE TIERRAS Y GRAVAS	
	01.12 SEGURIDAD Y SALUD	
	01.13 GESTIÓN DE RESIDUOS	
	01.14 CONTROL DE CALIDAD	
2	**FASE DE EXPLOTACIÓN**	
	02.01 RECRECIDO DE POZOS DE DESGASIFICACIÓN	
3	**SELLADO FINAL**	
	03.01 REPERFILADO Y COBERTURA DE RESIDUOS	
	03.02 CAPAS DE SELLADO	
	03.03 RED DE DESGASIFICACIÓN	
	03.04 RED DE ESCORRENTÍAS SUPERFICIALES	
	03.05 REVEGETACIÓN	
	03.06 CONTROL TOPOGRÁFICO	
	03.07 SEGURIDAD Y SALUD	
	03.08 GESTIÓN DE RESIDUOS	
	03.09 CONTROL DE CALIDAD	

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL

13,00% Gastos generales

6,00% Beneficio industrial

SUMA DE G.G. y B.I.

TOTAL PRESUPUESTO GENERAL s/IVA

21,00% I.V.A.

TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN €

Asciende el Presupuesto Base de Licitación de la totalidad de la obra a la expresada cantidad de

MADRID, NOVIEMBRE DE 2025
EL INGENIERO DE CAMINOS

Fdo: Luis F.Plaza Beltrán
Colegiado 12.830