



*PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL
DEL DEPÓSITO DE METRO EN CUATRO
CAMINOS (MADRID)*

P-200264

Octubre, 2021

Información general

1. Cliente



2. Acreditación de AFESA Medio Ambiente, S.A.

AFESA Medio Ambiente, S.A. es una Entidad de Inspección acreditada por ENAC en el ámbito de los suelos contaminados y las aguas subterráneas asociadas, con acreditación Nº 194/ EI348.

3. Apartados que quedan fuera de la acreditación ENAC aplicables

- | | |
|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Utilización de los valores RIVM como referencia | N.A. Estudio e inventario de residuos |
| | N.A. Estudio de la ruina |
| <input checked="" type="checkbox"/> Plan de excavación / Plan de remediación | <input checked="" type="checkbox"/> Gestión de residuos |
| <input checked="" type="checkbox"/> Proyecto constructivo | N.A. Desbroce y otros acondicionamientos |
| N.A. Muestras compuestas | N.A. Muestreo de gases |
| N.A. Muestreo fase libre | N.A. Resumen |
| N.A. Aguas superficiales | N.A. Conclusiones |
| <input checked="" type="checkbox"/> Seguimiento y control de excavación | N.A. Recomendaciones |

4. Ámbito de la inspección

- | | |
|-------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Voluntario | <input checked="" type="checkbox"/> Reglamentario |
|-------------------------------------|---|

5. Subcontrataciones en el ámbito de la acreditación ISO 17020

- | | |
|--|---------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Laboratorio acreditado ISO 17025 ¹ | <input type="checkbox"/> Catas |
| <input type="checkbox"/> Sondeos mecánicos | <input type="checkbox"/> Otros: |

¹ ENAC es firmante del acuerdo multilateral de EA e ILAC en materia de ensayos y calibración.

Índice de contenidos

1. Introducción	8
2. Objeto de los trabajos	9
3. Estado actual de emplazamiento	10
3.1. Calidad del suelo y otros medios.....	10
3.2. Infraestructuras existentes	12
4. Proyecto constructivo.....	13
4.1. Proyecto urbanístico.....	13
4.2. Proyecto constructivo de las nuevas cocheras de Metro.....	14
5. Identificación de las superficies y volúmenes de excavación	17
5.1. Suelos afectados por hidrocarburos.....	17
5.1.1. Volumetría de suelos a excavar en las futuras cocheras.....	19
5.1.2. Volumetría de suelos en zona del futuro vial	21
5.2. Relleno con escorias	23
6. Inertización, retirada y gestión de los depósitos de combustible	24
7. Especificaciones técnicas	25
7.1. Memoria de alcance de los trabajos.....	25
7.1.1. Objeto	25
7.1.2. Antecedentes y justificación de la necesidad	25
7.1.3. Cumplimiento de la normativa oficial.....	27
7.1.4. Alcance de los trabajos	28
8. Pliego de prescripciones técnicas	30
8.1. Objeto	30
8.2. Excavación y gestión de materiales excavados.....	30
8.2.1. Valores objetivo de excavación	30
8.2.2. Celdas de excavación previstas	31
8.2.3. Trabajos previos	32

8.2.3.1.	Delimitación de la afección detectada en suelos por TPH.....	32
8.2.3.2.	Delimitación del relleno de escorias	34
8.2.3.3.	Muestreo y análisis de contaminantes.....	34
8.2.4.	Caracterización de los materiales a excavar.....	34
8.2.4.1.	Estrategia de muestreo.....	34
8.2.4.2.	Plan analítico	38
8.2.5.	Plan de excavación	39
8.2.6.	Estimación de residuos	41
8.3.	Ejecución de los trabajos de excavación, retirada y transporte	44
8.3.1.	Plan de seguridad.....	44
8.3.2.	Procedimiento de actuación general en el emplazamiento.....	44
8.3.3.	Procedimiento detallado para cada fase de excavación	45
8.3.3.1.	Introducción y objetivos de los trabajos	45
8.3.3.2.	Implantación de obras	45
8.3.3.3.	Protocolo de actuación ante la aparición de servicios enterrados	46
8.3.3.4.	Técnica de excavación	47
8.3.3.5.	Operaciones de carga y transporte	48
8.4.	Demolición de los elementos de hormigón armado	49
8.4.1.	Demolición de solera o pavimento de hormigón	49
8.4.2.	Demolición de muro de hormigón armado	50
8.4.3.	Demolición de forjado de hormigón armado	51
8.5.	Supervisión ambiental	52
8.5.1.	Control de los trabajos de excavación y registro de incidencias.....	52
8.5.2.	Control de la segregación y gestión de tierras y del relleno con escorias	53
8.5.3.	Control del vaso de excavación.....	54
8.5.4.	Verificación de la calidad de suelo remanente	54
8.5.4.1.	Número y ubicación de puntos de muestreo y analíticas a realizar	54
8.5.4.2.	Profundidad de los puntos de muestreo y otras consideraciones.....	56
8.5.4.3.	Analítica sobre la muestra de suelo remanente.....	56

8.5.4.4.	Control de calidad.....	57
8.5.4.5.	Evaluación de los resultados y niveles objetivo a alcanzar	57
8.5.5.	Documentación e informes	58

Tablas

Tabla 1.	Ordenación propuesta Plan de Reforma Interior (PPRI).....	13
Tabla 2.	Superficies suelos afectados a excavar por proyecto	18
Tabla 3.	Volúmenes de suelo estimados excavar en las celdas D, E y F	20
Tabla 4.	Volumen de suelo estimado excavar en la celda I (depósito aéreo de gasóleo).....	21
Tabla 5.	Volúmenes de suelo estimados excavar en celdas A, B y C (depósitos de gasoil)	23
Tabla 6.	Volumen de suelo estimado excavar en la celda G (depósito de gasolina)	23
Tabla 7.	Valores de referencia RIVM	30
Tabla 8.	Celdas de excavación estimadas en cada zona de actuación	31
Tabla 9.	Previsión de calicatas a realizar en las zonas de actuación	33
Tabla 10.	Parámetros a analizar en las muestras de suelos (zona afección TPH)	34
Tabla 11.	Criterios de unidad de decisión	35
Tabla 12.	Unidades de decisión estimadas.....	36
Tabla 13.	Clasificación de la peligrosidad (Reglamento (UE) nº1357/2014	38
Tabla 14.	Destinos estimados de gestión de las U.D.	41
Tabla 15.	Estimación de residuos generados en la demolición estructuras de hormigón	43
Tabla 16.	Tipología y cuantificación estimada de residuos.....	43
Tabla 17.	Parámetros en muestras de contraste de suelos procedentes de la excavación	53
Tabla 18.	Diseño malla de muestreo en la base de la excavación	55
Tabla 19.	Diseño malla de muestreo en laterales de la excavación	55
Tabla 20.	Número estimado de muestras de suelo remanente	56

Figuras

Figura 1.	Localización de las instalaciones	8
Figura 2.	Plano de ordenación en el ámbito de estudio	14

Figura 3. Planta de la cochera de Metro	15
Figura 4. Planta baja y primera de la cochera de Metro	15
Figura 5. Planta sótano -1 de la cochera de Metro	16
Figura 6. Planta sótano -2 de la cochera de Metro	16
Figura 7. Distribución de suelos afectados en planta (usos futuros)	17
Figura 8. Sección transversal de afección suelos y propuesta de ubicación de las celdas de excavación	19
Figura 9. Esquema transversal y en planta de las celdas de excavación D, E y F	21
Figura 10. Esquema transversal y en planta de las celdas de excavación, A, B y C	22
Figura 11. Esquema transversal de las UD previstas (antiguos depósitos de gasóleo y lavado de bogies)	37

Anexos

Anexo 1. Planos

Plan de Seguimiento Ambiental del depósito de Metro en Cuatro Caminos (Madrid)

El presente informe no puede reproducirse salvo en su totalidad sin la aprobación previa de la Entidad de Inspección y el cliente. El incumplimiento de algunas de las condiciones implica la pérdida de la autorización para utilizar este informe y/o deberá destruirse inmediatamente toda la documentación que lleve asociada.

Este informe sustituye y anula el anterior.

Las únicas copias válidas son aquellas en soporte informático firmadas digitalmente o, en su caso, copias en papel con firma original que vayan acompañadas de una copia digital firmada electrónicamente que permita confirmar su integridad y fidelidad al original.

En Derio, a 7 de octubre de 2021

Elaborado por:



Inés Ribeiro Correia
Técnico del Área de Investigación y
tratamiento de suelos
AFESA Medio Ambiente, S.A.

Revisado por:

Eduardo Alzola
Director del Área de Investigación y
tratamiento de suelos
AFESA Medio Ambiente, S.A.

1. Introducción

METRO DE MADRID S.A., antiguo propietario de la parcela ocupada por el Depósito de Cuatro Caminos, ubicado en la Calle Virgen de Nieva s/n en Madrid, ha cesado temporalmente la actividad que ha desarrollado en el emplazamiento desde 1919. El motivo del cese temporal es la construcción de la futura cochera de Metro y la construcción de edificios de carácter residencial, terciario, comercial y de administración pública, así como zonas verdes y viales.

El presente documento constituye el Plan de Seguimiento Ambiental que se debe elaborar por motivo de la clausura y desmantelamiento de las instalaciones del depósito, tal y como viene indicado en la resolución dictada por la Dirección general del Medio ambiente de la Comunidad de Madrid (Ref. 10/101494.047/09, fecha 10/08/2009).

Las antiguas instalaciones del Depósito de Cuatro Caminos, se localizan en la calle Virgen de Nieva s/n de Madrid, próximas a la glorieta de Cuatro Caminos. La parcela ocupa una superficie de 34.193 m².

Figura 1. Localización de las instalaciones



2. Objeto de los trabajos

El presente documento tiene por objeto establecer el alcance del Plan de Seguimiento Ambiental, definiendo las previsiones necesarias para la delimitación y el tratamiento de la afección detectada en el entorno de los depósitos de combustible de la parcela y en la antigua zona de lavado de bogies, así como en la playa de vías sur, de modo a que se asegure la correcta gestión de los materiales y el control de los trabajos desde el punto de vista ambiental mediante la supervisión de las actuaciones por parte de un técnico especializado en suelos contaminados.

Los trabajos de seguimiento ambiental no vienen motivados por necesidades de saneamiento en la parcela, sino por las características constructivas del proyecto constructivo previsto que requiere la realización de movimientos de tierras para la propia ejecución de la futura cochera (excavación sótanos, cimentaciones, etc...), construcción de viales, parque urbano y de los edificios de viviendas, etc.

3. Estado actual de emplazamiento

3.1. Calidad del suelo y otros medios

En el emplazamiento objeto de este plan de seguimiento ambiental, AFESA Medio Ambiente S.A., realizó entre los meses de febrero y marzo de 2021, la Caracterización Detallada del subsuelo, motivada por la necesidad de conocer la calidad del suelo y agua subterránea tras el cese temporal de la actividad que METRO DE MADRID S.A. desarrolló en el emplazamiento, en cumplimiento del artículo 3.4 del R.D. 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.

Los trabajos realizados permitieron establecer las siguientes conclusiones, respecto a la calidad de los suelos y aguas subterráneas:

- Respecto a la calidad de los suelos:
 - Se superó el valor de referencia establecido de 50 mg/kg de TPH totales en tres muestras recogidas en la zona de los dos depósitos de combustible y antigua zona de lavado de bogies, con concentraciones entre 78 (S15-P6, a 0,60 m de profundidad) y 6000 mg/kg (S15-P2 a 3,20 m de profundidad). Se superó ligeramente el valor de referencia para TPH en una muestra tomada en la zona de depósito aéreo de combustible y nave de mantenimiento de dresinas, con una concentración de 51 mg/kg (S15-P4 a 2,40 m de profundidad).
 - La comparación de las concentraciones de TPH con los criterios de riesgo del RIVM holandés pusieron de manifiesto que se superó la fracción alifática C10-C12 en una muestra tomada en la zona de los dos depósitos de combustible y antigua zona de lavado de bogies, con una concentración de 360 mg/kg.
 - Se superó ligeramente el valor de referencia establecido por el RD 9/2005 para el parámetro benzo(a)pireno para uso urbano en dos muestras recogidas en la zona de los dos depósitos de combustible y antigua zona de lavado de bogies, con concentraciones de 0,70 y 0,21 mg/kg. Si se considera el valor de referencia del benzo(a)pireno para uso industrial (2 mg/kg), no se dieron superaciones de este parámetro.
 - De la valoración general de los datos obtenidos en el emplazamiento se pudo deducir que la afección registrada en los suelos por TPH y puntualmente por PAH, está asociada a algún incidente sucedido en el pasado relacionado con los depósitos de combustible enterrados y/o con la antigua actividad de mantenimiento de los trenes y dresinas.

En la zona de los dos tanques enterrados de gasóleo C y antigua zona de lavado de bogies se estimó que los suelos afectados por TPH se encuentran a profundidades entre 1 y 3,20 m, y una superficie de 488 m². Considerando una profundidad media de afección de 1,9

metros y un área de afección de 488 m², el volumen de suelos afectados se estimó en 867 m³ en la zona de los tanques enterrados (restando el volumen de los tanques).

- En la zona del tanque aéreo de gasóleo y nave de mantenimiento de dresinas, se estimó que el suelo afectado por TPH se encuentra hasta 2,40 m. Se trata de una afección muy poco significativa (51 mg/kg de TPH).
- Respecto a las muestras de agua subterránea:
 - Los resultados analíticos de las muestras de agua subterránea tomadas en el emplazamiento no superaron los niveles de intervención de la normativa holandesa, siendo los valores obtenidos en la mayor parte de las muestras, inferiores al límite de cuantificación del laboratorio acreditado. Únicamente, se encontraba dentro del rango de incertidumbre de la técnica analítica los TPH en la muestra tomada en S15-P3.

Considerando las conclusiones establecidas y siguiendo los preceptos establecidos por el RD 9/2005, resultó necesario llevar a cabo un Análisis Cuantitativo de Riesgos, con objeto de determinar si la afección detectada es compatible con el uso futuro de la parcela (urbano e industrial).

En mayo de 2021, se realizó el Análisis Cuantitativo de Riesgos, considerando las máximas concentraciones de contaminantes observados en cada uno de los medios, asumiendo que dicha afección permanece en el lugar tras las excavaciones previstas por motivos constructivos, considerando los resultados actualizados obtenidos en esta última campaña de investigación, así como los datos históricos sobre la calidad del suelo.

A partir de este análisis se han evaluado los riesgos potenciales a los cuales estarían expuestos los futuros usuarios del emplazamiento, teniendo en cuenta los usos pormenorizados previstos, como son principalmente los trabajos de las cocheras futuras, los usuarios del parque urbano previsto para la zona y los residentes de las viviendas previstas para el ámbito.

Se concluyó que los riesgos para la salud humana en los distintos escenarios de uso futuro planteados según la zonificación pormenorizada prevista en el emplazamiento, son holgadamente aceptables tanto en lo referente al riesgo toxicológico como cancerígeno, por lo que la afección presente en el emplazamiento es compatible con los usos futuros, desde el punto de vista del riesgo.

Por otro lado, durante los trabajos de demolición de las instalaciones y retirada del pavimento llevada a cabo durante los meses de mayo y junio de 2021 en el emplazamiento, se detectó la presencia de un relleno de escorias mezcladas con tierras, restos de cristales y restos cerámicos que ocupan una superficie estimada de 748 m² en la antigua playa de vías hormigonada situada al sur del emplazamiento. Si bien no se han realizado trabajos para verificar su alcance en profundidad, se estima que estos residuos se encuentren hasta una profundidad media de 1 metro.

En el Anexo 1 se incluye un plano con las zonas de afección respecto al proyecto constructivo.

3.2. Infraestructuras existentes

En la actualidad, las antiguas instalaciones del Depósito de Metro existentes en el emplazamiento se encuentran en fase de demolición hasta cota cero, según el Proyecto de Demolición y Urbanización que ha redactado la Sociedad Cooperativa propietaria de la parcela.

En la zona donde se han registrado las mayores concentraciones de TPH en suelos (S15-P2 con 6.000 mg/kg a 3,20 metros de profundidad), es decir, aguas abajo de los depósitos de gasóleo y en la antigua zona de lavado de bogies, se dejó la solera de hormigón por motivos preventivos hasta que se acometan las excavaciones de los suelos afectados. Además, esta zona abarca un antiguo separador de grasas que será retirado y los suelos de su entorno serán saneados (en su caso) cuando se proceda a los trabajos de excavación y retirada de materiales, incluidos en el Plan de Seguimiento ambiental.

A modo preventivo, se prevé instalar una lámina de polietileno en aquellas zonas donde hay previsiblemente afección y se pueda generar lixiviación de los contaminantes potencialmente presentes en los suelos, dado que en la actualidad no existe pavimento. Estas zonas son:

- Zona donde las concentraciones de TPH se encuentran en torno a 78 mg/kg a 0,60-0,80 m de profundidad (zona colindante a S15-P6 y aguas abajo de S15-P2 y separador de grasas).
- Hueco de los depósitos subterráneos de combustible una vez que se hayan retirado.
- Zona de relleno compuestas por escorias.

En cuanto a los tanques de combustible enterrados existentes en la instalación (2 depósitos enterrados de gasoil de 30.000 litros cada uno, depósito enterrado de gasolina de 5.000 litros y un depósito superficial de gasoil de 1.250 litros), éstos han sido vaciados, inertizados y retirados, quedando en el caso de los subterráneos, el hueco donde se encontraban instalados.

4. Proyecto constructivo

En el emplazamiento está prevista la construcción de edificios de viviendas, zonas verdes, viales y la construcción de las nuevas cocheras de Metro.

4.1. Proyecto urbanístico

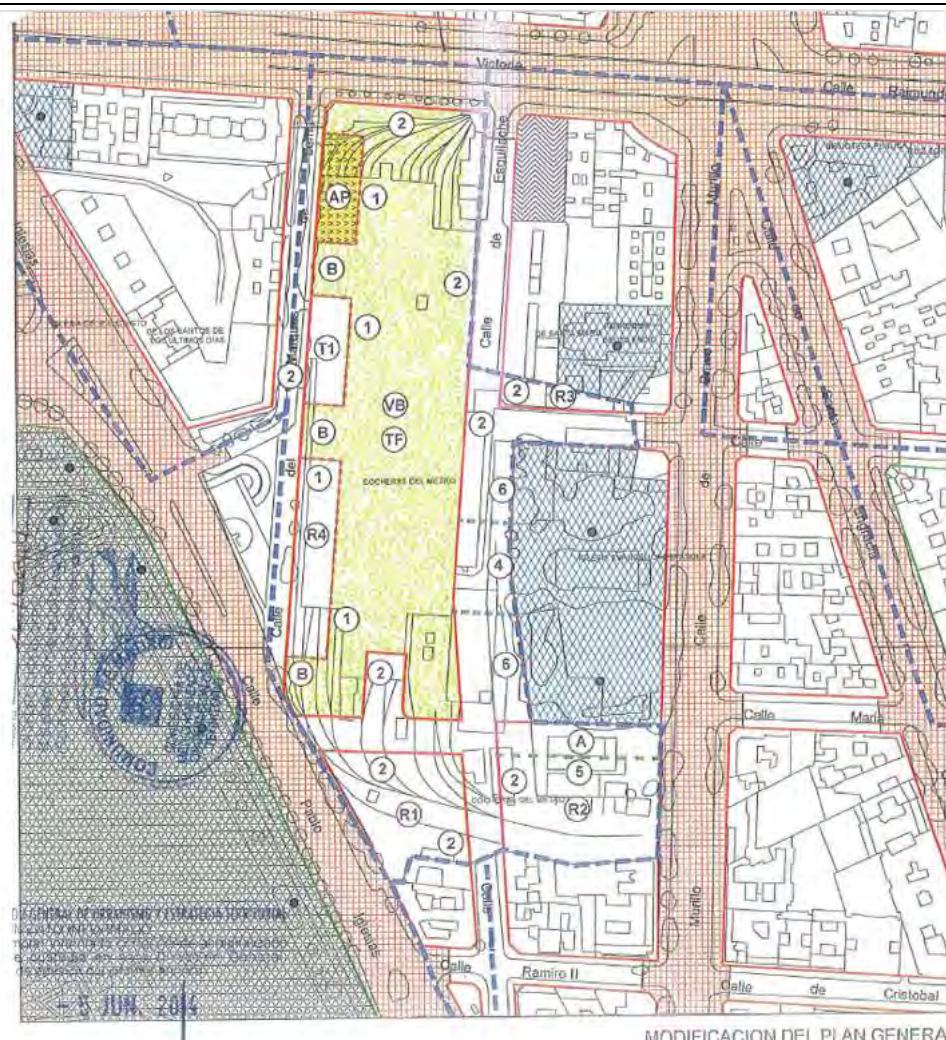
En cuanto al proyecto urbanístico, según el Plan Parcial de Reforma Interior (PPRI), APR.07-02-M, aprobado el 24 de marzo de 2014, la ordenación propuesta sería la siguiente:

Tabla 1. Ordenación propuesta Plan de Reforma Interior (PPRI)

Parcelas /Zonas	Uso cualificado	Edificabilidad total máxima (m ²)	Altura máxima de edificación
T.1	terciario	4.020	5 plantas
R.1	residencial	27.000	6 plantas a 8 plantas
R.2			8 plantas
R.3	residencial	2.600	5 a 7 plantas
R.4	residencial	28.900	18 a 20 plantas
AP	Dotacional de servicios colectivos de Administración Pública	6.700	8 plantas
VB	Espacio Libre-Zona verde básica de uso y dominio públicos	-	-
B	Posición preferente de los espacios libres de conexión y penetración desde el exterior al interior del ámbito de actuación	-	-
TF	Bajo rasante: dotacional al servicio de transporte ferroviario.	-	-

La siguiente figura muestra la ordenación propuesta según el PPRI, en el ámbito de estudio:

Figura 2. Plano de ordenación en el ámbito de estudio



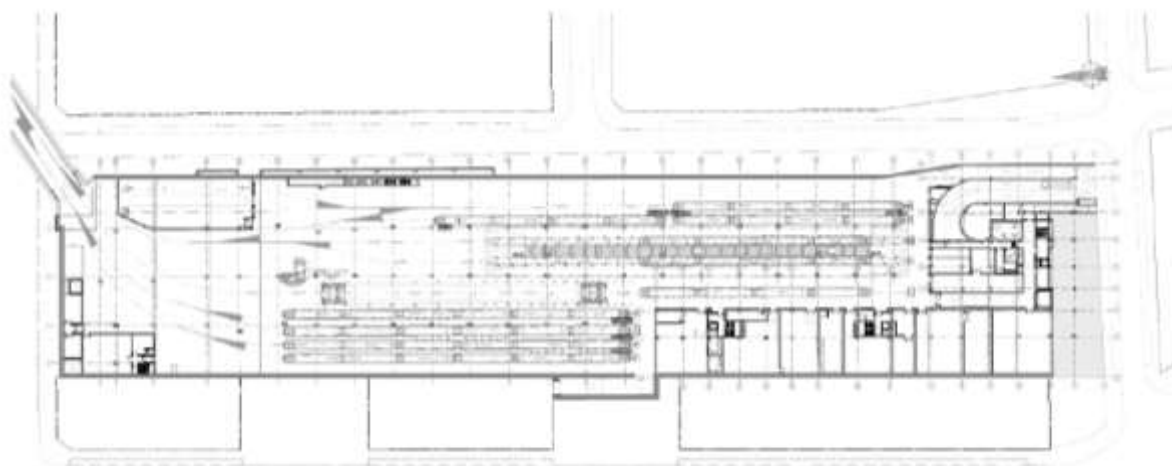
- (1) Alineaciones exteriores preferentes; (2) Alineaciones oficiales; (4) espacio verde para la visualización del ábside de la Capilla del Colegio "El Porvenir" desde la zona verde; (5) se considerará como límite edificatorio sobre la rasante la alineación interior o privada definida; (A) porción de parcela privada R2, edificable bajo rasante en el procedimiento de reparcelación urbanística se constituirá sobre la superficie y dimensiones marcadas una servidumbre de paso en superficie de personas y vehículos. Así mismo de luces y vistas a favor de la parcela del colegio "El Porvenir".

4.2. Proyecto constructivo de las nuevas cocheras de Metro

Según el Proyecto constructivo de las nuevas cocheras de Metro en Cuatro Caminos, éstas se situarán bajo un nuevo parque en la ciudad. Este nuevo parque se eleva una planta de altura respecto al viario del entorno.

El recinto que albergará las instalaciones de las cocheras presenta forma rectangular, que se adapta al límite edificatorio bajo rasante, con unas dimensiones interiores de 270 metros de largo y 55 metros de ancho. El largo se dispone de forma sensiblemente paralela a la Calle Esquilache, en sentido norte sur, mientras el lado corto se apoya en la avenida Reina Victoria en su extremo norte.

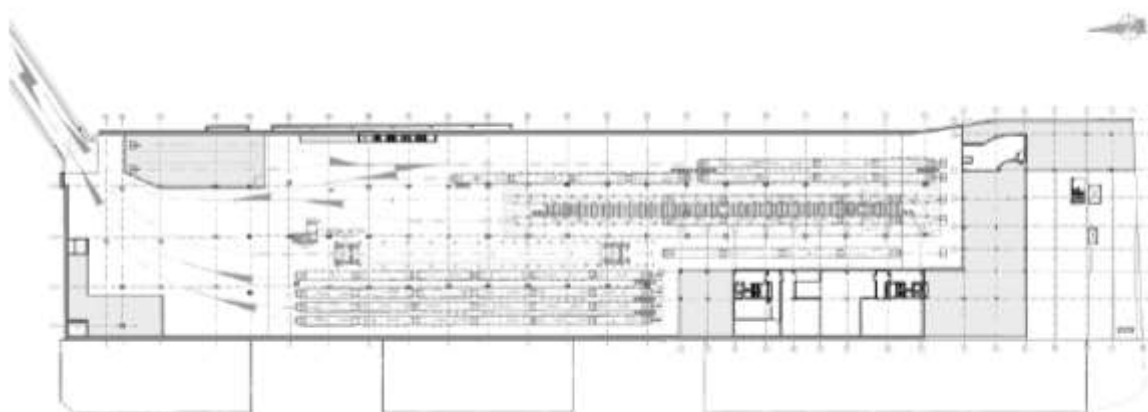
Figura 3. Planta de la cochera de Metro



La planta baja y el primer sótano es donde se desarrollarán todos los usos relacionados directamente con los procesos de las cocheras: pinturas, talleres, almacenes, etc. La planta baja se situará al mismo nivel que la zona de las vías.

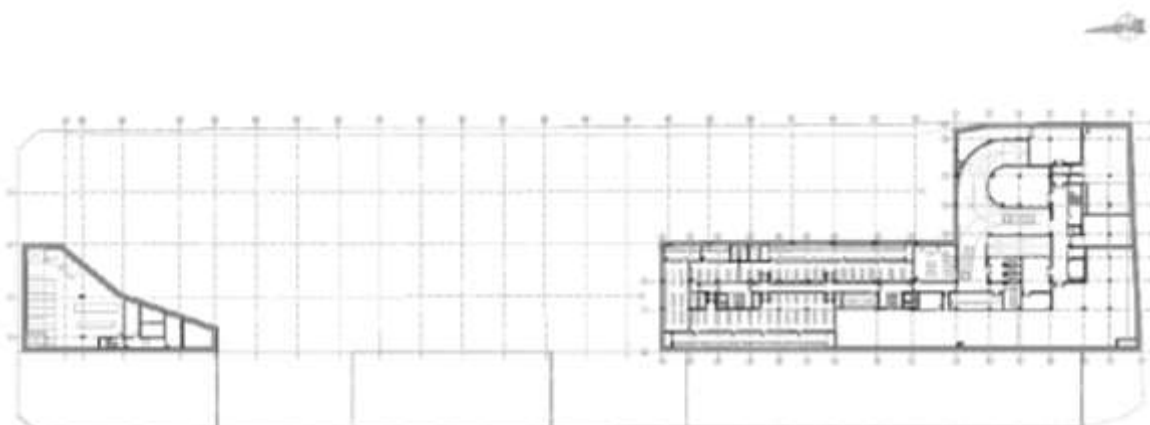
En la planta primera se proyectan salas requeridas para instalaciones técnicas en la cochera.

Figura 4. Planta baja y primera de la cochera de Metro



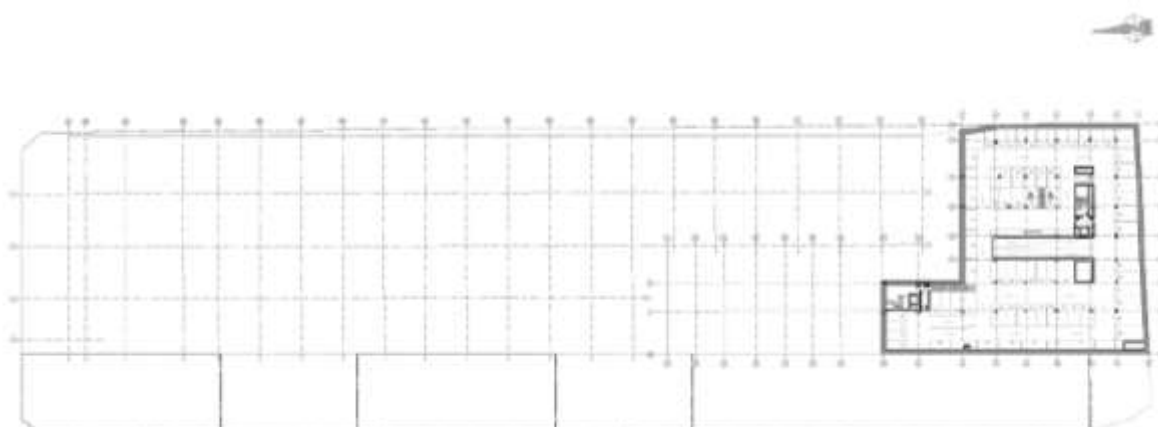
En la planta sótano -1 se proyectan talleres, almacenes y las salas que dan servicio al personal que está previsto que trabaje en la instalación de estas cocheras y otros puntos de la infraestructura de Metro (vestuarios). Además de estos usos, se localizan zonas de almacén y taller conectados con el nivel de vías a través de montacargas. Asimismo, se sitúa en esta planta la subestación eléctrica.

Figura 5. Planta sótano -1 de la cochera de Metro



En la planta sótano 2 se dispone un aparcamiento de vehículos ligeros.

Figura 6. Planta sótano -2 de la cochera de Metro



5. Identificación de las superficies y volúmenes de excavación

5.1. Suelos afectados por hidrocarburos

El proyecto constructivo contempla la ejecución de las nuevas cocheras de Metro que incluyen la ejecución de plantas de sótano, planta baja donde se ubicarán las vías de la cochera, y un parque urbano en el exterior, además de diversos edificios de viviendas y de usos terciarios.

Según la investigación detallada realizada en el emplazamiento, la afección observada en el suelo por TPH se sitúa en la futura planta baja en la zona de vías de la cochera y en el entorno de los dos tanques de gasoil. Para ejecutar las nuevas cocheras de Metro se realizarán una serie de excavaciones a diferentes cotas. Por otro lado, atendiendo a que se han retirado todos los depósitos subterráneos de combustible existentes en el emplazamiento, es previsible que los suelos existentes en su entorno estén impactados.

Las siguientes figuras muestran en planta la superficie estimada de suelos afectados respecto a los usos futuros. Como se puede observar, la principal afección observada en el suelo abarca parte de las futuras cocheras de Metro (planta baja) con un parque verde en el exterior, y parte de un nuevo vial y talud del nuevo parque público.

Figura 7. Distribución de suelos afectados en planta (usos futuros)



En el marco de la investigación detallada realizada en el emplazamiento, se estimó que el área de suelo afectado por TPH y puntualmente por benzo(a)pireno, situada en el entorno de los dos depósitos de gasoil enterrados (futuro vial y talud del parque verde) y en la antigua zona de lavado de bogies (futura planta baja de las cocheras) sería de unos 488 m², habiéndose detectado afección hasta una profundidad media de 1,9 m.

En la zona del tanque aéreo de gasóleo y nave de mantenimiento de dresinas, se estimó que el suelo ligeramente afectado por TPH se encuentra hasta 2,40 m. Se trata de una afección muy poco significativa (51 mg/kg de TPH).

Teniendo en cuenta el proyecto constructivo, se estima que 228 m² se situarán en la planta baja de las cocheras, 57 m² en el muro de contención y zapatas de la cochera y la restante superficie se sitúa en el nuevo vial y talud del nuevo parque, de los cuales 98 m² corresponden a los suelos impactados en el hueco de los depósitos de gasoil y 115 m² en la envolvente. En la zona del antiguo depósito aéreo de gasóleo se estima una superficie de suelo que puede estar ligeramente afectado de unos 16 m².

Las superficies estimadas de suelo afectado que serán excavados se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 2. Superficies suelos afectados a excavar por proyecto

Superficie estimada de suelos afectados (m ²)	Usos anteriores	Usos futuros	Superficie a excavar en suelos afectados (m ²)
488	Lavado de bogies	Cocheras (planta baja-vías)	228 ⁽¹⁾
		Cocheras (planta baja-muros y zapata)	57 ⁽²⁾
	Depósitos de gasoil	Vial e talud de parque urbano	98 ⁽³⁾
	Entorno depósitos de gasoil		115 ⁽⁴⁾
30	Depósito de gasolina	Vial	30 ⁽⁵⁾
16	Depósito aéreo de gasóleo	Cocheras (planta baja-vías)	16 ⁽⁶⁾

(1): se considerado una superficie de 19 m x 12 m

(2): se ha considerado que se excavará para la ejecución del muro y zapata de la planta baja de la cochera una superficie de 3 m de ancho por 19 metros de longitud sobre suelo afectado

(3): dimensiones aproximadas de cubeto 15,20 m x 6,40 m (incluyendo muros perimetrales)

(4): dimensiones aproximadas de zona externa a muro perimetral norte: 17,20 m x 2 m; zona externa a muro perimetral oeste: 6 x 2 m; zona externa a muro perimetral sur: 17,20 x 4 m.

(5): dimensiones aproximadas de 6 m x 5 m.

(6): dimensiones aproximadas 4 x 4 m.

Considerando las superficies estimadas de suelo afectado por hidrocarburos, se ha estimado el volumen de suelo afectado por hidrocarburos que será excavado y la previsión de su gestión y/o reutilización, para cada una de las zonas de uso futuro.

De este modo, para la cuantificación del volumen de suelos a excavar se han establecido celdas de excavación en cada una de las zonas (futuras cocheras y zona de futuros viales). Para cada una de ellas se ha estimado el volumen de suelos a excavar que previsiblemente presentan afección por TPH, hasta la profundidad donde se descarta su presencia, tomado como referencia los datos obtenidos en los sondeos de investigación.

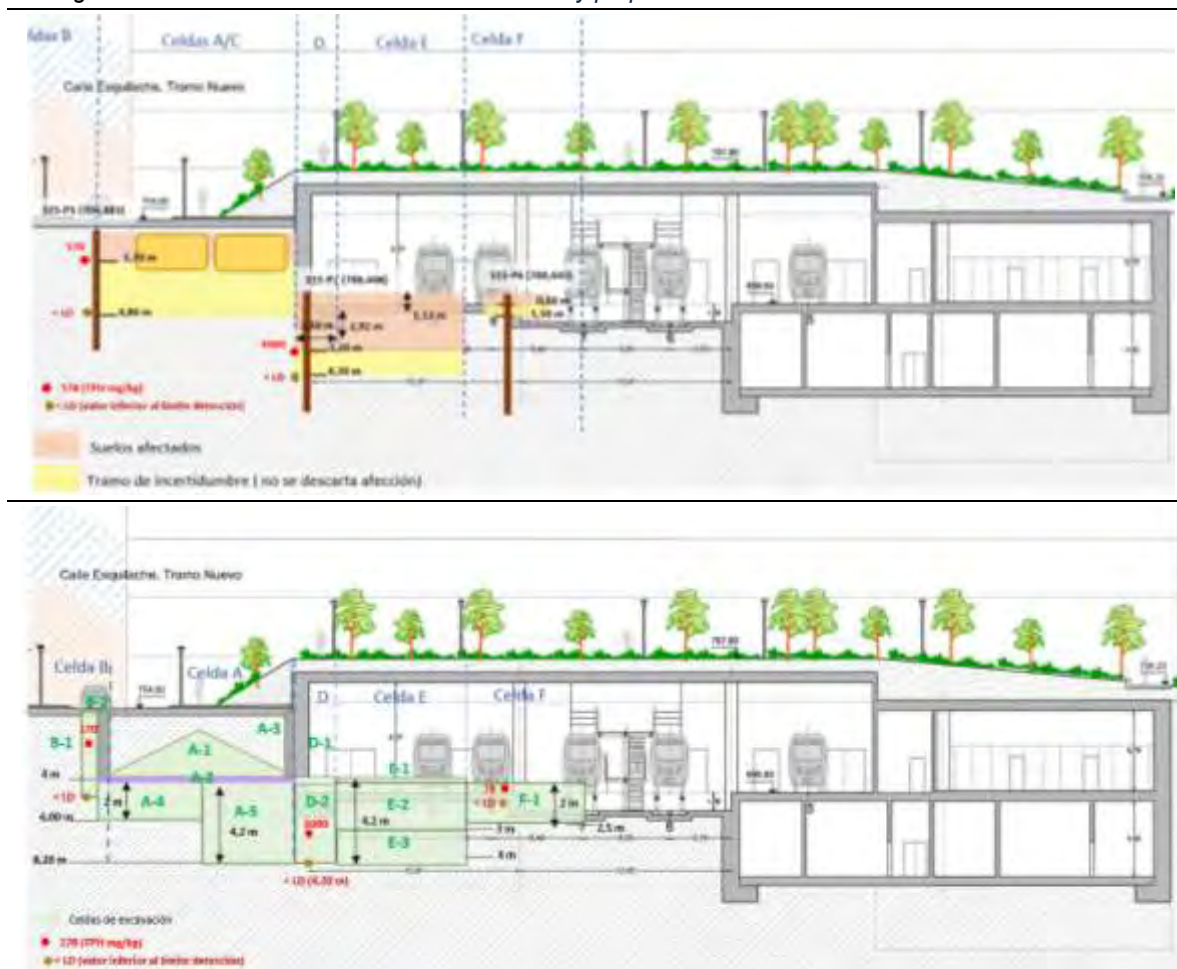
No obstante, el volumen a excavar se estimará en base a los resultados obtenidos en la campaña de muestreo a realizar previamente a las excavaciones, con objeto de delimitar la afección en suelos.

Para la estimación de la volumetría de suelos a excavar, se han establecido 3 celdas de excavación, que se detallan a continuación:

- Celda D: suelos impactados en el muro y zapatas de la futura planta baja de las cocheras.
- Celda E: suelos impactados en la futura planta baja de las cocheras (zona de vías).
- Celda F: suelos impactados en la futura planta baja de las cocheras (zona de vías y foso).

Las siguientes figuras muestran la sección transversal de la futura planta baja de las cocheras en la zona donde se ha observado afección en suelos por TPH (y puntalmente por benzo(a)pireno), así como las celdas de excavación D, E y F, establecidas en la zona de las futuras cocheras.

Figura 8. Sección transversal de afección suelos y propuesta de ubicación de las celdas de excavación



El proyecto constructivo de las nuevas cocheras, tiene previsto excavar a distintas profundidades (aproximadamente entre 1,12 y 2,92 metros), si bien se considera excavar hasta la profundidad donde,

según los resultados obtenidos en la investigación de suelos realizada previamente, se descarta la presencia de hidrocarburos en los suelos.

Las profundidades de excavación estimadas para cada una de las celdas son las siguientes:

- Celda D: se trata la celda de excavación para la construcción de la zapata y muro de las cocheras. Según proyecto la zapata y el muro tendrán un espesor de 1 metro, bajo la cual habrá un relleno amortizado de 1 metro de espesor y la cota de la solera estará a 699,53 m. Por tanto, tomado como referencia la cota del sondeo S15-P2 (700,448 m), se estima que por proyecto haya que excavar unos 2,92 m de suelos. En este punto la afección en suelos se ha observado hasta los 3,20 m de profundidad (6.000 mg/kg), y la profundidad total en la que se descarta afección son los 4,2 m, por lo que se estima excavar para la retirada de suelos afectados por hidrocarburos hasta los 4,20 m.
- Celda E: se trata la celda de excavación en la futura plataforma de las vías. Según proyecto la solera se situará a la cota 699,83 metros y la solera tendrá un espesor de 0,50 m. Tomando como referencia la cota del sondeo S15-P2 (700,448 m), se estima que haya que excavar unos 1,12 m de suelos, los cuales estarán previsiblemente afectados en su totalidad. El punto de muestreo más cercano es el S15-P2, donde se descarta afección a los 4,2 m, por lo que se estima excavar para la retirada de suelos afectados por hidrocarburos hasta los 4,20 m.
- Celda F: se trata de la celda de excavación a realizar en la plataforma y foso de las vías, entorno al punto S-15-P6. Según proyecto, en esta zona se excavará para la construcción de zapata corrida tipo ZC1 (profundidad de la zapata 1,5 m y ancho 4 metros) y para la construcción del foso, cuya solera tendrá una cota de 698,75 m (699,83-1,08 m) y la solera un espesor de 0,40 m. Tomando como referencia la cota del sondeo S15-P6 (700,443 m), se estima que haya que excavar unos 2,09 m de suelos. En este punto se ha observado una ligera afección en suelos hasta los 0,60-0,80 m de profundidad (78 mg/kg), y la profundidad a partir de la cual se descarta afección son los 1,5 m, no obstante, se estima excavar para la retirada de suelos afectados por hidrocarburos hasta los 2,00 m.

En la siguiente tabla se resumen los volúmenes de excavación estimados para cada una de las celdas:

Tabla 3. Volúmenes de suelo estimados excavar en las celdas D, E y F

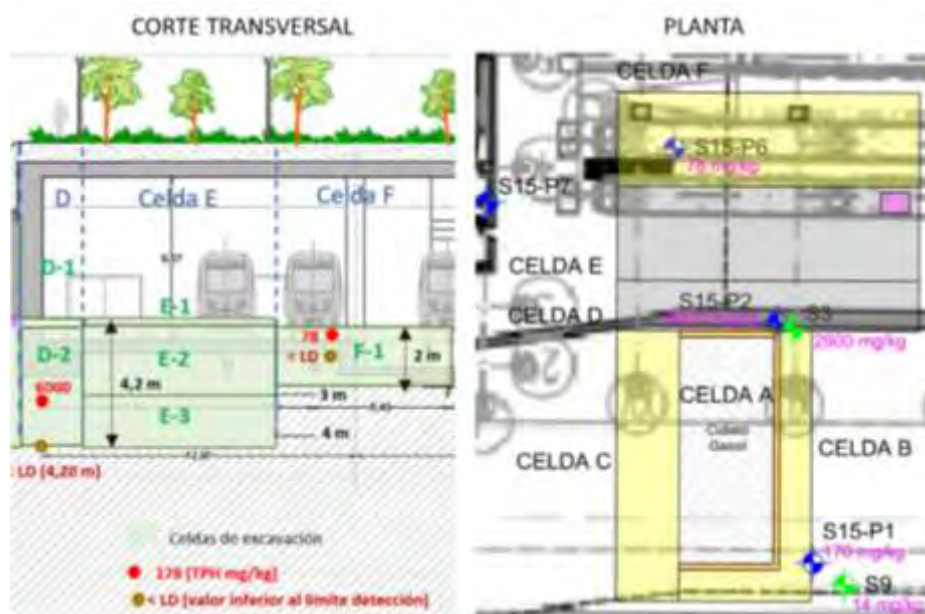
Celda	Área de celda de excavación (m ²)	Espesor de solera (m)	Profundidad de excavación suelos (m)	Espesor de suelos a excavar (m)	Volumen de excavación (m ³)	Volumen de hormigón (m ³)
D	57	0,70	0,70 a 4,20	3,50	200	40 ¹
E	114	0,70	0,70 a 4,20	3,50	399	80 ²
F	114	-	0 a 2,00	2,00	228	-

(1) Dimensiones aproximadas del pavimento existente de hormigón: 19 m largo x 3 ancho x 0,70 espesor.

(2) Dimensiones aproximadas del pavimento existente de hormigón: 19 m largo x 6 ancho x 0,70 espesor.

En el Anexo 1, se incluye un plano con la propuesta de ubicación de las celdas de excavación.

Figura 9. Esquema transversal y en planta de las celdas de excavación D, E y F



En la zona del antiguo depósito aéreo de gasóleo se estima una celda de excavación:

- Celda I: corresponde a suelo sobre el cual se ubicaba el antiguo depósito aéreo de gasóleo, donde se estima que el suelo pueda estar ligeramente afectado por hidrocarburos hasta una profundidad de 2,4 metros en una superficie de unos 16 m².

Tabla 4. Volumen de suelo estimado excavar en la celda I (depósito aéreo de gasóleo)

Celda	Área de celda de excavación (m ²)	Profundidad de excavación suelos (m)	Espesor de suelos a excavar (m)	Volumen de excavación (m ³)	Volumen de hormigón (m ³)
I	16	0 a 2,40	2,40	38	-

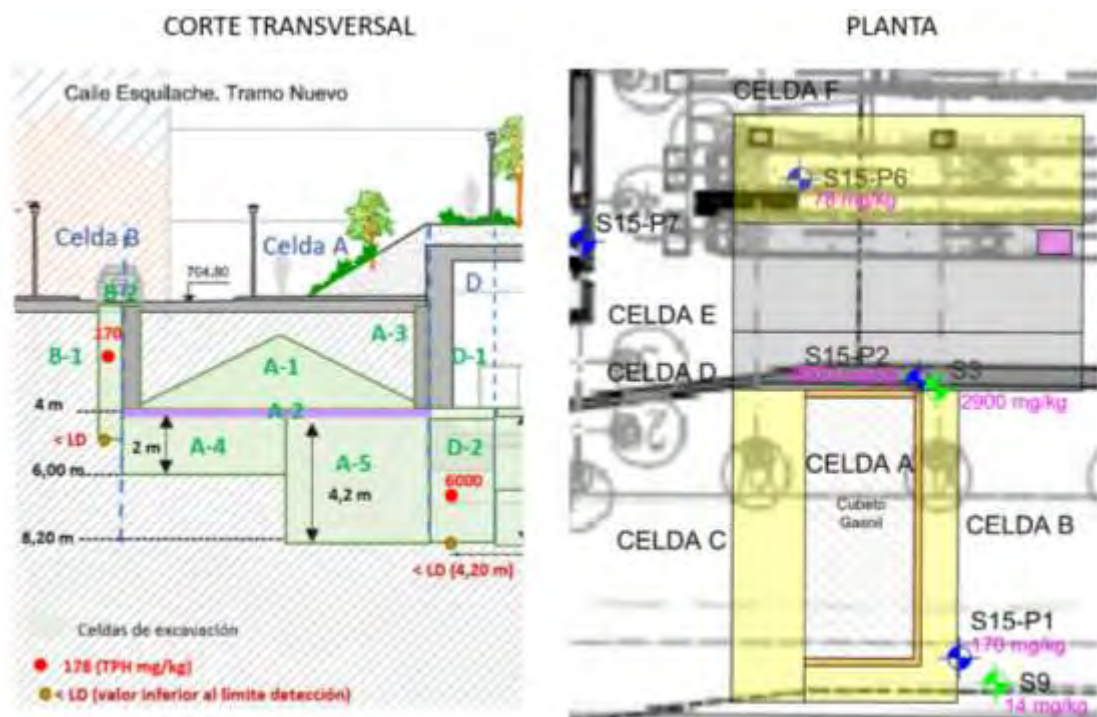
5.1.2. Volumetría de suelos en zona del futuro vial

En la zona donde se ubicaban los antiguos depósitos de gasóleo, se han estimado 3 celdas de excavación, que se detallan a continuación:

- Celda A: corresponde al hueco donde se encontraban los dos depósitos de gasoil, estando el relleno de los tanques impactado por hidrocarburos sobre la solera de hormigón armado. Engloba la retirada del relleno, retirada de la losa de hormigón armado y de los muros de hormigón armado perimetrales. Asimismo, se considera excavar los suelos bajo la losa de hormigón hasta la profundidad donde se previsiblemente no hay afección, es decir hasta los 2

metros de profundidad en la mitad este y hasta los 4,2 metros en la mitad oeste (S15-P2 situado aguas abajo se descarta afección a 4,20 m de profundidad).

Figura 10. Esquema transversal y en planta de las celdas de excavación, A, B y C



- Celda B: incluye los suelos exteriores a los muros perimetrales del cubeto de retención. En el punto S15-P1, cercano a esta zona, la afección en suelos se ha observado hasta los 1,70 m de profundidad (170 mg/kg), y la profundidad a partir de la cual se descarta afección son los 4,8 m, por lo que se estima excavar para la retirada de suelos afectados por hidrocarburos hasta los 4,80 m de profundidad.
- Celda C: corresponde el límite sur del cubeto de retención de los depósitos de gasoil, que actualmente se encuentra a cota cero (en este sector no existía muro de contención del cubeto, lindando éste con las infraestructuras del edificio que existía colindante al cubeto). En esta zona se estima excavar hasta los 4 metros de profundidad.

En la zona donde se ubicaba el depósito de gasolina se estima una celda de excavación:

- Celda G: corresponde al hueco donde se encontraba el depósito de gasolina, estando el relleno de los tanques previsiblemente impactado.

Los volúmenes estimados de suelos afectados a excavar en cada una de las celdas son los siguientes:

Tabla 5. Volúmenes de suelo estimados excavar en celdas A, B y C (depósitos de gasoil)

Celda	Tipología	Área de celda de excavación (m ²)	Espesor de estructura (m)	Profundidad de excavación suelos (m)	Espesor de suelos a excavar (m)	Volumen de excavación (m ³)	Volumen de hormigón (m ³)
A	Relleno	86	-	-	1,5	130	-
	Losa cubeto	98	0,45	-	-	-	44 ⁽¹⁾
	Muros	-	-	-	-	-	44 ⁽²⁾
	Suelos bajo losa	49	-	4 a 6	2	97	-
		49	-	4 a 8,20	4,20	204	-
B	Suelo	46	-	0 a 4,80	4,80	221	-
C	Suelo	69	-	0 a 4,00	4	275	-

(1) Dimensiones aproximadas de la losa de hormigón: 15,20 m largo x 6,40 ancho x 0,45 espesor.

(2) Dimensiones aproximadas del muro norte: 6 m largo x 4 m altura x 0,40 grosor; Muros de hormigón norte y este del cubeto: 21,2 m de largo x 4 metros de altura x 0,40 m de grosor.

Tabla 6. Volumen de suelo estimado excavar en la celda G (depósito de gasolina)

Celda	Área de celda de excavación (m ²)	Profundidad de excavación suelos (m)	Espesor de suelos a excavar (m)	Volumen de excavación (m ³)	Volumen de hormigón (m ³)
G	30	0 a 4	4	115 ⁽¹⁾	-

(1) Una vez retirado depósito de 5.000 litros

5.2. Relleno con escorias

Tal como se comentó anteriormente, durante los trabajos de demolición de las instalaciones y retirada del pavimento se detectó la presencia de un relleno compuesto por escorias mezcladas con otros residuos (cristal, metales y restos cerámicos), que ocupan una superficie estimada de 748 m² y una profundidad estimada de 1 metro. Por tanto, se estima que exista un volumen de 748 m³ de residuos (escorias mezcladas con otros materiales).

6. Inertización, retirada y gestión de los depósitos de combustible

Respecto a los depósitos subterráneos de combustible, METRO hará un aporte de documentación posterior que incluirá la gestión de residuos realizada y la baja de los depósitos que contaban con “Alta” en Industria.

7. Especificaciones técnicas

7.1. Memoria de alcance de los trabajos

7.1.1. Objeto

El presente documento tiene por objeto establecer el alcance del Plan de Seguimiento Ambiental, definiendo las previsiones necesarias para la delimitación y el tratamiento de la afección detectada en el entorno de los depósitos subterráneos de combustible de la parcela y en la antigua zona de lavado de bogies, así como en la playa de vías sur, de modo a que se asegure la correcta gestión de los materiales y el control de los trabajos desde el punto de vista ambiental mediante la supervisión de las actuaciones por parte de un técnico especializado en suelos contaminados.

Asimismo, el presente documento incluye las especificaciones técnicas relativas a las labores de demolición de las estructuras del cubeto de hormigón y de la zona pavimentada que se encuentra en la antigua zona de lavado de bogies.

7.1.2. Antecedentes y justificación de la necesidad

En el emplazamiento objeto de este plan de seguimiento ambiental, AFESA Medio Ambiente S.A., realizó entre los meses de febrero y marzo de 2021, la Caracterización Detallada del subsuelo, motivada por la necesidad de conocer la calidad del suelo y agua subterránea tras el cese temporal de la actividad que METRO DE MADRID S.A. desarrolló en el emplazamiento, en cumplimiento del artículo 3.4 del *R.D. 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados*.

Los trabajos realizados permitieron establecer las siguientes conclusiones, respecto a la calidad de los suelos y aguas subterráneas:

- Respecto a la calidad de los suelos:
 - Se superó el valor de referencia establecido de 50 mg/kg de TPH totales en tres muestras recogidas en la zona de los dos depósitos de combustible y antigua zona de lavado de bogies, con concentraciones entre 78 y 6000 mg/kg. Se superó ligeramente el valor de referencia para TPH en una muestra tomada en la zona de depósito aéreo de combustible y nave de mantenimiento de dresinas, con una concentración de 51 mg/kg.
 - La comparación de las concentraciones de TPH con los criterios de riesgo del RIVM holandés pusieron de manifiesto que se superó la fracción alifática C10-C12 en una muestra tomada en la zona de los dos depósitos de combustible y antigua zona de lavado de bogies, con una concentración de 360 mg/kg.

- Se superó ligeramente el valor de referencia establecido por el RD 9/2005 para el parámetro benzo(a)pireno para uso urbano en dos muestras recogidas en la zona de los dos depósitos de combustible y antigua zona de lavado de bogies, con concentraciones de 0,70 y 0,21 mg/kg. Si se considera el valor de referencia del benzo(a)pireno para uso industrial (2 mg/kg), no se dieron superaciones de este parámetro.
- De la valoración general de los datos obtenidos en el emplazamiento se pudo deducir que la afección registrada en los suelos por TPH y puntualmente por PAH, está asociada a algún incidente sucedido en el pasado relacionado con los depósitos de combustible enterrados y/o con la antigua actividad de mantenimiento de los trenes y dresinas.

En la zona de los dos tanques enterrados de gasóleo C y antigua zona de lavado de bogies se estimó que los suelos afectados por TPH se encuentran a profundidades entre 1 y 3,20 m, y una superficie de 488 m². Considerando una profundidad media de afección de 1,9 metros y un área de afección de 488 m², el volumen de suelos afectados se estimó en 867 m³ en la zona de los tanques enterrados (restando el volumen de los tanques).

- En la zona del tanque aéreo de gasóleo y nave de mantenimiento de dresinas, se estimó que el suelo afectado por TPH se encuentra hasta 2,40 m. Se trata de una afección muy poco significativa (51 mg/kg de TPH).
- Respecto a las muestras de agua subterránea:
 - Los resultados analíticos de las muestras de agua subterránea tomadas en el emplazamiento no superaron los niveles de intervención de la normativa holandesa, siendo los valores obtenidos en la mayor parte de las muestras, inferiores al límite de cuantificación del laboratorio acreditado. Únicamente, se encontraba dentro del rango de incertidumbre de la técnica analítica los TPH en la muestra tomada en S15-P3.

Considerando las conclusiones establecidas y siguiendo los preceptos establecidos por el RD 9/2005, fue necesario llevar a cabo un Análisis cuantitativo de riesgos, con objeto de determinar si la afección detectada es compatible con el uso futuro de la parcela (urbano e industrial).

En mayo de 2021, se realizó el Análisis Cuantitativo de Riesgos, considerando las máximas concentraciones de contaminantes observados en cada uno de los medios, asumiendo que dicha afección permanece en el lugar tras las excavaciones previstas por motivos constructivos, considerando los resultados actualizados obtenidos en esta última campaña de investigación, así como los datos históricos sobre la calidad del suelo.

A partir de este análisis se han evaluado los riesgos potenciales a los cuales estarían expuestos los futuros usuarios del emplazamiento, teniendo en cuenta los usos pormenorizados previstos, como son

principalmente los trabajos de las cocheras futuras, los usuarios del parque urbano previsto para la zona y los residentes de las viviendas previstas para el ámbito.

Se concluyó que los riesgos para la salud humana en los distintos escenarios de uso futuro planteados según la zonificación pormenorizada prevista en el emplazamiento, son holgadamente aceptables tanto en lo referente al riesgo toxicológico como cancerígeno, por lo que la afección presente en el emplazamiento es compatible con los usos futuros, desde el punto de vista del riesgo.

Por otro lado, durante los trabajos de demolición de las instalaciones y retirada del pavimento llevada a cabo durante los meses de mayo y junio de 2021 en el emplazamiento, se detectó la presencia de escorias mezcladas con otros residuos (metales, cristal y restos cerámicos) que ocupan una superficie estimada de 748 m² en la antigua playa de vías situada al sur del emplazamiento. Si bien no se han realizado trabajos para estimar su alcance en profundidad, se estima que estos residuos se encuentren hasta una profundidad de 1 metro.

En el Anexo 1 se incluye un plano con las zonas de afección respecto al proyecto constructivo.

Los trabajos de excavación y seguimiento ambiental no vienen motivados por necesidades de saneamiento en la parcela, sino por las características constructivas del proyecto constructivo previsto que requiere la realización de movimientos de tierras para la propia ejecución de la futura cochera (excavación sótanos, cimentaciones, etc...), construcción de viales, parque urbano y de los edificios de viviendas, etc.

7.1.3. Cumplimiento de la normativa oficial

Las actuaciones planteadas en el presente plan de seguimiento ambiental se realizarán de acuerdo con la siguiente legislación de referencia:

- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.
- Decreto 326/1999, de 18 de noviembre, por el que se regula el régimen jurídico de suelos contaminados de la Comunidad de Madrid.
- Ley 5/2003, de 20 de marzo, de Residuos de la Comunidad de Madrid.
- Estrategia de residuos de la Comunidad de Madrid (2017-2024), aprobada por el Consejo de Gobierno de la Comunidad de Madrid el 27 de noviembre de 2018.
- Real Decreto 646/2020, de 7 de Julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito a vertedero.

- Real Decreto 553/2020, de 2 de junio de 2020, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado.
- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.
- Reglamento (UE) Nº 1357/2014 de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014, por el que se sustituye el anexo III de la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas.
- Reglamento (UE) 2017/997 DEL CONSEJO de 8 de junio de 2017, por el que se modifica el anexo III de la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que atañe a las características de peligrosidad HP 14 “Ecotóxico”.
- Decisión de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.
- Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas.
- *Orden 2726/2009, de 16 de Julio, por la que se regula la gestión de los residuos de construcción y demolición de la Comunidad de Madrid.*

Para el establecimiento de la metodología a seguir en los trabajos descritos en el presente plan se ha tomado como referencia, además de la legislación aplicable, los siguientes documentos:

- *Procedimiento interno PGI 29 Inspección en suelos contaminados del sistema de gestión de AFESA Medio Ambiente, S.A.*
- *“Guía de Excavaciones Selectivas en el ámbito de los suelos contaminados” editada por Ihobe en abril de 2015.*
- *Guía de Planes de Control y Seguimiento del suelo de actividades potencialmente contaminantes”, de la Comunidad de Madrid (2008).*

7.1.4. Alcance de los trabajos

El alcance de los trabajos a realizar será:

- Delimitación de la afección detectada en el entorno de los depósitos subterráneos de hidrocarburos y en la antigua zona de lavado de bogies.
- Caracterización de las tierras y escorias afectadas a excavar.
- Elaboración del Plan de excavación.

- Ejecución de los trabajos de excavación, retirada y gestión de los materiales.
- Demolición de las estructuras del cubeto de hormigón y zona pavimentada.
- Muestreo de la calidad del suelo remanente.
- Informe final de los trabajos.
- Revisión del Análisis Cuantitativo de Riesgos (caso sea necesario).

8. Pliego de prescripciones técnicas

8.1. Objeto

El presente Pliego tiene por objeto definir los criterios técnicos para la realización de los trabajos de delimitación y tratamiento de la afección detectada en el emplazamiento de modo a que se asegure la correcta gestión de los materiales a excavar y el control de los trabajos desde el punto de vista ambiental mediante la supervisión de las actuaciones por parte de un técnico especializado en suelos contaminados.

Los trabajos a realizar se enmarcan en el Plan de Seguimiento Ambiental a llevar a cabo por motivo de la construcción de las nuevas cocheras de Metro en Cuatro Caminos y urbanización del emplazamiento donde se ubicaban las instalaciones del Depósito de Metro que se encuentran en fase de desmantelamiento.

Los trabajos de excavación y seguimiento ambiental no vienen motivados por necesidades de saneamiento en la parcela, sino por las características constructivas del proyecto constructivo previsto que requiere la realización de movimientos de tierras para la propia ejecución de la futura cochera (excavación sótanos, cimentaciones, etc....), construcción de viales, parque urbano y de los edificios de viviendas, etc.

8.2. Excavación y gestión de materiales excavados

8.2.1. Valores objetivo de excavación

La excavación no viene motivada por necesidades de saneamiento, sino por motivos constructivos y a petición de METRO, para reducir el pasivo ambiental en el emplazamiento.

A falta de normativa de referencia en la Comunidad de Madrid, se propone como criterio la referencia de 500 mg/kg para TPH, así como los valores de referencia holandeses contenidos en el RIVM report 711701023 para la distribución de cadenas de TPH, tal como se recoge en la “*Guía de Excavaciones Selectivas en el ámbito de los suelos contaminados, publicada por el Ithobe (Gobierno Vasco)*”:

Tabla 7. Valores de referencia RIVM

Parámetro	Suelos (mg/kg)
Fracciones alifáticas	
Fracción C ₅ -C ₆	35
Fracción C ₆ -C ₈	109
Fracción C ₈ -C ₁₀	28
Fracción C ₁₀ -C ₁₂	152
Fracción C ₁₂ -C ₁₆	55.000
Fracción C ₁₆ -C ₃₅	-

Tabla 7. Valores de referencia RIVM

Parámetro	Suelos (mg/kg)
Fracciones aromáticas	
Fracción C5-C7	-
Fracción C7-C8	-
Fracción C8-C10	59
Fracción C10-C12	317
Fracción C12-C16	5.900
Fracción C16-C21	17.500
Fracción C21-C35	19.200

En la zona de escorias se excavará hasta que se compruebe *in visu* que éstas han sido retiradas.

Una vez finalizada la excavación y obtenidos los resultados de la calidad del suelo remanente en cada una de las celdas de excavación, se procederá a la revisión del Análisis de Riesgos. Una vez comprobada la calidad del suelo remanente y la ausencia de riesgo para los escenarios previstos, se procederá al relleno de los huecos de excavación.

8.2.2. Celdas de excavación previstas

En base a los resultados obtenidos en la investigación de la calidad de suelos realizados previamente y a las profundidades previstas de excavación para las obras de urbanización y construcción de las nuevas cocheras, se han estimado celdas de excavación para cada zona de actuación. Se trata de una valoración preliminar. El planteamiento definitivo de los trabajos de excavación y retirada de los materiales vendrá determinado por los resultados obtenidos en los trabajos de delimitación de la afección y caracterización de los materiales que se realizará previamente al inicio de los trabajos de excavación.

Asimismo, el planteamiento definitivo de los trabajos de excavación y retirada de los materiales deberá ser incluido en el Plan de Excavación que se elabore una vez realizados los trabajos previos de delimitación de la afección detectada y caracterizados los materiales a excavar.

Las celdas de excavación previstas en cada una de las zonas de actuación y los volúmenes a excavar estimados en base a la información disponible, se muestran en la siguiente tabla.

En el Plano nº6 (Anexo I) se muestra la ubicación propuesta de las celdas de excavación.

Tabla 8. Celdas de excavación estimadas en cada zona de actuación

Zonas de afección en suelos	Zonas de actuación	Usos futuros	Celda	Área de celda de excavación (m ²)	Espesor de suelos a excavar (m)	Volumen de excavación (m ³)	Volumen de hormigón (m ³)
	Depósitos de gasoil		A	98	2 a 4,20	431	88 ¹
			B	46	4,80	221	-

Tabla 8. Celdas de excavación estimadas en cada zona de actuación

Zonas de afección en suelos	Zonas de actuación	Usos futuros	Celda	Área de celda de excavación (m ²)	Espesor de suelos a excavar (m)	Volumen de excavación (m ³)	Volumen de hormigón (m ³)
Afección en suelos por hidrocarburos		Vial y talud del parque urbano	C	69	4	275	-
	Futura zona de cocheras (antigua zona de lavado de bogies y aguas debajo de los depósitos de gasóleo)	Muro y zapatas de las cocheras	D	57	3,5	200	40
		Playa de vías	E	114	3,5	399	80
		Playa de vías y foso de vías	F	114	2,00	228	-
	Depósito de gasolina	Vial	G	30	4	115 ⁽²⁾	-
	Depósito aéreo de gasóleo	Playa de vías	I	16	2,4	38	-
Escorias	Antigua playa de vías al sur del recinto	Futura zona de cocheras y viales	H	748	1	748	-

(1) Losa de hormigón de la base del cubeto y muros perimetrales de hormigón

(2) Una vez retirado depósito de 5.000 litros

8.2.3. Trabajos previos

8.2.3.1. Delimitación de la afección detectada en suelos por TPH

Con objeto de precisar aún más la información disponible, se realizará una campaña previa de calicatas en la futura planta baja de las cocheras, en el hueco de los depósitos enterrados de combustible y en la zona del antiguo depósito aéreo de combustible, que permitirá delimitar suficientemente el área de excavación.

Las calicatas se ejecutarán mediante retroexcavadora. En aquellas zonas donde hay pavimento se perforará primero la solera del emplazamiento mediante martillo hidráulico para posteriormente profundizar hasta la máxima cota de excavación prevista en cada zona.

La ejecución de las calicatas será supervisada de manera continua a pie de cata por un técnico especializado en suelos contaminados. Asimismo, se procederá al levantamiento del perfil estratigráfico, la inspección organoléptica de los materiales y la obtención de fotografías debidamente referenciadas. Se registrarán todos los datos relevantes en las correspondientes fichas de campo (fecha, ubicación y descripción de las mismas, codificación, condiciones ambientales, etc.).

Teniendo en cuenta los resultados del estudio de suelos, se prevé la realización de 19 calicatas distribuidas por las diferentes zonas de actuación.

Tabla 9. Previsión de calicatas a realizar en las zonas de actuación

Zona	Uso futuro	Celdas de excavación	Calicatas	Profundidad estimada (m)	Ubicación /justificación
Depósitos de gasoil	Vial y talud del parque urbano	A	C1	1,5 ⁽¹⁾	Dentro del cubeto de los tanques, en el acopio del relleno sobre la solera realizado tras retirada de los depósitos
			C2 y C3	2 a 4,20	Tras la retirada de la losa de hormigón se realizarán dos catas para delimitar afección de suelos.
		B	C4, C5 y C6	4 ⁽²⁾	Delimitación de la contaminación en el exterior de los muros del cubeto en su parte norte y este
		C	C7 y C8	4 ⁽²⁾	Delimitación de la contaminación en el exterior del cubeto en su parte sur
Futura planta baja de las cocheras (aguas abajo de los tanques de gasoil y antigua zona de lavado de bogies)	Muro y zapatas de las cocheras	D	C9, C10 y C11	4 ⁽³⁾	Delimitación aguas abajo de los dos depósitos subterráneos de combustible. Futura zona donde se ubicará el muro de las cocheras
	Plataforma de vías	E	C12, C13 y C14	4 ⁽³⁾	Delimitación aguas abajo de los dos depósitos subterráneos de combustible, antigua zona de lavado de bogies, entre S15-P2 y S15-P6. Y cerca del separador de grasas.
	Plataforma y foso de vías	F	C15, C16 y C17	2,00 ⁽⁴⁾	Ubicada en la antigua zona de lavado de bogies. Delimitación entorno de S15-P6. Y cerca del separador de grasas.
Antiguo depósito aéreo de gasóleo	Plataforma de vías	I	C33	2,40 ⁽⁶⁾	Ubicada en la zona del antiguo depósito aéreo de combustible.
Depósito de gasolina	Vial	G	C18	3 ⁽⁵⁾	Dentro del cubeto del depósito, tras retirada del depósito.

(1) Espesor estimado de suelos acopiados sobre la losa del cubeto de los depósitos de gasoil

(2) Afección detectada en suelos en S15-P1 (170 mg/kg de TPH a 1,70 m, e indetectable a 4,80 m de profundidad).

(3) Afección detectada en suelos en S15-P2 (6000 mg/kg de TPH a 3,20 m, e indetectable a 4,20 m de profundidad).

(4) Afección detectada en suelos en S15-P6 (78 mg/kg de TPH a 0,60 m, e indetectable a 1,50 m de profundidad).

(5) Profundidad estimada hasta 1 metro de la base del tanque

(6) Afección detectada en suelos en S15-P4 (51 mg/kg de TPH a 2,40 m.) De 2,40 a 3,60 m hay un hueco en el terreno y de 3,60 a 3,90 m una losa de hormigón, bajo la cual no hay alteración de las características organolépticas.

En el Anexo I se incluye un plano con la ubicación propuesta de las calicatas.

8.2.3.2. Delimitación del relleno de escorias

Con objeto de delimitar la extensión en superficie y en profundidad del relleno de escorias que se han observado en la antigua playa de vías situada al sur del recinto tras la retirada del pavimento, se realizará una campaña calicatas. A priori, y de cara a una futura gestión de las mismas como residuo, se estima realizar 14 calicatas distribuidas por una malla de 100 m² cada una aproximadamente (2 calicatas por cada 100 m²).

En el Anexo I se incluye un plano con la ubicación propuesta de las calicatas en la zona de relleno de escorias.

8.2.3.3. Muestreo y análisis de contaminantes

En las zonas de afección en suelos por TPH (suelos de la antigua zona de lavado de bogies y de los depósitos subterráneos de combustible y del depósito aéreo de gasóleo) se procederá a la toma de 2 muestras simples de suelo en cada calicata, donde se analizarán los siguientes parámetros:

Tabla 10. Parámetros a analizar en las muestras de suelos (zona afección TPH)

Parámetro	Método	Referencias Normativas
TPH volátil C ₅ -C ₁₀	Extracción con metanol, análisis con GC-MS	ISO 22155 ISO 16558-1
TPH C ₁₀ -C ₄₀	Extracción con acetona/hexano, limpieza, análisis con GC-FID	ISO 16703
TPH desglose alifáticos/aromáticos	GC-FID y GC-MS	ISO 16558-1, ISO/TS 16558-2 y TNRCC 1005/6
BTEX	Extracción con metanol, análisis con GC-MS	ISO 22155
PAH	Extracción con acetona/hexano, análisis con GC-MS	ISO 13877

Con los resultados obtenidos se realizará una comparativa con las concentraciones obtenidas en la investigación previa, de tal forma, que el conjunto de datos permitirá precisar la pluma de afección/actuación. Asimismo, permitirá una evaluación del nivel de riesgo conforme a los usos considerados.

Se prevé, que se analizarán un total de 36 muestras de suelo.

8.2.4. Caracterización de los materiales a excavar

8.2.4.1. Estrategia de muestreo

Con objeto de establecer los posibles destinos de gestión de los materiales a excavar, es necesaria la toma y caracterización de muestras de dichos materiales, de acuerdo a los criterios establecidos en el Anexo II del *Real Decreto 646/2020, de 7 de Julio, por el que se regula la eliminación de residuos*

mediante depósito a vertedero. Los resultados de la caracterización se contrastarán frente a los valores de referencia correspondientes con el fin de conocer el destino adecuado para los materiales resultantes de la excavación.

Siguiendo los criterios de la “*Guía de excavaciones selectivas en el ámbito de los suelos contaminados de la CAPV*”, editada por Ithobe en abril de 2015, la caracterización de los materiales a excavar se realizará por unidades de decisión (volumen de material, de características homogéneas, sobre el cual es posible definir un destino concreto). Se utilizarán los criterios de la siguiente tabla para definir el volumen de las unidades de decisión (UD).

Tabla 11. Criterios de unidad de decisión	
Volumen de excavación (m³)	Volumen de unidad de decisión (m³)
$0 < V \leq 1.000$	100
$1.000 < V \leq 5.000$	250
$5.000 < V \leq 10.000$	350
$0 > 10.000$	500

Se estima que para la retirada de los suelos previsiblemente impactados por TPH en el entorno de los depósitos de combustible y en la antigua zona de lavado de bogies, se excavarán un total de 1.907 m³ de suelos afectados por TPH y 748 m³ de escorias existentes en la playa de vías al sur del emplazamiento, lo que hace un total de 2.655 m³ de material a excavar. Por otro lado, se estima que se retirarán 88 m³ de hormigón del cubeto de los depósitos de gasoil (losa de hormigón y muros perimetrales) y 120 m³ de solera de hormigón armado.

Atendiendo a los criterios de la “*Guía de excavaciones selectivas en el ámbito de los suelos contaminados de la CAPV*”, la caracterización de las tierras a excavar se realizará por unidades de decisión (UD) del entorno de 250 m³, por tratarse de un volumen de excavación entre 1.000-5.000 m³, en la zona de suelos afectados por hidrocarburos. A priori, el planteamiento de la caracterización se establecerá por 7 unidades de decisión (UD) en la zona de escorias del entorno de 100 m³, por tratarse de un volumen de excavación inferior a 1.000 m³.

En las zonas donde se ha observado afección por hidrocarburos (depósitos enterrados de combustible y su entorno, antigua zona de lavado de bogies y depósito aéreo de gasóleo) se prevén 12 UD, estimadas a partir de la tipología del material (relleno, suelos) y en base a los resultados de las muestras tomadas en la investigación realizada previamente de algunos parámetros que influyen en el tipo de gestión (en general, TPH superior a 500 mg/kg). Para la retirada y definición de posible del destino de los elementos de hormigón del cubeto de los depósitos de gasoil (losa y muro) y el pavimento de hormigón, se prevén 4 UD.

Se trata de una **estimación** que deberá ser reformulada en base a los resultados obtenidos en la campaña de muestreo previa al inicio de la excavación.

Para la caracterización de los materiales se tomará una muestra compuesta cada 2-3 calicatas que se realicen en cada UD. Por tanto, se estima que se tomará un total de 12 muestras para la caracterización de las tierras como residuo, 1 muestra para la caracterización del hormigón previsiblemente impactado con hidrocarburo (losa cubeto), todas ellas en la zona de afección por hidrocarburos y 7 muestras en la zona de escorias.

La estimación de las UD en cada celda de excavación se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 12. Unidades de decisión estimadas

Zona	Uso futuro	Celdas	Calicatas	UD				
				UD	Área (m)	Tramo (m)	Tipología material	Volumen UD (m³)
Depósitos de gasoil	Vial y talud del parque urbano	A	C1	A-1 ¹	86	-	Relleno cubeto depósitos gasoil	130
				A-2 ²	98	-	Hormigón (losa del cubeto)	44
				A-3 ³	100	-	Muros cubeto	44
			C2/C3	A-4	49	4 a 6	Relleno/suelo	97
				A-5	49	4 a 8,20	Relleno/suelo	204
		B	C4/C5/C6	B-1 ⁴	46	0 a 4,80	Relleno/suelo	221
		C	C7/C8	C-1	69	0 a 2	Relleno/suelo	138
				C-2	69	2-a 4	Relleno/suelo	138
Futura planta baja de las cocheras (aguas abajo de los tanques de gasoil y antigua zona de lavado de bogies)	Muro y zapatas de las cocheras	D	C9/C10/C11	D-1	57	0 a 0,70	Hormigón (pavimento)	40
				D-2 ⁵	57	0,70 a 4,20	Relleno/suelo	200
	Plataforma de vías	E	C12/C13/C14	E-1	114	0 a 0,70	Hormigón (pavimento)	80
				E-2 ⁵	114	0,70 a 3	Relleno/suelo	262
				E-3 ⁵	114	3 a 4,20	Relleno/suelo	173
	Plataforma y foso de vías	F	C15/C16/C17	F-1 ⁶	114	0 a 2,00	Relleno/suelo	228
Depósito de gasolina	Vial	G	C18	G-1 ⁷	30	0 a 4	Relleno	120
Depósito aéreo de gasóleo	Plataforma de vías	I	C33	I-1	16	0 a 2,40	Relleno/suelo	38
Antigua playa de vías sur	Cocheras, vial y	H	C19/C20	H-1 ⁸	100	0 a 1	escorias	100
			C25/C26	H-2 ⁸	100	0 a 1	escorias	100

Tabla 12. Unidades de decisión estimadas

Zona	Uso futuro	Celdas	Calicatas	UD				
				UD	Área (m)	Tramo (m)	Tipología material	Volumen UD (m³)
	parque urbano		C21/C22	H-3 ⁸	100	0 a 1	escorias	100
			C27/C28	H-4 ⁸	100	0 a 1	escorias	100
			C23/C24	H-5 ⁸	100	0 a 1	escorias	100
			C29/C30	H-6 ⁸	100	0 a 1	escorias	100
			C31/C32	H-7 ⁸	148	0 a 1	escorias	148

(1) Volumen estimado de suelos acopiados sobre la losa del cubeto de los depósitos de gasoil

(2) Losa de hormigón de la base del cubeto (98 m² por 0,45 m de grosor)

(3) Muros de hormigón del cubeto (27,2 m de longitud, 4 metros de altura y 0,40 m de grosor).

(4) Afección detectada en suelos en S15-P1 (178 mg/kg de TPH a 1,70 m, e indetectable a 4,80 m de profundidad).

(5) Afección detectada en suelos en S15-P2 (6000 mg/kg de TPH a 3,20 m, e indetectable a 4,20 m de profundidad).

(6) Afección detectada en suelos en S15-P6 (78 mg/kg de TPH a 0,60 m, e indetectable a 1,50 m de profundidad).

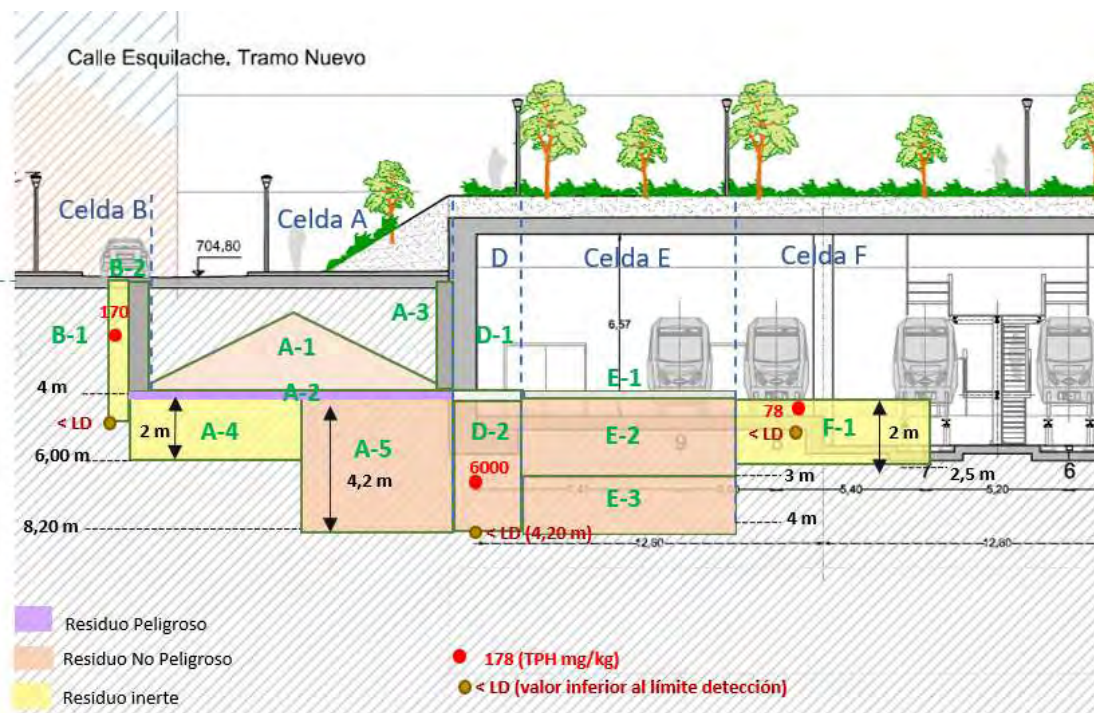
(7) Profundidad estimada hasta la base del tanque. Volumen una vez retirado tanque de 5.000 litros

(8) Se estima 1 metro de espesor de escorias

(6) Afección detectada en suelos en S15-P4 (51 mg/kg de TPH a 2,40 m.) De 2,40 a 3,60 m hay un hueco en el terreno y de 3,60 a 3,90 m una losa de hormigón, bajo la cual no hay alteración de las características organolépticas.

La siguiente imagen muestra un esquema transversal de las unidades de decisión estimadas.

Figura 11. Esquema transversal de las UD previstas (antiguos depósitos de gasóleo y lavado de bogies)



8.2.4.2. Plan analítico

De acuerdo con lo establecido en el Anexo II del *Real Decreto 646/2020*, se realizará el siguiente paquete analítico:

- Sobre el material sólido: COT (carbono orgánico total), BTEX (benceno, tolueno, etilbenceno, xileno), PCB (suma de 7 PCB: 28, 52, 101, 118, 138, 153 y 180), TPH (aceite mineral C10 a C40) y PAH (hidrocarburos aromáticos policíclicos)
- Sobre el lixiviado EN 12457/1-4 (ensayo de lixiviación para L/S = 10 l/kg): Metales pesados (arsénico, bario, cadmio, cromo total, cobre, mercurio, molibdeno, níquel, plomo, antimonio, selenio y zinc), Cloruros, Fluoruros, Sulfatos, Fenoles COD (carbono orgánico disuelto) y STD (sólidos totales disueltos).

De forma complementaria se realizará una caracterización del residuo para determinar su peligrosidad/no peligrosidad basada en la “*Guía técnica para la caracterización de residuos*”, emitida por el MITECO (abril de 2020), analizando si presenta una o varias de las 15 características de peligrosidad definidas en el *Reglamento (UE) N° 1357/2014 de la Comisión de 18 de diciembre de 2014, por el que se sustituye el Anexo III de la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas*.

En la siguiente tabla se muestran las distintas características de peligrosidad definidas en el Reglamento agrupadas en función de la naturaleza del peligro.

<i>Tabla 13. Clasificación de la peligrosidad (Reglamento (UE) n°1357/2014</i>	
Código	Característica
Peligros físicos	
HP1	Explosivo
HP2	Comburente
HP3	Inflamable
HP15	Residuos que pueden presentar una de las características de peligrosidad mencionadas que el residuo original no presentaba directamente.
Peligros para la salud humana	
HP4	Irritante- irritación cutánea y lesiones oculares
HP5	Toxicidad específica en determinados órganos/Toxicidad por aspiración
HP6	Toxicidad aguda
HP7	Carcinógeno
HP8	Corrosivo
HP9	Infeccioso
HP10	Tóxico para la reproducción
HP11	Mutágeno
HP12	Liberación de un gas de toxicidad aguda
HP13	Sensibilizante
Peligros para el medioambiente	
HP14	Ecotóxico

8.2.5. Plan de excavación

De acuerdo con la información disponible y las obras previstas en el emplazamiento, el movimiento de tierras previsto ha de estar sujeto a un plan de excavación, el cual ha de ser elaborado por una entidad acreditada. El plan deberá asegurar la correcta caracterización de los materiales a excavar de manera que se pueda establecer su correcto destino de gestión de acuerdo con la legislación vigente o, en su caso, la posibilidad de reutilización de dichos materiales en el propio emplazamiento o en emplazamientos externos.

Este documento describirá cómo va a ser ejecutada la obra (áreas afectadas, profundidades, volúmenes, medios empleados, infraestructuras afectadas, destino de las tierras, contratistas, medidas de seguridad, vigilancia ambiental, etc.). El plan de excavación será remitido al órgano ambiental.

El documento que se presente tendrá el alcance habitual para este tipo de proyectos. A continuación, se describe orientativamente los diferentes apartados que contendrá.

1. Antecedentes

- Resumen de las investigaciones realizadas, incluyendo:
 - Identificación de las parcelas: datos del registro, etc.
 - Datos de los informes existentes referidos a la calidad del suelo (título, referencia, fecha).
- Resumen del proyecto:
 - Se detallarán las actuaciones previstas (excavaciones y relleno), usos futuros del suelo, alcance de la obra, etc.
 - Se proporcionarán datos de identificación del Promotor, Contrata, Dirección de Obra y Dirección Ambiental.
- Propuesta de caracterización de los materiales a excavar
 - Se definirá en el plan de excavación la metodología de caracterización de los materiales a excavar, que se llevará a cabo o previamente a la excavación, mediante catas, o desde los acopios, una vez ejecutada la excavación.
 - Se detallará en el plan el número de unidades de decisión establecido y las determinaciones analíticas a realizar.

2. Datos técnicos de la excavación

- Descripción logística de obra.
 - Se definirá la infraestructura básica necesaria, tal como módulos, lavadero ruedas
 - Camiones, camión regadío, báscula, cerramiento, vigilancia...

- Pistas: internas, de acceso, etc. Se establecerán las direcciones de circulación en obra.
- Maquinaria para excavación y para transporte.
- Áreas destinadas a acopios (si los hubiera): superficie, detalle de las impermeabilizaciones,
- Ubicación en plano, etc.
- Descripción de la metodología de excavación: convencional, muros contención, etc. incluyendo actuaciones previas tales como demoliciones, picado soleras, etc.
- Descripción gestión de aguas si aparecieran en el frente de excavación: se especificará si se instalará un sistema de drenaje, si se bombearán, si se gestionarán externamente, etc.
- Cronograma de excavación, día de inicio y fin, duración prevista, hitos importantes.
- Volúmenes de tierras a excavar y rellenos on site.
- Requisitos del Plan de Seguridad y Salud Laboral específicos relacionados con los trabajos de excavación de suelos potencialmente contaminados: EPI previstos, mediciones de gases previstas si fueran necesarias, condiciones desfavorables para la excavación identificada, etc.

3. Plan de control y seguimiento ambiental

- Descripción gráfica y simplificada del perfil del suelo donde se indique:
 - Espesores y profundidad de: rellenos antropogénicos, residuos, tierra vegetal, suelo natural (arcilla, grava, arenas), roca.
 - Niveles de agua identificados (colgados), nivel freático y nivel piezométrico (oscilaciones máximas), si se detectan.
- Justificación de superficies y volúmenes a excavar, a partir del cual se definirá el destino de gestión propuesto para los materiales (vertedero de inertes, no peligrosos o peligrosos) según el RD 646/2020.

Se valorará la posibilidad de reutilización de los materiales excavados en la parcela, de manera que el plan de excavación presentado contemplará la determinación de los parámetros necesarios para ello y que consisten en: i) concentración de TPH por debajo de 500mg/kg y ii) el cumplimiento de las concentraciones de riesgo del RIVM para los TPH.

- Plan de control:
 - Identificación del técnico responsable de campo (CV, dedicación y teléfono de contacto).
 - Se definirá la metodología y criterios para la planificación de excavación de los suelos alterados.

8.2.6. Estimación de residuos

En base a los resultados de la calidad del suelo obtenidos en el estudio previo, y considerando las profundidades de excavación estimadas, a la hora de valorar las alternativas de gestión para los materiales que serán excavados en las zonas de afección, se estima un volumen total de material que sería necesario gestionar como un residuo peligroso del orden de 44 m³ de hormigón con hidrocarburo (losa hormigón del cubeto); un residuo no peligroso del orden de 1.185 m³ de suelos, 748 m³ de relleno de escorias y como residuo inerte o a reutilizar en el propio emplazamiento del orden de 722 m³ de suelos y 164 m³ de hormigón.

Para las estimaciones se han considerado los datos analíticos de las muestras tomadas en la investigación detallada realizada con anterioridad, en cuanto a su concentración de TPH como criterio orientativo. No obstante, serán los resultados analíticos de las muestras compuestas que se tomarán en las calicatas que se realizarán en cada UD, previamente a la excavación, que permitirán concretar el destino de los materiales en base a su clasificación como residuo.

En el caso del nivel de relleno compuesto por las escorias, dado que no hay caracterización previa como residuo, se considera que estas se clasificarán como residuo no peligroso, no obstante, el destino final de las mismas será concretado en base a su clasificación como residuo realizado previamente a la excavación.

La siguiente tabla se muestra los volúmenes estimados para cada una de las UD en zonas consideradas.

Tabla 14. Destinos estimados de gestión de las U.D.

Zona	Uso futuro	Celdas	UD	Tipología	Volumen (m ³)	Toneladas	Residuo
Depósitos de gasoil	Vial y talud del parque urbano	A	A-1	relleno	130	223	RNP
			A-2	Losa hormigón armado	44	97 ⁽¹⁾	RP ⁽⁹⁾
			A-3	Muros de hormigón armado	44	102 ⁽²⁾	RI
			A-4	relleno/suelo	97	175	RI
			A-5	relleno/suelo	204	368	RNP
		B	B-1	relleno/suelo	221	367	RI
		C	C-1	relleno/suelo	138	248	RNP
			C-2	relleno/suelo	138	248	RI
		D	D-1	Pavimento de hormigón armado	40	79 ⁽³⁾	RI
Futura planta baja de	Muro y zapatas de las cocheras		D-2	relleno/suelo	200	359	RNP ⁽⁴⁾

Tabla 14. Destinos estimados de gestión de las U.D.

Zona	Uso futuro	Celdas	UD	Tipología	Volumen (m ³)	Toneladas	Residuo
las cocheras	Plataforma de vías	E	E-1	Pavimento de hormigón armado	80	157 ⁽³⁾	RI
			E-2	relleno/suelo	262	472	RNP ⁽⁵⁾
			E-3	relleno/suelo	137	246	RNP ⁽⁵⁾
	Plataforma y foso vías	F	F-1	relleno/suelo	228	410	RI ⁽⁶⁾
	Plataforma de vías	I	I-1	relleno/suelo	38	69	RI ⁽⁷⁾
Dep. de gasolina	Vial	G	G-1	relleno	115	207	RNP ⁽⁸⁾
Antigua playa de vías sur	Cocheras, vial y parque urbano	H	H-1	escorias negras	100	335	RNP ⁽⁸⁾
			H-2	escorias negras	100	335	RNP ⁽⁸⁾
			H-3	escorias negras	100	335	RNP ⁽⁸⁾
			H-4	escorias negras	100	335	RNP ⁽⁸⁾
			H-5	escorias negras	100	335	RNP ⁽⁸⁾
			H-6	escorias negras	100	335	RNP ⁽⁸⁾
			H-7	escorias negras	148	496	RNP ⁽⁸⁾

Se considera una densidad del suelo de 1,8 Tn/m³

Se considera una densidad de las escorias de 3,35 Tn/m³

(1) Se considera una densidad de la losa de hormigón armado de 2,195556 Tn/m³

(2) Se considera una densidad de los muros de hormigón armado de 2,350059Tn/m³

(3) Se considera una densidad del pavimento de hormigón armado de 1,968Tn/m³

(4) En base a los resultados de TPH en S15-P2 (6.000 mg/kg a 3,20 metros de profundidad)

(5) Considerando que la concentración de TPH > 500 mg/Kg (S15-P2 6.000 mg/kg y S15-P6: 78 mg/kg)

(6) Considerando que la concentración de TPH < 500 mg/Kg (S15-P6: 78 mg/kg)

(7) Considerando que la concentración de TPH < 500 mg/Kg (S15-P4: 51 mg/kg)

(8) No se dispone de información en la fecha actual. Se estima que se gestionen como residuos no peligrosos.

(9) No se dispone de información en la fecha actual. Se estima que presenten hidrocarburo y se gestionen como residuo peligroso.

RI (residuo inerte); RNP (residuo No peligroso) RP (residuo peligroso)

Respecto a las UD de decisión correspondientes a la demolición las estructuras de hormigón armado, los residuos generados se estiman en:

Tabla 15. Estimación de residuos generados en la demolición estructuras de hormigón

UD	Tipología	LER	Residuos generados	Toneladas
A-2	Demolición de forjado de hormigón armado (39 a 45 cm de espesor)	170106	Mezcla o fracciones separadas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos con sustancias peligrosas	95 ⁽¹⁾
		170405	Hierro y acero	2,16 ⁽²⁾
		Total		97
A-3	Demolición de muro de hormigón armado	170101	Hormigón	100,10 ⁽³⁾
		170203	Plástico	0,003 ⁽⁴⁾
		170405	Hierro y acero	2,18 ⁽⁵⁾
		Total		102
D1+E1	Demolición de solera o pavimento de hormigón (60 a 100 cm de espesor)	170101	Hormigón	235,98 ⁽⁶⁾
		170203	Plástico	0,012825 ⁽⁷⁾
		170405	Hierro y acero	0,156978 ⁽⁸⁾
		170604	Materiales de aislamiento distintos a códigos 17 06 01 y 17 06 03	0,01539 ⁽⁹⁾
		Total		236

(1) 966 kg/m²; (2) 22 kg/m²; (3) 2.300 kg/m³; (4) 0,059 kg/m³; (5) 50 kg/m³; (6) 1380 kg/m²; (7) 0,045 kg/m²; (8) 0,918 kg/m²; (9) 0,09 kg/m²

En resumen, la tipología y cuantificación de residuos estimados, sería el siguiente:

Tabla 16. Tipología y cuantificación estimada de residuos

LER	Designación	Toneladas	Residuo
170504 ⁽¹⁾⁽²⁾	Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	1.300	Inerte
170504 ⁽¹⁾⁽²⁾	Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	2.113	No peligroso
170106 ⁽²⁾	Mezcla o fracciones separadas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos con sustancias peligrosas	95	Peligroso
170101	Hormigón	336	Inerte
170103 ⁽²⁾	Escorias de horno	2.506	No Peligroso
170405	Hierro y acero	4,49	No peligroso
170203	Plásticos	0,015	No peligroso
170604	Materiales aislantes	0,015	No peligroso

(1) Los códigos LER se han estimado en función de los resultados obtenidos de las muestras tomadas en la investigación realizada.

(2) La asignación del código LER vendrá determinada por la clasificación final del residuo.

El destino concreto de los materiales según su tipología, se especificará en los correspondientes documentos de aceptación (DA) emitidos por gestor autorizado. Estos documentos de aceptación se enviarán al órgano ambiental para su comunicación, previamente al inicio de la excavación.

Serán entregados a gestor autorizado externo de los materiales excavados que no sean susceptibles de reutilización en el marco de las obras de remodelación del emplazamiento. A estos efectos, se deberá acreditar documentalmente que la gestión se ha realizado conforme la normativa vigente, con especial atención a lo exigido en el Real Decreto 553/2020, de 2 de junio, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado.

8.3. Ejecución de los trabajos de excavación, retirada y transporte

8.3.1. Plan de seguridad

Con anterioridad al inicio de los trabajos de excavación, se deberá elaborar un Plan de seguridad y salud en virtud *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*. Dicho plan recogerá, además, en el caso de que se considere necesario, la propuesta de medidas preventivas de acuerdo a los contaminantes más abundantes indicados en la investigación de la calidad del suelo.

8.3.2. Procedimiento de actuación general en el emplazamiento

Con el fin de optimizar al máximo el desarrollo de los trabajos y siempre y cuando los medios a emplear y la operativa de los trabajos lo hagan posible, el procedimiento general de actuación que se plantea para la excavación y gestión de los materiales, incluirá los siguientes pasos:

- Antes del inicio de la fase de excavación:
 - Delimitación de la afección por TPH detectada en los suelos y de la zona de escorias.
 - Caracterización de los materiales a excavar.
 - Realización de la nivelación topográfica de detalle.
 - Implantación de obras (vallado, balizado, señalización, etc.).
 - Delimitación física del material a excavar.
 - Asignación de personal especializado para la supervisión de la excavación.
- Una vez iniciada la excavación:
 - Gestión de los materiales en vertedero adecuado o reutilización en el emplazamiento de acuerdo con los resultados de la caracterización.
 - Carga directa a camión de los suelos excavados para su gestión externa.
 - En caso de imposibilidad de carga directa a camión, se procederá a la delimitación y acondicionamiento de las zonas de acopio temporal. Estas zonas deberán ser

impermeabilizadas con el objetivo de evitar una potencial infiltración de lixiviados al suelo, además de para garantizar que no se afecten terrenos, en principio no alterados, debido al contacto con los suelos excavados. La superficie de la zona de almacenamiento temporal deberá ser diseñada en función del volumen de material a excavar y el ritmo previsto de salida. Siempre que sea posible, se ubicará en la zona más alejada de potenciales receptores sensibles (residentes, alumnado/personal docente del colegio cercano).

- Supervisión de la excavación por parte de asistencia técnica especializada en materia de suelos contaminados, con un seguimiento exhaustivo de las siguientes labores:
 - Supervisión de tareas de excavación, carga y transporte de los suelos.
 - Supervisión de la gestión de los residuos generados durante la excavación, en caso necesario.
 - Supervisión de las medidas de control de afección al entorno.
 - Registro y control de los trabajos.
- Tras finalizar la excavación:
 - Comprobación del estado final de las celdas excavadas.
 - Limpieza, retirada de las instalaciones de obra, etc.

8.3.3. Procedimiento detallado para cada fase de excavación

8.3.3.1. Introducción y objetivos de los trabajos

El procedimiento de excavación de los materiales en el marco del proyecto constructivo y urbanístico, comprende la definición de las actividades de caracterización, excavación, carga, transporte, y en su caso acopio y reutilización, así como las de implantación y retirada de las obras necesarias para acometer los trabajos.

El objetivo principal que se pretende conseguir con estos trabajos es la retirada ordenada y selectiva de los materiales a excavar en el emplazamiento de forma que se minimicen las posibles afecciones que por este motivo puedan producirse.

8.3.3.2. Implantación de obras

En principio, las instalaciones a ubicar en el área de actuación serán las habituales en una obra de excavación. Concretamente, se estima necesario considerar:

- Vallado y señalización de obra:

Con objeto de delimitar la zona de trabajos y su influencia, así como de evitar y/o controlar el acceso de personas no autorizadas a la obra, se procederá al cerramiento de las áreas de excavación.

De esta manera se evitarán incompatibilidades entre los trabajos de excavación y los trabajos de construcción previstos realizar en el emplazamiento.

- Viales y accesos:

El acceso y salida del emplazamiento será el que concrete la dirección de la obra de construcción y urbanización, puesto que es la que tendrá los detalles de la cronología del desarrollo programada para la obra.

Una vez dentro del emplazamiento, será la dirección de obra la que determine los circuitos para el recorrido de los camiones y maquinaria, ya que la excavación del suelo deberá coordinarse con otros trabajos en el marco de las obras de construcción de las cocheras y urbanización de la parcela.

8.3.3.3. Protocolo de actuación ante la aparición de servicios enterrados

En el caso de que durante las labores de excavación aparezcan tuberías u otro tipo de servicios enterrados, se establece el siguiente procedimiento de actuación:

- En el caso de tuberías enterradas, se deberá ir descubriendo el trazado de las mismas sin dañarse ni arrancarse, hasta localizar los extremos. Tras estudiarse su contenido, en caso de contener restos de los productos o residuos, y en función de la naturaleza de estos, se deberá proceder a su limpieza e inertización por parte de empresa especializada, tras lo cual podrán ser extraídas y gestionadas según proceda. Si existen indicios de la existencia de contaminación en el terreno sobre el que se asientan dichas tuberías, deberá excavar y almacenarse/acopiarse en contenedores estancos para su caracterización y posterior gestión como residuo.
- En el caso de conducciones tipo tajea o canaletas, previamente a proceder a su excavación deberá descubrirse el trazado de las mismas sin la rotura del techo, tras lo cual se abrirán 2-3 puntos de observación para comprobar su contenido. En caso de contener residuos, deberá retirarse el techo (almacenándose/acopiándose en caso de mostrar indicios de contaminación) tras lo cual se extraerán del interior, acopiándose el residuo preferentemente en contenedores estancos para su caracterización y posterior gestión. En caso de que la parte inferior o laterales de la conducción y el terreno del entorno muestren indicios de contaminación, deberán excavar y almacenarse/acopiarse en contenedores estancos para su caracterización y posterior gestión como residuo.

8.3.3.4. Técnica de excavación

Las características de los materiales a excavar implican que las excavaciones son en general fáciles, es decir, se trata de materiales excavables fácilmente mediante métodos mecánicos, esto es, mediante retroexcavadora o similar. Sin embargo, en las zonas en las que aparezcan elementos que dificulten la excavación (por ejemplo, soleras, cimentaciones de hormigón, etc.) será necesario el empleo de martillo neumático para fragmentar estos materiales de cara a facilitar su carga y transporte.

En la zona del cubeto de los depósitos de gasóleo (celda A y celda B), una vez retirado el material de relleno afectado por hidrocarburos, se procederá a la demolición de la losa y muros perimetrales, mediante retroexcavadora dotada de martillo neumático.

En la zona del antiguo lavado de bogies donde existe actualmente pavimento de hormigón armado, éste será demolido mediante retroexcavadora dotada de martillo neumático.

En el caso de que no se observe afección por hidrocarburos, los residuos generados por el picado de la losa de hormigón (RCD), se gestionarán de acuerdo a lo establecido 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* (en el caso de Madrid, por la *Orden 2726/2009, de 16 de Julio, por la que se regula la gestión de los residuos de construcción y demolición de la Comunidad de Madrid*).

Aquellos fragmentos de hormigón que presenten afección por hidrocarburos, se gestionarán externamente como residuo peligroso de acuerdo a lo dispuesto en el *Real Decreto 646/2020, de 7 de Julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito a vertedero*.

El avance de la excavación se realizará mediante rebajes de 50 cm de profundidad. No se prevé la aparición de nivel freático en las celdas de excavación, dado que se encuentra entre 10 y 15 m de profundidad.

La excavación deberá realizarse en condiciones de seguridad, por lo que atendiendo a la tipología del suelo a excavar (arenas limosas y limos arenosos) y siguiendo las recomendaciones de la *“Guía de Excavaciones Selectivas en el ámbito de los suelos contaminados”* editada por Ihohe en abril de 2015, se recomienda que los ángulos máximos de los taludes se sitúen entre un 34-45°.

Se dará prioridad a la carga directa de las tierras en los camiones una vez que el emplazamiento se sitúa en las proximidades de receptores sensibles (residentes, alumnado del colegio cercano).

En caso de no poder realizarse, se procederá a establecer una zona de acopio temporal de suelo excavado para el residuo no peligroso, próxima a las áreas de excavación. Siempre que sea posible, se ubicará en la zona más alejada de potenciales receptores sensibles (residentes, alumnado del colegio cercano).

En tal caso, para el acondicionamiento de la zona de acopio temporal de suelo, se instalaría una lámina de 1 mm de espesor de polietileno de alta densidad sobre geotextil de protección, con objeto de evitar desperfectos y deterioros de la lámina de polietileno. El suelo excavado y acopiado sería cubierto al final de cada jornada de trabajo, así como durante las lluvias, ya sean moderadas o severas, con objeto de evitar dispersión del suelo acopiado por la acción del viento, así como la posible generación de lixiviados al mojarse las tierras. Para esta finalidad se emplearía un film de plástico de 600 galgas.

En cualquier caso, la excavación deberá estar controlada continuamente por un técnico especializado en la investigación y tratamiento de suelos contaminados, que supervisará la correcta ejecución de los trabajos y controlará la segregación de materiales en la zona de afección por hidrocarburos, mediante sus características organolépticas y el empleo de un analizador portátil Petroflag (se estima una determinación cada 50 m³ de excavación), además de detectar la posible presencia de materiales no identificados durante la fase de investigación.

En la zona de escorias se realizará un reconocimiento visual discriminando el relleno que presente escorias del resto del material (relleno y/o terreno natural).

8.3.3.5. Operaciones de carga y transporte

En lo referente a las operaciones de carga y transporte se pueden realizar las siguientes consideraciones generales:

- Los materiales serán cargados en camiones bañera con volquete cubiertos con una lona por un transportista inscrito en el registro de transportistas de la Comunidad de Madrid, cumplimentando la correspondiente documentación.
- Para la gestión de los materiales caracterizados como residuos no peligroso y peligroso deberá obtenerse de un gestor un documento de aceptación del residuo, antes del inicio de los trabajos, y deberá notificarse su traslado a la Viceconsejería de Medio Ambiente con al menos 10 días de antelación, cumplimentándose el correspondiente Documento de Control y Seguimiento.
- Durante las operaciones de carga y transporte se pondrá especial cuidado en evitar el levantamiento de polvo. Para ello, si se considera necesario y previa consulta a la asistencia técnica especializada en obra, se procederá a la humectación con agua de forma que se evite la emisión particulada diferida de los materiales (no se permitirá la formación de bolsas o charcos de agua).
- Se evitará la carga de los camiones desde grandes alturas y los movimientos incontrolados de tierras.
- Se evitará que se produzcan caídas o fugas del material cargado.

- Los transportistas se asegurarán de disponer de los medios necesarios que permitan la perfecta cubrición del volquete, asegurándose también de que cuando la lona se encuentre plegada para la operación de carga, esta no impida la plena capacidad de carga del vehículo.
- Los transportistas serán informados de las características de los materiales a transportar, informándoseles previamente al comienzo de los trabajos de las precauciones a tomar para el transporte, así como las recomendaciones en materia de seguridad y salud laboral a tener en cuenta. Por otra parte, el contratista deberá dotarse de los permisos necesarios para el transporte de los materiales afectados, en caso de carecer de los mismos.
- De igual manera, se dispondrá de los elementos de seguridad pertinentes, de acuerdo a lo indicado en el plan de seguridad, que se elaborará con carácter previo al inicio de los trabajos y de acuerdo con el *Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción*.

La asistencia técnica ambiental en obra controlará que los camiones encargados del transporte hasta vertedero de los materiales excavados llevan colocada la lona de cubrición del volquete desplegada tanto a la salida como a la entrada al emplazamiento con el fin de evitar la dispersión de la contaminación hacia el entorno.

En cualquier caso, en cada camión se cargará la cantidad de residuos que pueda ser transportada con las máximas garantías de seguridad.

8.4. Demolición de los elementos de hormigón armado

La demolición de los elementos de hormigón armado se hará según las siguientes prescripciones técnicas.

8.4.1. Demolición de solera o pavimento de hormigón

Las prescripciones técnicas que han de cumplirse para la ejecución de esta partida son:

- Características técnicas: Demolición de solera o pavimento de hormigón armado de 60 a 100 cm de espesor, mediante retroexcavadora con martillo rompedor, y carga mecánica sobre camión o contenedor.
- Normativa de aplicación: PG-3. Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes de la Dirección General de Carreteras. NTE-ADD. Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Demoliciones.
- Criterio de medición en proyecto: superficie medida según documentación gráfica de Plan de Seguimiento Ambiental.

- Fases de Ejecución: Demolición del elemento. Fragmentación de los escombros en piezas manejables. Retirada y acopio de escombros. Limpieza de los restos de obra. Carga mecánica de escombros sobre camión o contenedor.
- Condiciones de terminación: una vez concluidos los trabajos, la base soporte quedará limpia de restos del material.
- Criterio de medición en obra y condiciones de abono: se medirá la superficie realmente demolida según especificaciones del Plan de Seguimiento Ambiental.
- Residuos generados:
 - Total Residuo de 1381,083 kg/m² y 920,664 l/m² que se descompone en:
 - 17 01 01 Hormigón: 1.380,000 kg/m² y 920,001 l/m²
 - 17 02 03 Plástico: 0,045 kg/m² y 0,075 l/m²
 - 17 04 05 Hierro y acero 0,918 kg/m² y 0,438 l/m²
 - 17 06 04 Materiales de aislamiento distintos a códigos 17 06 01 y 17 06 03: 0,09 kg/m² y 0,150 l/m².

8.4.2. Demolición de muro de hormigón armado

Las prescripciones técnicas que han de cumplirse para la ejecución de esta partida son:

- Características técnicas: demolición de muro de hormigón armado, con medios manuales, martillo neumático y equipo de oxicorte, y carga manual sobre camión o contenedor.
- Normativa de aplicación: NTE-ADD. Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Demoliciones.
- Criterio de medición en proyecto: volumen medido según documentación gráfica de Plan de Seguimiento Ambiental.
- Condiciones previas a la ejecución que la obra: se verificará que sobre el elemento a demoler no hay almacenados otros materiales. Deberá comprobarse que se han realizado las actuaciones previas de apeo y apuntalamientos que pudieran considerarse necesarios en la demolición de la estructura. Se habrán tomado las medidas de protección indicadas en el correspondiente Estudio de Seguridad y Salud, tanto en relación con los operarios encargados de la demolición como con terceras personas. Se dispondrá en obra de los medios necesarios para evitar la formación de polvo durante los trabajos de demolición y de los sistemas de extinción de incendios adecuados.

- Condiciones previas a la ejecución de obra por parte del Contratista: habrá recibido por escrito la aprobación, por parte del director de la ejecución de la obra, de su programa de trabajo, conforme a su propuesta de derribo.
- Fases de Ejecución: Demolición del elemento. Corte de las armaduras. Fragmentación de los escombros en piezas manejables. Retirada y acopio de escombros. Limpieza de los restos de obra. Carga manual de escombros sobre camión o contenedor.
- Condiciones de terminación: No quedarán partes inestables del elemento demolido parcialmente, y la zona de trabajo estará limpia de escombros. Se ha de demoler por completo el elemento considerado.
- Conservación y mantenimiento: mientras se sigan realizando los trabajos de demolición y no se haya consolidado definitivamente la zona de trabajo, se conservarán los posibles apeos y apuntalamientos previstos.
- Criterio de medición en obra y condiciones de abono: se medirá el volumen realmente demolido según especificaciones del Plan de Seguimiento Ambiental.
- Residuos generados:
 - Total Residuo de 2.350,059 kg/m³ y 1.557,241 l/m³ que se descompone en:
 - 17 01 01 Hormigón: 2.300,000 kg/m³ y 1.533,333 l/m³
 - 17 02 03 Plástico: 0,059 kg/m³ y 0,098 l/m³
 - 17 04 05 Hierro y acero: 50,000 kg/m³ y 23,810 l/m³

8.4.3. Demolición de forjado de hormigón armado

- Características técnicas: Demolición de losa maciza de hormigón armado de 39 a 45 cm de canto total, con medios manuales, martillo neumático y equipo de oxicorte y carga manual sobre camión o contenedor.
- Normativa de aplicación: NTE-ADD. Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Demoliciones.
- Criterio de medición en proyecto: superficie medida según documentación gráfica de Plan de Seguimiento Ambiental.
- Condiciones previas a la ejecución que la obra: se verificará que sobre el elemento a demoler no hay almacenados otros materiales. Deberá comprobarse que se han realizado las actuaciones previas de apeo y apuntalamientos que pudieran considerarse necesarios en la demolición de la estructura. Se habrán tomado las medidas de protección indicadas en el correspondiente Estudio de Seguridad y Salud, tanto en relación con los operarios encargados de la demolición como con terceras personas. Se dispondrá en obra de los medios necesarios

para evitar la formación de polvo durante los trabajos de demolición y de los sistemas de extinción de incendios adecuados.

- Condiciones previas a la ejecución de obra por parte del Contratista: habrá recibido por escrito la aprobación, por parte del director de la ejecución de la obra, de su programa de trabajo, conforme a su propuesta de derribo.
- Fases de Ejecución: Replanteo de la superficie de forjado a demoler. Demolición del elemento. Corte de las armaduras. Fragmentación de los escombros en piezas manejables. Retirada y acopio de escombros. Limpieza de los restos de obra. Carga manual de escombros sobre camión o contenedor.
- Condiciones de terminación: no quedarán partes inestables del elemento demolido parcialmente, y la zona de trabajo estará limpia de escombros.
- Conservación y mantenimiento: mientras se sigan realizando los trabajos de demolición y no se haya consolidado definitivamente la zona de trabajo, se conservarán los apeos y apuntalamientos previstos.
- Criterio de medición en obra y condiciones de abono: se medirá la superficie realmente demolida según especificaciones del Plan de Seguimiento Ambiental.
- Residuos generados:
 - Total Residuo de 482,000 kg/m² y 317,143 l/m² que se descompone en:
 - 17 01 01 Hormigón: 966,000 kg/m² y 644 l/m²
 - 17 04 05 Hierro y acero: 22,000 kg/m² y 10,476 l/m²

8.5. Supervisión ambiental

Se realizará una supervisión de la ejecución de la excavación selectiva por parte de una asistencia técnica especializada en recuperación de suelos contaminados y gestión de residuos.

8.5.1. Control de los trabajos de excavación y registro de incidencias

Durante la excavación de los materiales en el emplazamiento se controlarán todas y cada una de las operaciones de excavación y carga realizadas, procediendo a una inspección visual en la que se compruebe la excavación y transporte adecuado hasta su destino final (o, en caso de que fuera necesario, acopio intermedio) y según las diferentes tipologías de residuos identificadas en la caracterización previa.

La supervisión continua en obra de un técnico especializado en recuperación de suelos contaminados servirá para detectar y tomar decisiones en el caso de aparecer anomalías, así como para controlar la correcta segregación de los materiales.

En el caso de producirse algún tipo de incidencia, la asistencia técnica recogerá los detalles de la misma, donde anotará:

- Fecha y hora.
- Climatología.
- Lugar de ocurrencia, referido al plano base o croquis.
- Tipo de incidencia y trabajos realizados para la subsanación de la misma.
- Necesidad de medidas correctoras.
- Técnico supervisor y firma del mismo.

8.5.2. Control de la segregación y gestión de tierras y del relleno con escorias

Durante el proceso se realizará un seguimiento técnico de la excavación, discriminando los terrenos extraídos de las celdas de excavación realizadas en la zona de afección por hidrocarburos según las concentraciones de Hidrocarburos Totales del Petróleo (TPH), de tal manera que se evite gestionar suelos exentos de contaminación o que presenten concentraciones inferiores a las establecidas como objetivo.

Esta catalogación del suelo será realizada mediante análisis semicuantitativo de suelos “*in situ*” con la utilización de un fotómetro portátil “*Petroflag*” obteniendo información en el momento de la concentración de los contaminantes en el suelo, de tal forma que la excavación de cada zona finalizará cuando se observe la ausencia de contaminantes o estos presenten una concentración inferior a la definida como objetivo de actuación.

Los controles analíticos en campo se realizarán por cada 50 m³ de suelo excavado. En general, las tierras con concentraciones superiores a 500 mg/kg serán aptas para su gestión en vertederos de residuos no peligrosos. Dada la estimación de suelo a excavar de 1.907 m³, serán necesarias 38 muestras.

Estos resultados serán contrastados mediante posterior análisis en laboratorio (1 muestra cada 10 ensayos), tomándose en total 4 muestras de contraste, donde se analizarán los siguientes parámetros:

Tabla 17. Parámetros en muestras de contraste de suelos procedentes de la excavación

Parámetro	Método	Referencias Normativas
TPH volátil C5-C10	Extracción con metanol, análisis con GC-MS	ISO 22155 ISO 16558-1
TPH C10-C40	Extracción con acetona/hexano, limpieza, análisis con GC-FID	ISO 16703

De acuerdo a lo establecido en el *Real Decreto 646/2020* se realizará una prueba de cumplimiento cada 500 toneladas de residuo enviado a vertedero. La prueba de cumplimiento se realizará mediante el análisis de uno o varios de los realizados en la caracterización básica e incluirá como mínimo un ensayo de lixiviación por lotes.

En la zona de relleno con escorias se realizará un reconocimiento visual discriminando las escorias del resto del material (relleno y/o terreno natural).

8.5.3. Control del vaso de excavación

El nivel del agua subterránea en el emplazamiento se sitúa entre 10-15 metros de profundidad, por lo que no es esperable que sean interceptadas en la excavación.

Si durante las labores de excavación se detecta la presencia de aguas subterráneas, se procederá a la caracterización del agua con el objetivo de analizar la vía más adecuada de gestión. Esta caracterización se pondrá en conocimiento del órgano ambiental y, en su caso, se solicitará la correspondiente autorización de vertido al organismo competente.

8.5.4. Verificación de la calidad de suelo remanente

El objetivo básico de la verificación de la calidad de suelo remanente es comprobar que posteriormente a realizar la excavación, la calidad del suelo remanente es, desde el punto de vista ambiental, compatible con el uso futuro del emplazamiento (uso industrial, uso urbano y de parque público).

El procedimiento para la verificación del suelo remanente (programa de muestreo y analítico) se realizará sobre la base del Decreto 199/2006 de 10 de octubre, *por el que se establece el sistema de acreditación de entidades de investigación y recuperación de la calidad del suelo y se determina el contenido y alcance de las investigaciones de la calidad del suelo a realizar por dichas entidades*. Departamento de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio del Gobierno Vasco, BOPV Nº 213 ZK (miércoles 8 de noviembre de 2006), no obstante, sin aplicabilidad legal en Madrid.

8.5.4.1. Número y ubicación de puntos de muestreo y analíticas a realizar

El número de puntos de muestreo dependerá de las dimensiones finales de cada vaso de excavación, y se calculará siguiendo las directrices establecidas en la *“Guía de Planes de Control y Seguimiento del suelo de actividades potencialmente contaminantes”*, de la Comunidad de Madrid (2008).

A continuación, se resume el diseño de la malla de muestreo:

a) Muestras base de la excavación:

Tabla 18. Diseño malla de muestreo en la base de la excavación

Superficie saneada (m ²)	Número mínimo de puntos de muestreo
<50	1
51-100	2
101-150	3
151-250	4
251-400	5
401-600	6
601-800	7
801-1.000	8
>1.000	8 + 1 muestra cada 300 m ²

b) Muestras laterales de la excavación

Tabla 19. Diseño malla de muestreo en laterales de la excavación

Longitud de la pared (m)	Número mínimo de puntos de muestreo
<5	1
5-10	2
11-20	3
21-30	4
31-60	5
61-90	6
91-150	7
>150	8

Las muestras de las paredes no serán necesarias en excavaciones de profundidad inferior a 30 cm. Para paredes superiores en altura a 2,5 m el número de muestras de la pared se calculará aplicando los mismos criterios de superficie que para la base.

Las muestras se tomarán siempre en las zonas con una mayor probabilidad de contaminación sobre la base de los estudios previos, donde se aprecie organolépticamente presencia de contaminación o donde sobre la base de las características del suelo sea previsible que exista mayor contaminación.

En el caso de que no tengan indicios de puntos con mayor probabilidad de estar contaminados, el punto exacto de muestreo se ubicará utilizando criterios fijos (por ejemplo, siempre en el centro de un lado de la excavación o en una esquina determinada). Además, en el caso de que durante la caracterización previa se detecte algún otro parámetro de significancia ambiental, este será también considerado de cara a la verificación de la calidad remanente del suelo.

El número de muestras estimadas, sobre la base de los criterios anteriores, en cada una de las celdas de excavación se resume en la siguiente tabla.

Tabla 20. Número estimado de muestras de suelo remanente

Zona	Celda	Nº de muestras en pared de excavación	Nº muestras en vaso de excavación
Depósitos de gasoil	A	1	2
	B	3	1
	C	5	2
Nuevas cocheras	D	3	2
	E	4	3
	F	7	3
	I	4	1
Depósito de gasolina	G	4	1
Escorias	H	8	8
Total		39	23

El número final de muestras a tomar dependerá de las dimensiones finales de los vasos de excavación.

En el Anexo I se incluye un plano con la estimación de la ubicación de las muestras de verificación.

8.5.4.2. Profundidad de los puntos de muestreo y otras consideraciones

El tiempo que pasa entre el final de la excavación y el muestreo puede repercutir en el resultado de los análisis. Para evitar que los agentes meteorológicos (aire, lluvia, temperatura) afecten en el muestreo, éste se deberá realizar lo antes posible y siguiendo las siguientes pautas en cuanto a la profundidad de muestreo:

- En caso de muestrear en una zona excavada dentro de las 24 horas posteriores a la excavación, las muestras se extraerán de 0 a 18 cm de profundidad de la superficie.
- Para muestrear en una zona donde ha podido existir una contaminación por compuestos volátiles, más de 24 horas después de la excavación, las muestras se extraerán de 18 a 36 cm de profundidad.
- Se descarta utilizar muestras compuestas para la caracterización del suelo remanente.

8.5.4.3. Analítica sobre la muestra de suelo remanente

Las muestras deberán ser analizadas por un laboratorio acreditado por la norma ISO 17025, lo cual asegurará la fiabilidad de los resultados.

Los parámetros analíticos a considerar a la hora de verificar la calidad del suelo remanente serán TPH C5-C40 con escisión de cadenas alifáticas/aromáticas, BTEX y PAH en la zona del entorno de los depósitos de gasóleo. En la zona de excavación del entorno del depósito de gasolina se analizará además MTBE y ETBE.

En las muestras de suelos remanentes tomadas en la zona del relleno con escorias se analizará su contenido en metales, además de los parámetros TPH C5-C40 con escisión de cadenas alifáticas/aromáticas, BTEX y PAH.

8.5.4.4. Control de calidad

Siguiendo con los criterios de la norma UNE EN – ISO/IEC 17020, con la finalidad de efectuar el control de calidad del proceso de toma de muestras se tomará un blanco de muestreo, en el que se realizará el mismo programa analítico al que serán sometidas las muestras tomadas en el emplazamiento.

8.5.4.5. Evaluación de los resultados y niveles objetivo a alcanzar

Como se comentó anteriormente, la excavación no viene motivada por necesidades de saneamiento sino por motivos constructivos, y a petición de METRO para reducir el pasivo ambiental en el emplazamiento.

A falta de normativa de referencia en la Comunidad de Madrid, se propone como criterio la referencia de 500 mg/kg para TPH, así como los valores de referencia holandeses contenidos en el RIVM report 711701023 para la distribución de cadenas de TPH, tal como se recoge en la *“Guía de Excavaciones Selectivas en el ámbito de los suelos contaminados, publicada por el Ithobe (Gobierno Vasco)”*

La evaluación de los resultados de la calidad del suelo remanente se basará en los siguientes criterios técnicos:

- Si las concentraciones en suelo remanente no superan los 500 mg/kg de TPH, la calidad del suelo remanente se considerará satisfactoria.
- Si las concentraciones en suelo remanente superan la concentración de 500 mg/kg, se compararán los resultados con los valores de riesgo serio para la salud humana publicados por el RIVM holandés en 2001, *RIVM report 711701023. Technical evaluation of the intervention values for soil/sediment and groundwater. Human and ecotoxicological risk assessment and derivation of risk limits for soil, aquatic sediment and groundwater (February, 2001)*. La no superación de estos valores significará también una calidad del suelo remanente satisfactoria.
- Si, por el contrario, los valores obtenidos superan las referencias holandesas contenidas en el RIVM report 711701023, se revisará el análisis de riesgos, con objeto de determinar si las concentraciones de contaminantes detectadas suponen un riesgo inaceptable para la salud humana y ecosistemas, o bien se proseguirán las excavaciones hasta lograr unas concentraciones inferiores a los citados valores de referencia.

En el caso de los metales, las concentraciones obtenidas se compararán con los niveles genéricos de referencia para metales en la Comunidad de Madrid (Niveles Genéricos de Referencia para la protección de la salud humana por metales pesados y otros elementos traza en suelos de la Comunidad

de Madrid para suelos de Uso Industrial (orden 2770/2006 de 11 de agosto y Orden 761/2007 de 2 de abril). En caso de que las concentraciones detectadas superen los NGR, se actualizará el análisis de riesgos.

En caso de que las concentraciones de contaminantes detectadas supongan un riesgo inaceptable para la salud humana y ecosistemas, deberá ampliarse la excavación hasta lograr unas concentraciones aptas para el uso futuro del emplazamiento; si el análisis de riesgos demuestra que las concentraciones detectadas no suponen riesgos inaceptables, la calidad del suelo remanente se considerará apta y por lo tanto no serán necesarias actuaciones adicionales.

8.5.5. Documentación e informes

La certificación de la calidad del suelo remanente deberá ser emitida por una entidad de inspección acreditada por la UNE-EN ISO/IEC 17020.

Se deberá realizar toda la documentación administrativa relativa a la gestión de los residuos generados en la prestación del servicio para la retirada tanto de las tierras como de las aguas con hidrocarburos extraídas durante las actuaciones de excavación:

- Solicitud de admisión
- Documento de admisión de residuos
- Documentos de control y seguimiento
- Notificación de traslado
- Coordinación con gestor final para emisión de certificados de destrucción

A la finalización de los trabajos se redactará un informe final en el que se recogerán las campañas de muestreo realizadas, los resultados analíticos obtenidos, gestión de los residuos y reutilización de materiales, documentación generada, resultados de la caracterización de la calidad del suelo remanente, seguimiento de las aguas subterráneas, en su caso, y un análisis del impacto producido, contemplando si fuera necesario la posibilidad de implantar medidas correctivas y/o controles adicionales.

En este informe, que se presentará para su valoración ante el Órgano Ambiental, se certificará que los trabajos se han llevado a cabo de acuerdo con el plan de excavación aprobado o, en el caso de que no haya sido así, se justificará y documentará cualquier desviación que haya ocurrido.

Este informe final incluirá, entre otros aspectos:

- Metodología empleada.
- Descripción de los trabajos realizados.
- Valores objetivo.
- Resultados de las caracterizaciones de muestras analizadas

- Gestión aplicada a cada tipo de material extraído del emplazamiento (residuos, rellenos, suelos excavados)
- Los documentos de aceptación, control y seguimiento de los materiales excavados y gestionados.
- Volúmenes y ubicación de los materiales reutilizados.
- Justificante de la puesta fuera de servicio de los depósitos.
- Resumen y datos de control ambiental realizado, incidencias acaecidas, etc.
- Resultados de la caracterización de suelo remanente realizada.
- Resultados del control de la calidad de las aguas subterráneas.
- Comparativa y evaluación de resultados.
- Reportaje fotográfico.
- Planos “*as built*” que representen con precisión suficiente los trabajos.

Anexo 1. Planos



EDIFICIO SAN ISIDRO (I)
IDORSOLO KALEA Nº 15
48160 DERIO-VIZCAYA (ESPAÑA)

Tel: +34 94 423 97 00
+34 94 423 97 22
fax: +34 94 424 55 27

afesa@afesa.es - www.afesa.es

PROYECTO

Plan de seguimiento ambiental del depósito de Metro de Madrid
en Cuatro Caminos (Madrid)

CLIENTE



ESCALA
GRÁFICA

FECHA
JUL. 2021

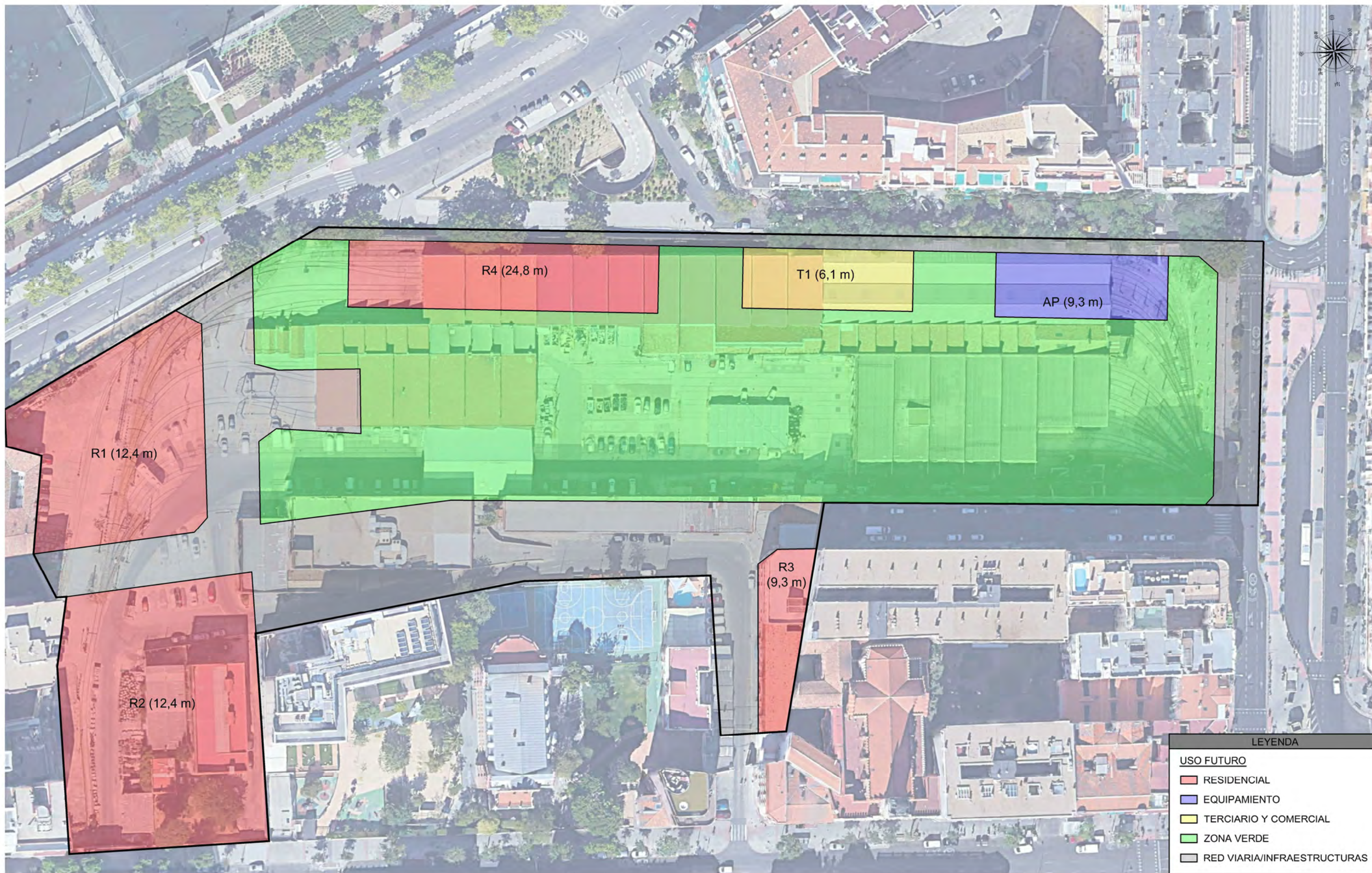
AUTOR
U.Bartolomé

APROBADO
E.Alzola

REVISIÓN
00

TÍTULO DEL PLANO
LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

NUM. PLANO
01



LEYENDA	
USO FUTURO	
■	RESIDENCIAL
■	EQUIPAMIENTO
■	TERCIARIO Y COMERCIAL
■	ZONA VERDE
■	RED VIARIA/INFRAESTRUCTURAS



EDIFICIO SAN ISIDRO II
IDORSOLO KALEA Nº 19
48160 DERIO-VIZCAYA (ESPAÑA)
Tel: +34 94 423 97 00
+34 94 423 97 22
fax: +34 94 424 55 27
afesa@afesa.es - www.afesa.es

PROYECTO

Plan de seguimiento ambiental del depósito de Metro de Madrid
en Cuatro Caminos (Madrid)

CLIENTE



ESCALA
A3 1:1000

FECHA
JUL.2021

AUTOR
U.Bartolomé

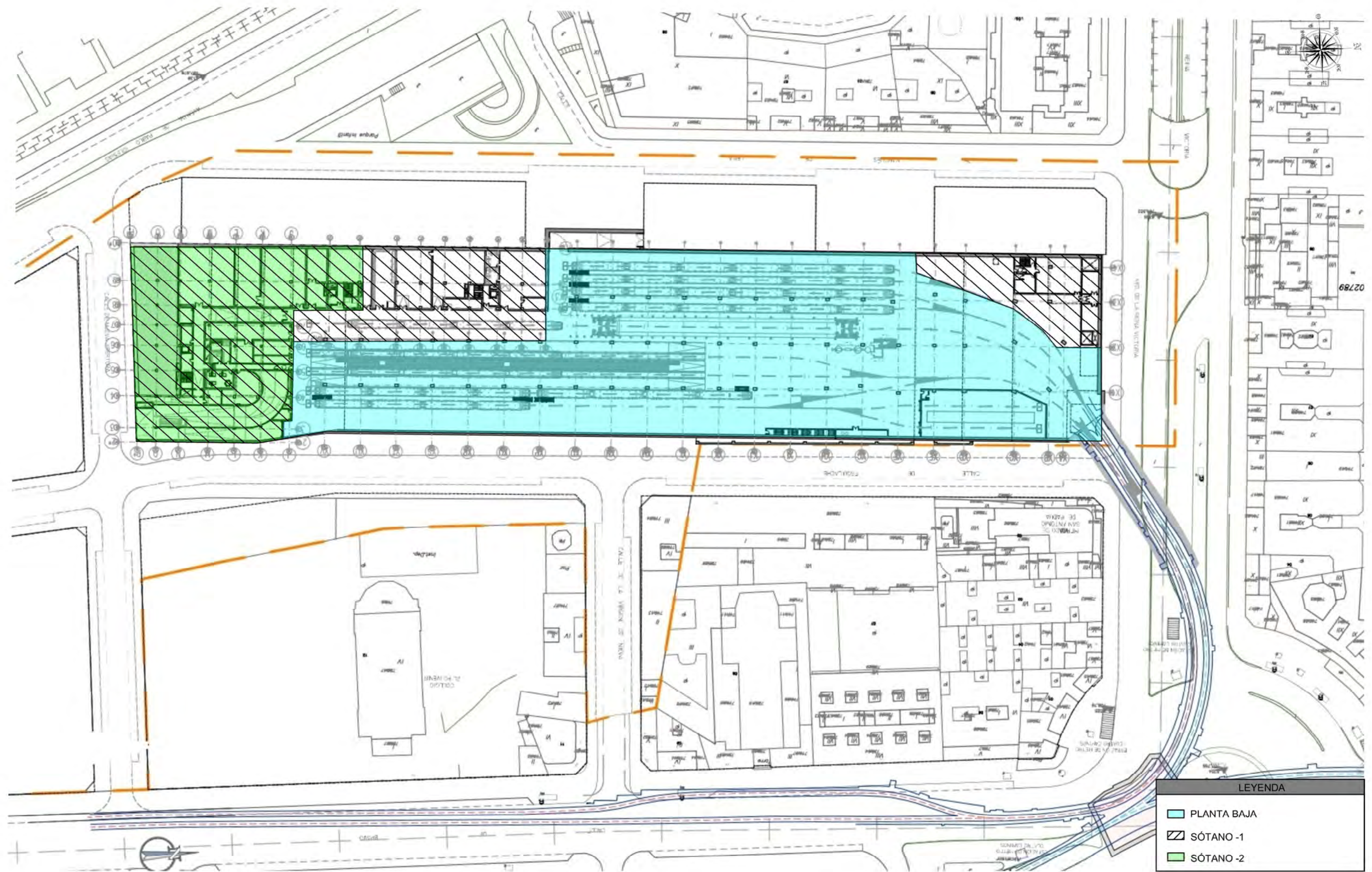
APROBADO
E.Alzola

REVISIÓN
00

TITULO DEL PLANO

USO FUTURO

NUM. PLANO
02



EDIFICIO SAN ISIDRO II
IDORSOLO KALEA Nº 19
48160 DERIO-VIZCAYA (ESPAÑA)

Tel: +34 91 423 97 00
+34 902 23 37 22
fax: +34 91 424 55 27

afesa@afesa.es - www.afesa.es

PROYECTO

Plan de seguimiento ambiental del depósito de Metro de Madrid
en Cuatro Caminos (Madrid)

CLIENTE



ESCALA
A3 1:1000

AUTOR
U.Bartolomé

REVISIÓN
00

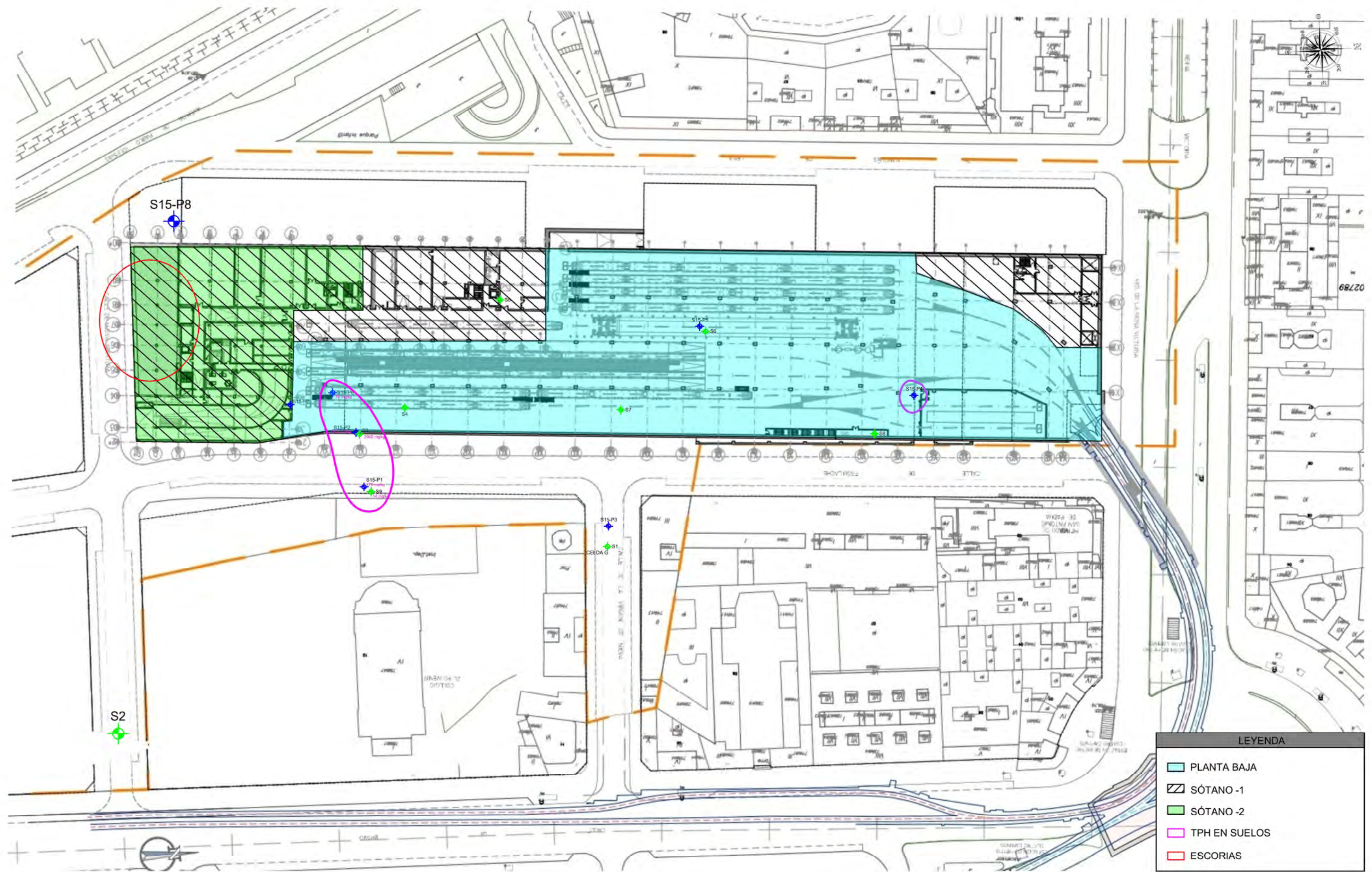
NUM. PLANO
03

FECHA
JUL.2021

APROBADO
E.Alzola

TÍTULO DEL PLANO

INSTALACIONES



EDIFICIO SAN ISIDRO (I)
IDORSOLO KALEA Nº 19
48160 DERIO-VIZCAYA (ESPAÑA)

Tel: +34 94 423 97 00
+34 94 423 97 22
fax: +34 94 423 55 27

afesa@afesa.es - www.afesa.es

PROYECTO

Plan de seguimiento ambiental del depósito de Metro de Madrid
en Cuatro Caminos (Madrid)

CLIENTE



ESCALA
A3 1:1000

FECHA
JUL.2021

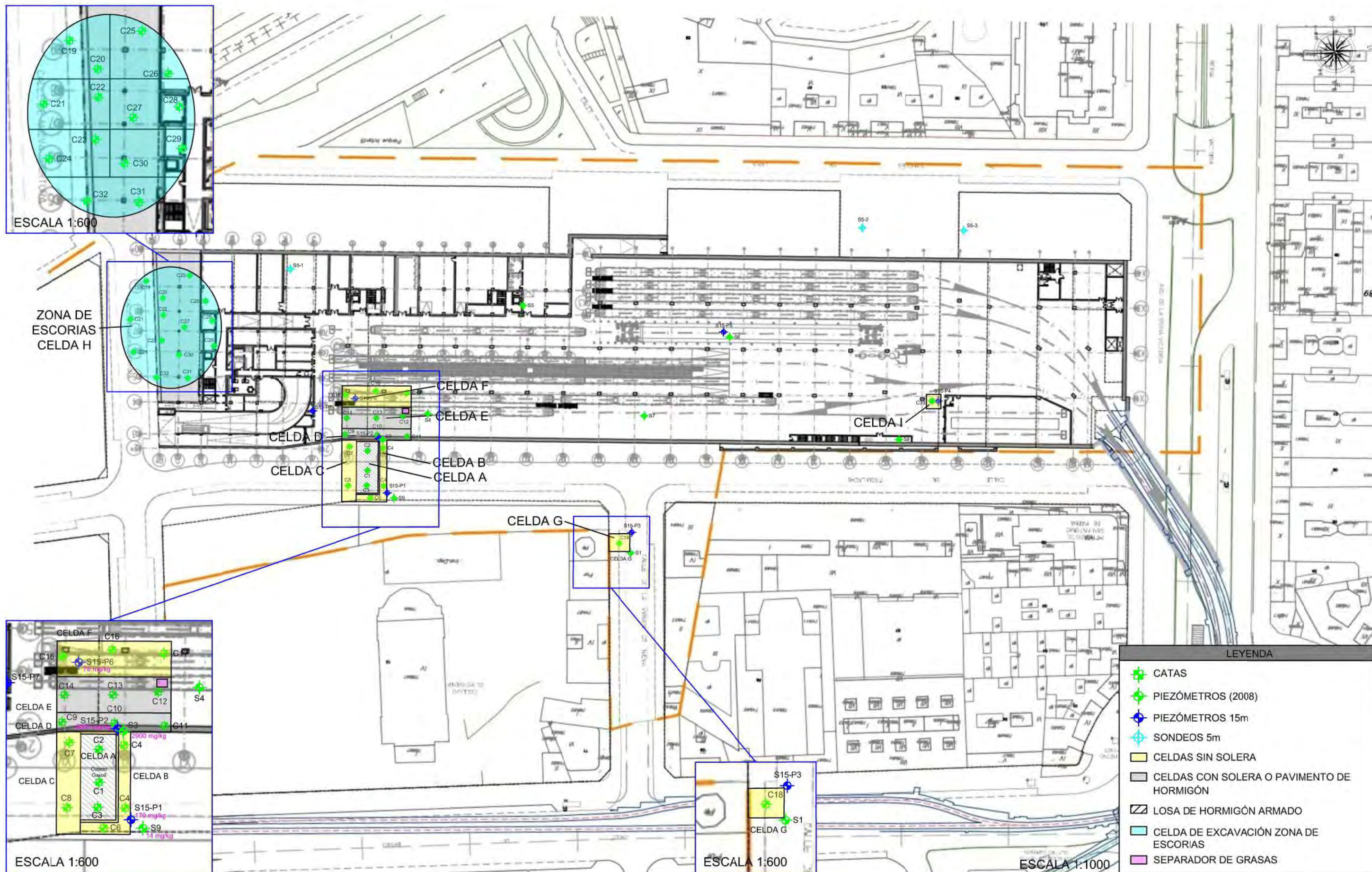
AUTOR
U.Bartolomé

APROBADO
E.Alzola

REVISIÓN
00

TÍTULO DEL PLANO
ZONAS DE AFECCIÓN EN SUELOS

NUM. PLANO
04



EDIFICIO SAN ISIDRO II
IDORSOLO KALEA Nº 15
48160 DERIO-VIZCAYA (ESPAÑA)

Tel: + 34 94 423 97 00
+ 902 23 37 22
fax: + 34 94 424 55 27

afesa@afesa.es - www.afesa.es

PROYECTO

Plan de seguimiento ambiental del depósito de Metro de Madrid
en Cuatro Caminos (Madrid)

CLIENTE



ESCALA
A3 VARIAS

FECHA
JUL.2021

AUTOR
U.Bartolomé

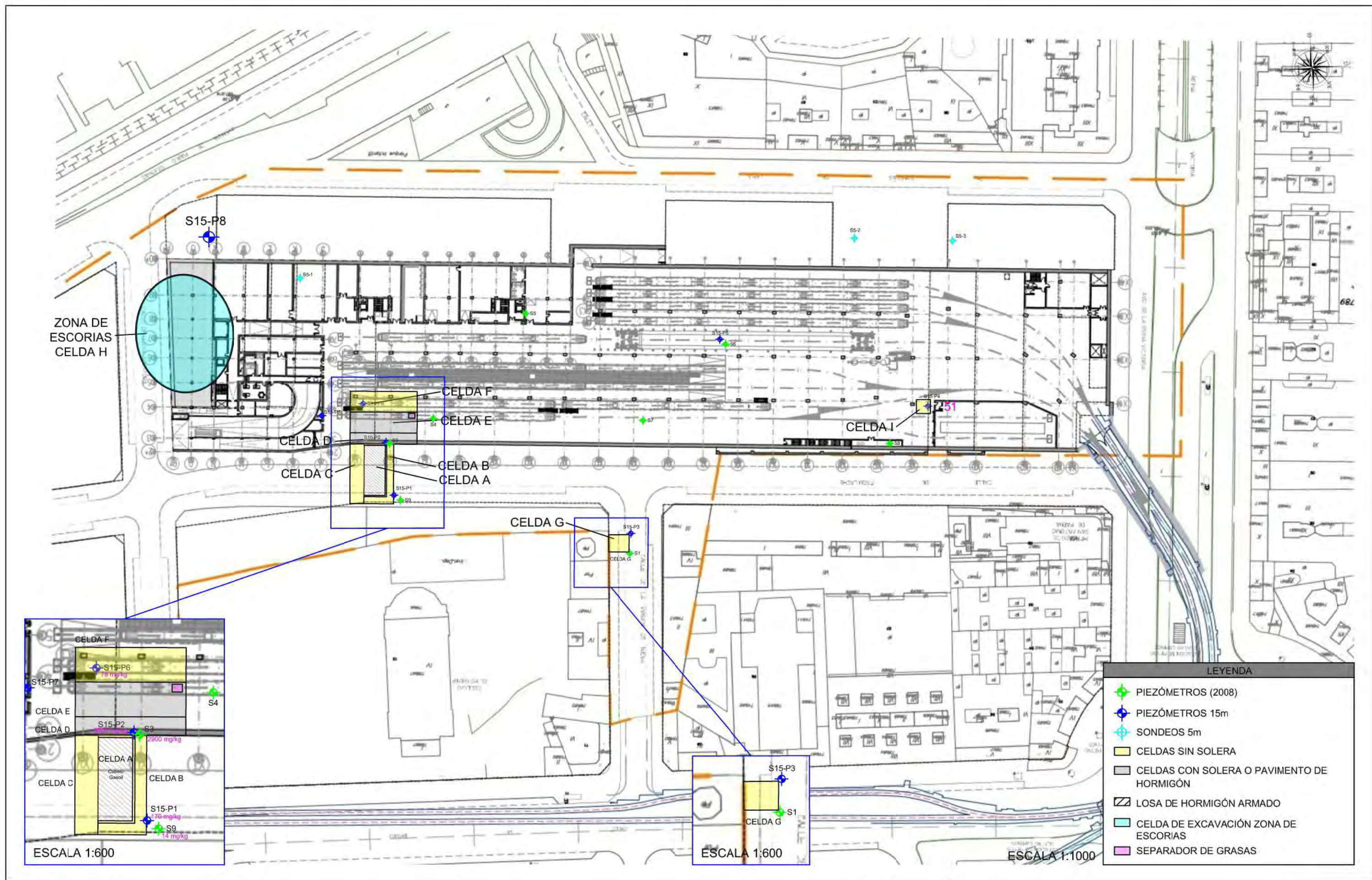
APROBADO
E.Alzola



REVISIÓN
00

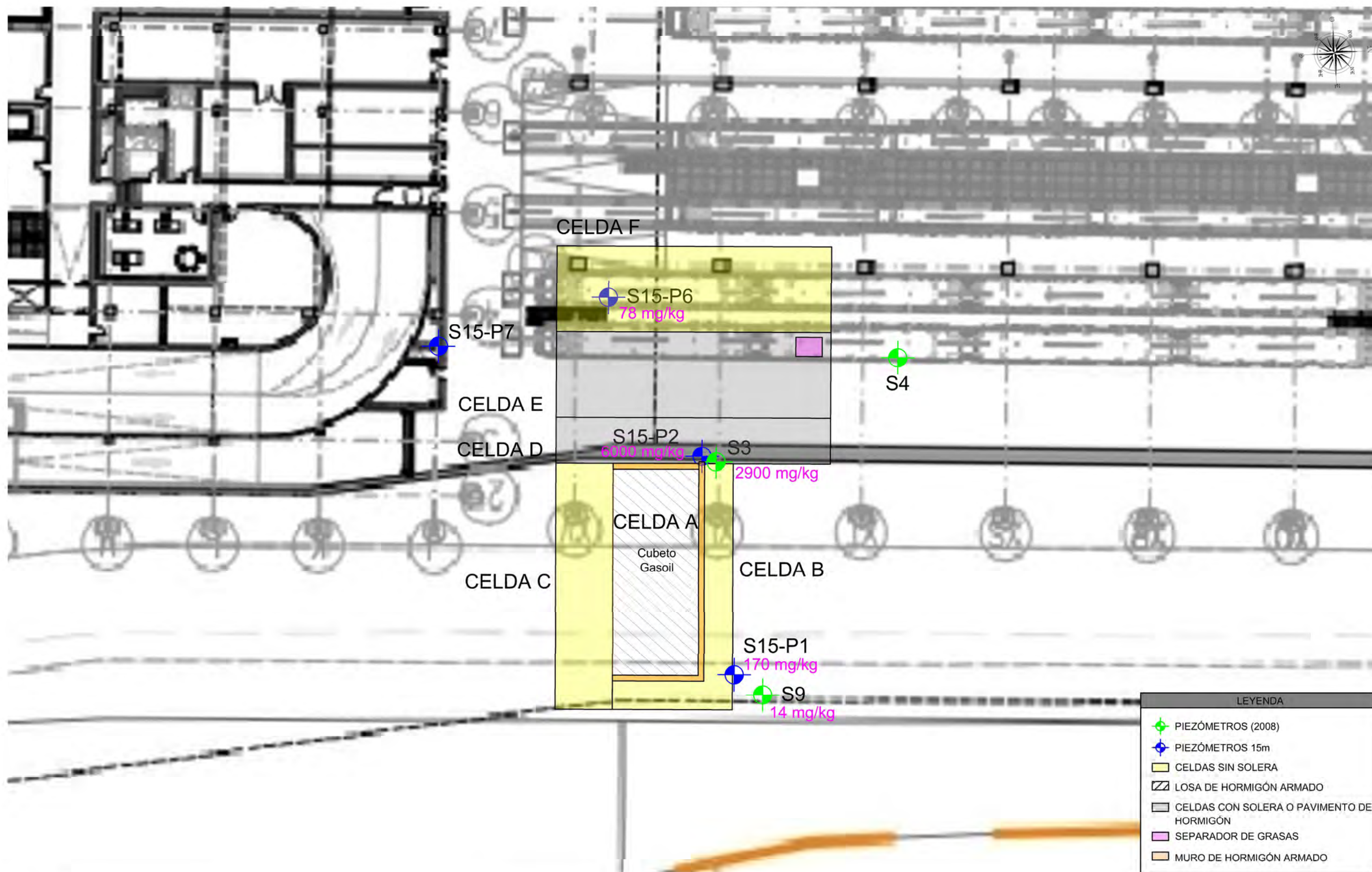
TÍTULO DEL PLANO

PROPUESTA DE UBICACIÓN
DE LAS CALICATAS

NUM. PLANO
05



 <p>EDIFICIO SAN ISIDRO II IDORSOLO KALEA Nº 15 48160 DERIO-VIZCAYA (ESPAÑA)</p> <p>Tel: + 34 94 423 97 00 + 902 23 37 22 fax: + 34 94 424 55 27</p> <p>afesa@afesa.es - www.afesa.es</p>	PROYECTO Plan de seguimiento ambiental del depósito de Metro de Madrid en Cuatro Caminos (Madrid)	ESCALA A3 VARIAS	AUTOR U.Bartolomé	REVISIÓN 00	NUM. PLANO 06
	CLIENTE 	FECHA JUL.2021	APROBADO E.Alzola	TÍTULO DEL PLANO PROPUESTA DE UBICACIÓN DE CELDAS DE EXCAVACIÓN	



EDIFICIO SAN ISIDRO I)
IDORSOLO KALEA Nº 19
48160 DERIO-VIZCAYA (ESPAÑA)

Tel: +34 94 423 97 00
+34 94 423 97 22
fax: +34 94 423 97 27

afesa@afesa.es - www.afesa.es

PROYECTO

Plan de seguimiento ambiental del depósito de Metro de Madrid
en Cuatro Caminos (Madrid)

CLIENTE



ESCALA
A3 1:250

AUTOR
U.Bartolomé

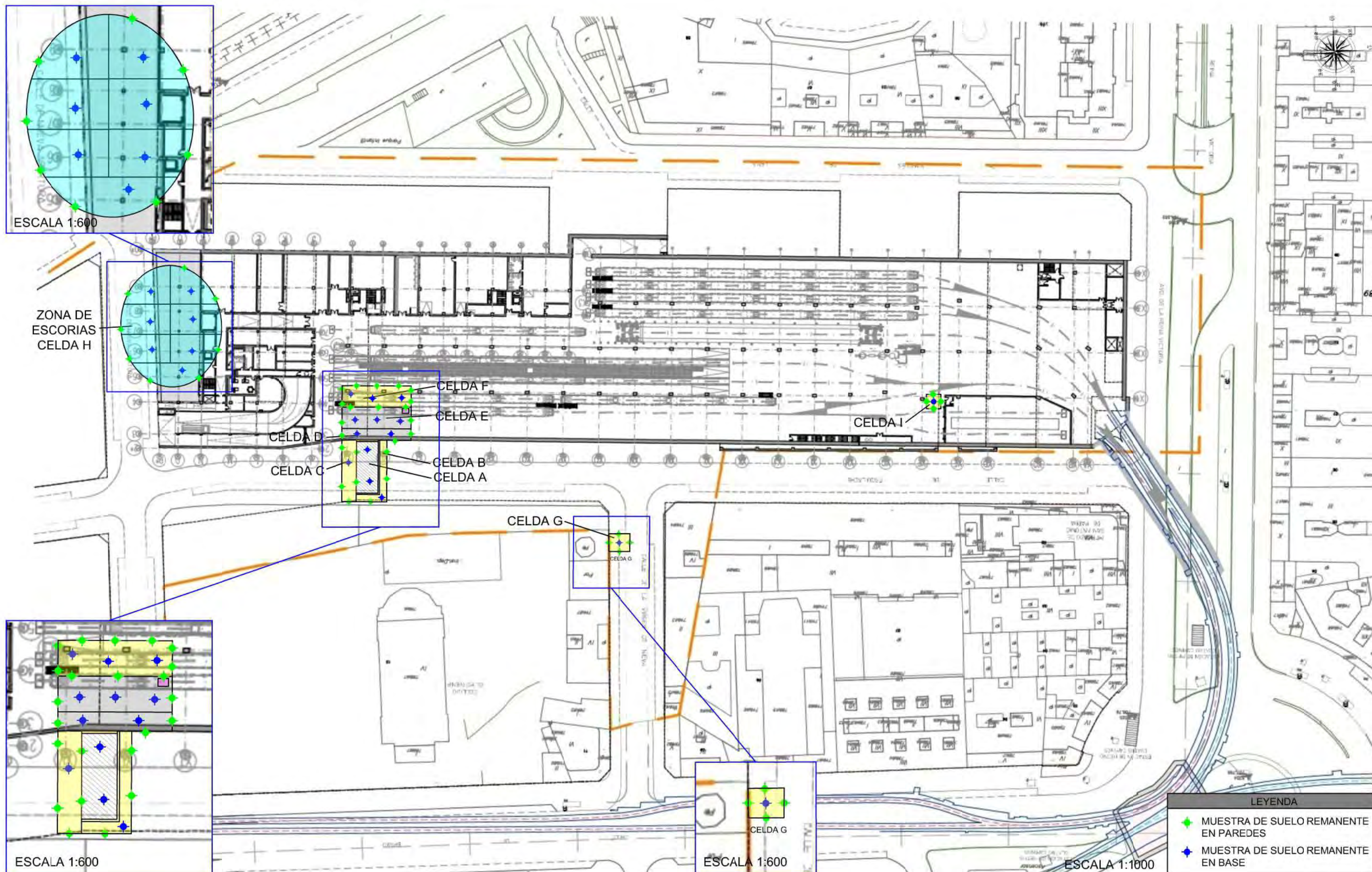
REVISIÓN
00

NUM. PLANO
07

FECHA
JUL.2021

APROBADO
E.Alzola

TÍTULO DEL PLANO PROPUESTA DE UBICACIÓN DE CELDAS DE
EXCAVACIÓN EN LA ZONA DE LAS FUTURAS COCHERAS DE
METRO Y ANTIGUA ZONA DE DEPÓSITOS DE GASÓLEO



EDIFICIO SAN ISIDRO II
IDORSOLO KALEA Nº 15
48160 DERIO-VIZCAYA (ESPAÑA)

Tel: + 34 94 423 97 00
+ 902 23 37 22
fax: + 34 94 424 55 27

afesa@afesa.es - www.afesa.es

PROYECTO

Plan de seguimiento ambiental del depósito de Metro de Madrid
en Cuatro Caminos (Madrid)

CLIENTE



ESCALA
A3 VARIAS

AUTOR
U.Bartolomé

REVISIÓN
00

NUM. PLANO
08

FECHA
JUL.2021

APROBADO
E.Alzola

TÍTULO DEL PLANO
PROPUESTA DE UBICACIÓN DE LAS
MUESTRAS DE SUELO REMANENTE