



[PROYECTO DE ALCANCE REGIONAL INDRA TECHNOLOGY HUB]

Estudio Ambiental Estratégico

ESTUDIO SECTORIAL E12B. Estudio de caracterización analítica (Fase II)

[índice]

1.	INTRODUCCIÓN Y OBJETO DEL ESTUDIO	3
2.	LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO DE ALCANCE REGIONAL	4
3.	DESCRIPCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO.....	5
4.	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN DETALLADA	11
5.	PROCESO DE LA INVESTIGACIÓN DETALLADA	11
6.	CARACTERIZACIÓN FÍSICA DEL EMPLAZAMIENTO	12
6.1	Geología	12
6.2	Hidrología superficial.....	13
6.3	Caracterización de las aguas subterráneas	13
6.4	Pozos	15
7.	TRABAJOS DE CAMPO A REALIZAR	16
8.	MODELO CONCEPTUAL PRELIMINAR	16
8.1	Fuentes potenciales de contaminación	17
8.2	Contaminantes potenciales.....	17
8.3	Medios afectados, alcance de la afección	17
8.4	Mecanismos de transporte.....	18
8.5	Receptores potenciales	18
8.6	Vías de exposición	18
8.7	Incertidumbres del modelo	18
9.	PROGRAMA DE MUESTREO Y ANÁLISIS	19
9.1	Metodología	19
9.2	Estrategia de muestreo.....	20
9.3	Distribución y número de puntos	20
9.4	Profundidad de muestreo	22
9.5	Tipo de muestras.....	23
9.6	Parámetros analíticos	24
9.7	Métodos de muestreo	25
9.8	Control de calidad	25
10.	MEDIDAS DE SEGURIDAD Y SALUD	26
10.1	Consideraciones generales.....	26
10.2	Identificación de riesgos	26



[PROYECTO DE ALCANCE REGIONAL INDRA
TECHNOLOGY HUB]

ESTUDIO SECTORIAL E12B. Estudio de
caracterización analítica (Fase II)



10.3	Medidas preventivas	27
10.4	Gestion de emergencias	28
10.5	Cumplimiento normativo	28
11.	CONCLUSIONES.....	29



1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO DEL ESTUDIO

El presente estudio se realiza para dar cumplimiento a los requisitos establecidos por la CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE, AGRICULTURA E INTERIOR (Dirección General de Transición Energética y Economía Circular) en el Documento de Alcance de fecha 23 de febrero de 2026, en el marco de la tramitación del expediente de la Evaluación Ambiental Estratégica del **PROYECTO DE ALCANCE REGIONAL INDRA TECHNOLOGY HUB**.

La decisión de proceder a la realización de una Investigación Detallada de la calidad del suelo del emplazamiento viene condicionada por los resultados obtenidos en la fase de Investigación Preliminar (Estudio sectorial 12) así como por la necesidad de disponer de información complementaria y más específica para la adecuada evaluación ambiental del emplazamiento y, en su caso, para la posterior elaboración de un Análisis de Riesgos.

En términos generales, la necesidad de realizar una investigación detallada se plantea cuando resulta necesario profundizar en el conocimiento del emplazamiento, definiendo con mayor detalle las características del subsuelo y la posible presencia y distribución de contaminantes.

En este contexto, el presente estudio tiene por objeto definir la estrategia de investigación de la calidad del suelo en una parcela situada en el término municipal de Paracuellos de Jarama, donde se desarrolló desde el año 2002 una actividad de fabricación de hormigón actualmente desmantelada.

La actividad desarrollada en el emplazamiento, consistente en la fabricación de hormigón, puede encuadrarse dentro del sector de fabricación de productos minerales no metálicos (grupo 23 del CNAE).

Atendiendo a las operaciones asociadas a este tipo de instalaciones —tales como el almacenamiento de combustibles, mantenimiento de maquinaria, tránsito de vehículos pesados y uso de aditivos químicos—, se considera que el emplazamiento presenta características compatibles con actividades susceptibles de generar afección al suelo.

En el momento de redacción del presente documento no se dispone de resultados analíticos ni se han ejecutado aún los trabajos de campo previstos, por lo que el estudio se centra en la definición del modelo conceptual preliminar del emplazamiento y del programa de investigación y muestreo propuesto.

Dichos trabajos deberán completarse una vez sea posible el acceso efectivo a la parcela y la ejecución de la correspondiente campaña de investigación.

Dado que, en el momento de redacción del presente estudio, no ha sido posible realizar una visita técnica al emplazamiento, parte de la información utilizada procede de fuentes secundarias (ortofotos, cartografía oficial y datos históricos). Ello implica un grado adicional de incertidumbre respecto a la localización exacta de infraestructuras desaparecidas y

posibles focos de afección, incertidumbre que será reducida una vez se ejecuten los trabajos de campo.

2. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO DE ALCANCE REGIONAL

La actuación objeto de proyecto se localiza mayoritariamente en el término municipal de Torrejón de Ardoz, disponiendo parte de las instalaciones en el término municipal de Paracuellos de Jarama. La actuación se localiza al oeste de la zona comercial conocida como “Parque Corredor”, cerca de la Base Aérea de Torrejón.

El ámbito previsto para las nuevas instalaciones de INDRA comprende una superficie aproximada de 78,5 Ha.

Gráfico 2.1 Ámbito PAR



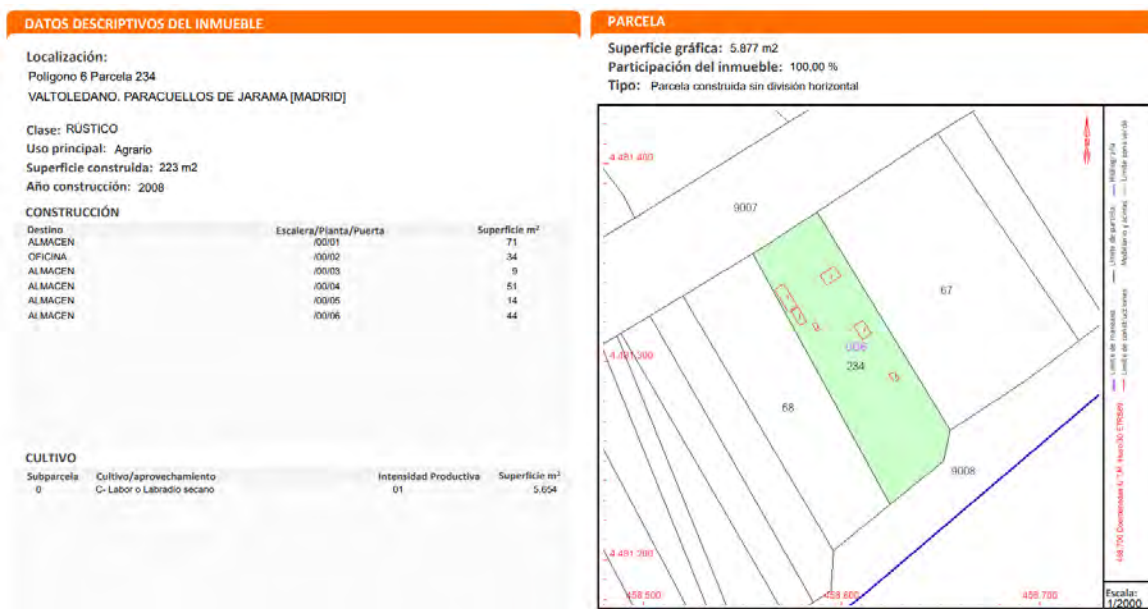
3. DESCRIPCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO

La parcela se localiza próxima a la carretera M-115, en el término municipal de Paracuellos de Jarama.

Se identificada con la referencia catastral 28104A006002340000UQ, en ella se desarrolló, desde 2002; una actividad de fabricación de hormigón.

El emplazamiento objeto de estudio cuenta con una superficie aproximada de 5.877 m², con una superficie construida, en su día, de 223 m².

Gráfico 3.1 Ficha catastral del emplazamiento



En la actualidad, la instalación se encuentra desmantelada, no existiendo actividad industrial en su interior.





[PROYECTO DE ALCANCE REGIONAL INDRA
TECHNOLOGY HUB]

ESTUDIO SECTORIAL E12B. Estudio de
caracterización analítica (Fase II)





A falta de visita al emplazamiento, no se dispone de información precisa sobre la disposición de las antiguas instalaciones, la localización de zonas pavimentadas ni la existencia de fosas, balsas de decantación, zonas de lavado o depósitos de combustible. Esta ausencia de datos introduce un grado significativo de incertidumbre, por lo que el modelo conceptual y la propuesta de muestreo se plantean de forma conservadora hasta que los trabajos de campo permitan confirmar o descartar la existencia de estos elementos.

Las siguientes fotografías aéreas muestran la evolución de la hormigonera desde su origen hasta su desmantelamiento.

Año 2001.

No se observa
actividad.



Año 2002. Comienza
el funcionamiento de
la hormigonera junto a
la M 115.



Año 2005. Sigue en
funcionamiento.



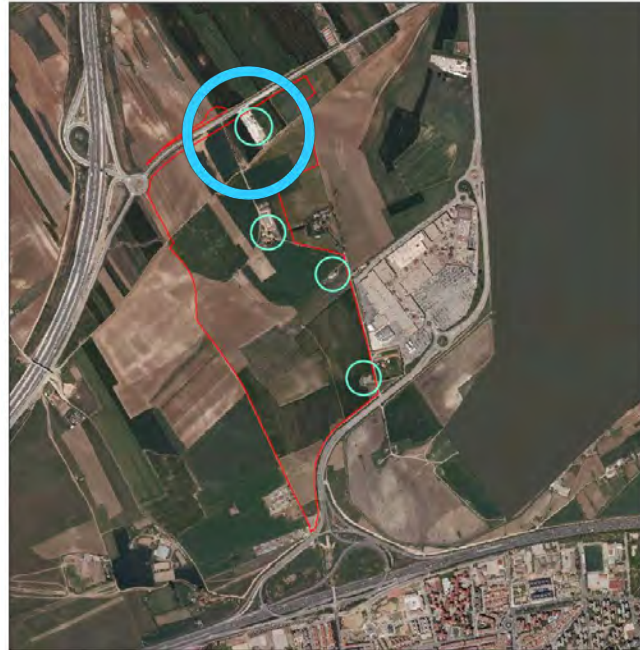


[PROYECTO DE ALCANCE REGIONAL INDRA
TECHNOLOGY HUB]



ESTUDIO SECTORIAL E12B. Estudio de
caracterización analítica (Fase II)

Año 2006. Sigue en
funcionamiento. Se
observa con claridad
en la ortofoto



Año 2007. Sigue en
funcionamiento.





[PROYECTO DE ALCANCE REGIONAL INDRA
TECHNOLOGY HUB]

Ortiz. Leon
ARQUITECTOS

ESTUDIO SECTORIAL E12B. Estudio de
caracterización analítica (Fase II)

Año 2013. Imagen de
mala calidad. Parece
ya desmantelada.



Año 2016. No se
observa actividad.



Actualidad (2026).
Actividad
desmantelada



4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN DETALLADA

La finalidad de la Investigación Detallada es determinar si el riesgo potencial existente para la salud humana y/o los ecosistemas puede o no considerarse aceptable. En aquellos casos en los que exista un riesgo inaceptable para la salud humana o los ecosistemas, deberán definirse los objetivos de calidad del suelo específicos a alcanzar durante las labores de recuperación.

Como objetivos particulares se consideran los siguientes:

1. Definición del alcance de la afección del medio. Identificación de los focos de contaminación, delimitación de las áreas afectadas tanto horizontal como verticalmente. Evolución temporal y espacial.
2. Caracterización geológica, hidrológica, hidrogeológica y geoquímica del emplazamiento.
3. Identificación y caracterización de los mecanismos de movilización de los contaminantes. Potenciales vías de exposición a los contaminantes por parte de receptores potenciales actuales y futuros. Definición del modelo conceptual.
4. Datos para el diseño de los métodos de recuperación a emplear o para la elaboración del Plan de Control y Seguimiento Ambiental a desarrollar (en el caso de que sea necesario)

5. PROCESO DE LA INVESTIGACIÓN DETALLADA

El proceso de la Investigación Detallada consiste en una secuencia de actuaciones que incluyen la caracterización del emplazamiento, la delimitación de posibles focos de afección y la evaluación de la calidad del suelo. En caso de que las concentraciones obtenidas superen los valores de referencia aplicables o existan indicios de afección significativa, los resultados servirán de base para la elaboración del correspondiente Análisis de Riesgos. Si no se detectan superaciones ni indicios relevantes, la Investigación Detallada se considerará suficiente sin necesidad de un análisis de riesgos adicional.

6. CARACTERIZACIÓN FÍSICA DEL EMPLAZAMIENTO

6.1 GEOLOGÍA

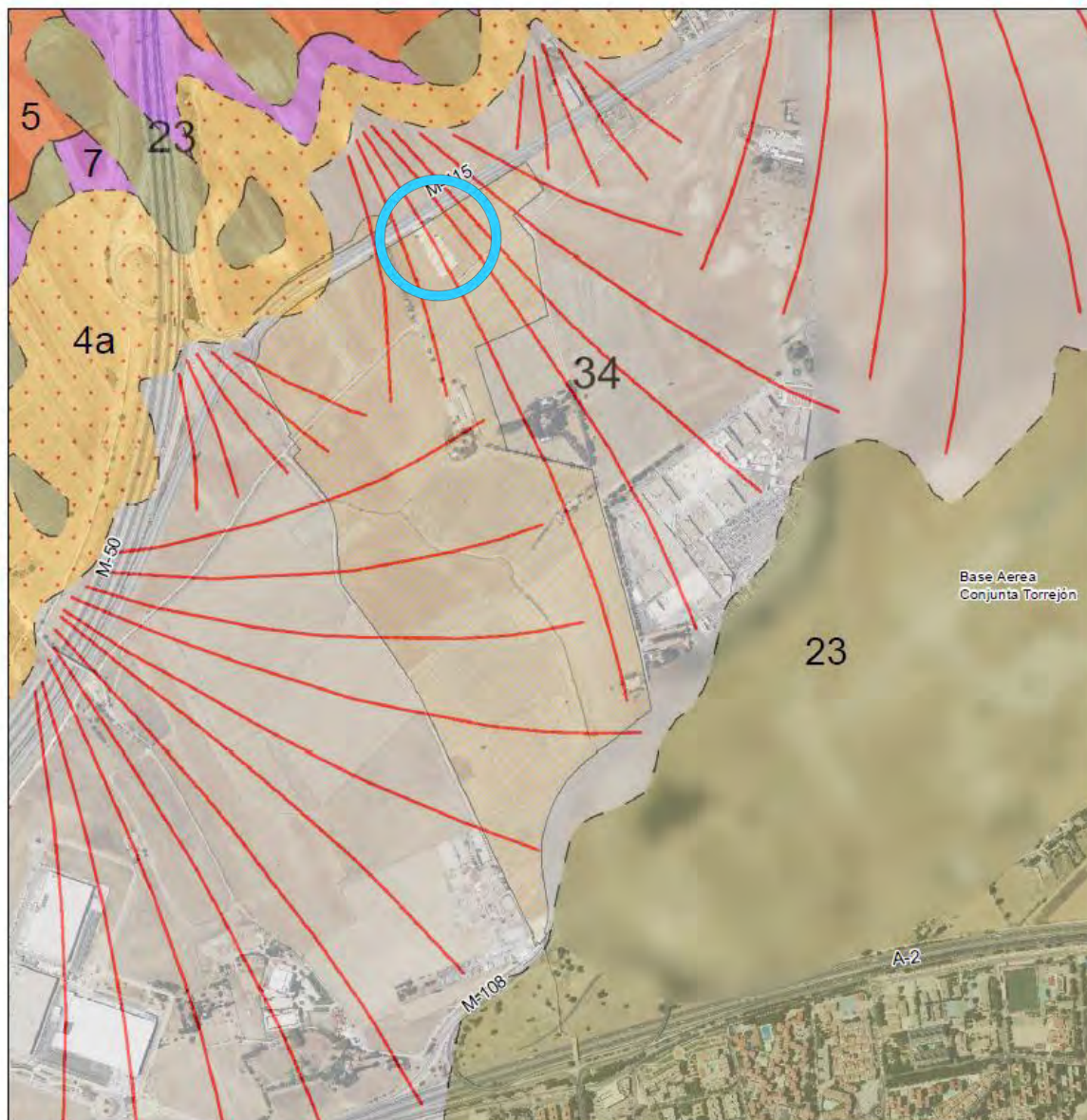
La zona objeto de estudio, desde el punto de vista geológico pertenece a la unidad Meseta y se sitúa en el área Noreste de la Cuenca de Madrid, de unos 15.000 km², la cual a su vez se incluye dentro de la Cuenca del Tajo.

Se trata de una cubeta sedimentaria, resultado de una intensa actividad tectónica, que provocó el levantamiento de los bordes de la cuenca y la consiguiente subsidencia de la depresión (superior a los 2.300 m), el relleno sedimentario de dicha cubeta se produjo a partir del desmantelamiento de los materiales que forman los macizos montañosos y rampas de erosión de los bordes de la cuenca.

Este relleno está formado por depósitos clásticos inmaduros (arcosas), arcillas y carbonatos con sílex y sepiolita, yesos y margas yesíferas con niveles salino que afloran según bandas groseramente concéntricas hacia el interior de la cubeta, de acuerdo con el esquema clásico de distribución horizontal de facies de borde, intermedias y centrales, de los depósitos de abanicos aluviales indentados en sus facies distales con depósitos lacustres en una cuenca endorreica árida.

El ámbito del PAR se asienta sobre gravas y cantos poligénicos; arenas y arenas arcillosas (34) (conos de deyección). Bajo este nivel, se encuentran suelos pertenecientes a las terrazas de los ríos Henares y Jarama (24) constituidos por gravas poligénicas, arenas y limo arcillas arenosas con presencia de carbonataciones y costras calizas. Los espesores máximos de estas terrazas fluviales son del orden de los 5 ó 6 m.

Gráfico 6.1 Mapa litológico. Fuente: IGME y elaboración propia.



6.2 HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

El emplazamiento no se ve atravesado por cauce natural.

6.3 CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

El emplazamiento se incluye en la denominada Masa de Agua Guadalajara. La MASb 031.006 Guadalajara se encuentra situada entre las provincias de Guadalajara y Madrid ocupando una superficie de 1873,19 km² de los cuales el 91,20 % (1708,35 km²) corresponden a superficies detríticas de permeabilidad media, alta y muy alta.

Con carácter preliminar, y considerando la posición topográfica del emplazamiento, se estima que el flujo subterráneo regional podría presentar una dirección dominante hacia el sur o sureste, coherente con la pendiente general hacia el valle del Jarama. Esta hipótesis deberá verificarse durante la fase de campo mediante la identificación de nivel freático, gradiente y características de los materiales atravesados.

Los datos piezométricos del IGME muestran niveles freáticos comprendidos entre 6 y 12 m de profundidad en los puntos más próximos al emplazamiento. En áreas situadas más al sur, donde la cota del terreno es significativamente inferior, se registran profundidades del agua de hasta 3 m. Esta variabilidad responde a la pendiente regional del terreno y al comportamiento del acuífero detrítico. Considerando la cota del emplazamiento, el nivel freático esperado en la parcela se situaría previsiblemente entre 10 y 15 m de profundidad, rango que deberá confirmarse durante la ejecución de los sondeos.

A partir de los niveles de permeabilidad, y estos a su vez a partir de los niveles litoestratigráficos, se puede determinar la vulnerabilidad a la contaminación de los acuíferos. Se define vulnerabilidad o susceptibilidad de un acuífero a la contaminación, como el riesgo previsible de la alteración de la calidad natural del agua subterránea como consecuencia de actividades y/o instalaciones generadoras de sustancias y agentes contaminantes.

De acuerdo con la información bibliográfica disponible y la naturaleza litológica regional, el emplazamiento podría presentar una permeabilidad media-alta, lo que favorecería potencialmente la infiltración y movilidad de contaminantes en caso de afección.

Gráfico 6.2 Mapa de permeabilidad. Fuente: IGME

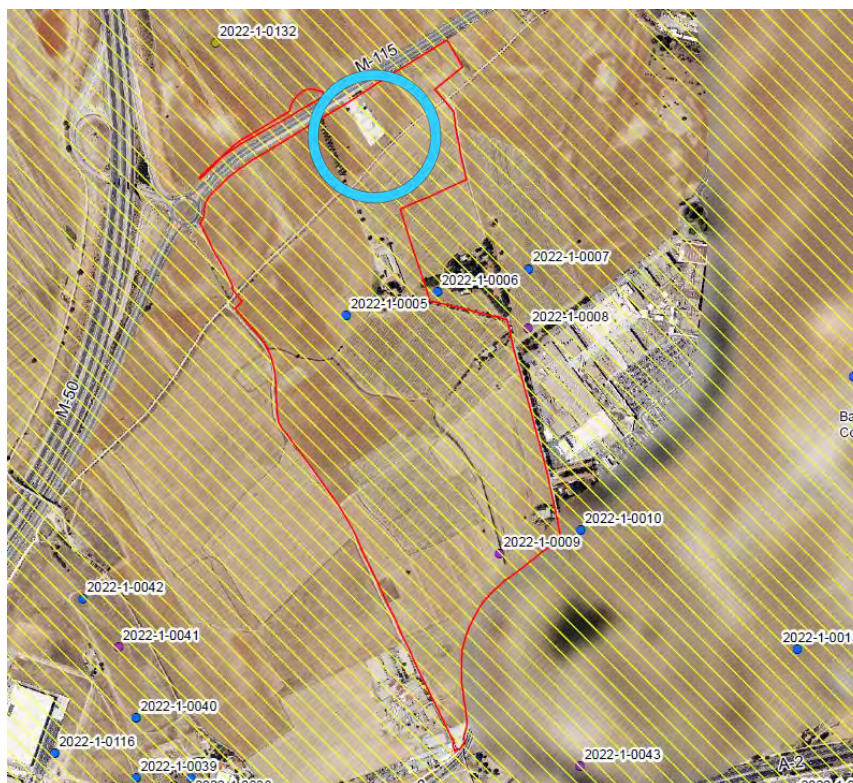


		PERMEABILIDAD					
LITOLOGÍAS		MUY ALTA	ALTA	MEDIA	BAJA	MUY BAJA	
CON AGUAS UTILIZABLES	FRASURABLES SOLUBLES	CARBONATADAS	C-MA	C-A	C-M	C-B	C-MB
		DETRÍTICAS (Clasticas)	Q-MA	Q-A	Q-M	Q-B	Q-MB
		DETRÍTICAS	D-MA	D-A	D-M	D-B	D-MB
		VOLCÁNICAS (Piroclásticas y lavas)	V-MA	V-A	V-M	V-B	V-MB
		META-DETRÍTICAS	M-MA	M-A	M-M	M-B	M-MB
		ÍGNEAS	I-MA	I-A	I-M	I-B	I-MB
	FRASURABLES	EVAPORÍTICAS	E-MA	E-A	E-M	E-B	E-MB
CON AGUAS NO UTILIZABLES O CON AGUAS DE MALA CALIDAD	SOLUBLES						

6.4 POZOS

Para la redacción de este estudio se ha consultado la base de datos de puntos de agua del IGME. En la información suministrada no se observan puntos de agua en el interior del emplazamiento.

Gráfico 6.3 Pozos en el entorno. Fuente: IGME



7. TRABAJOS DE CAMPO A REALIZAR

En el momento de redacción del presente documento no se han podido llevar a cabo los trabajos de campo correspondientes a la investigación detallada del emplazamiento.

No obstante, se ha definido una propuesta de actuación basada en la información disponible y en el modelo conceptual preliminar desarrollado, que permitirá orientar adecuadamente las labores de investigación una vez se proceda a su ejecución.

Los trabajos de campo previstos incluirán la realización de sondeos y/o calicatas, la toma de muestras de suelo a diferentes profundidades y, en su caso, la instalación de piezómetros si las condiciones del emplazamiento así lo requieren.

Asimismo, durante la ejecución de los trabajos se llevará a cabo la descripción litológica de los materiales atravesados, el registro de evidencias organolépticas y la identificación de posibles indicios de afección (presencia de olores, cambios de coloración, materiales antrópicos, etc.).

La localización, número y profundidad de los puntos de muestreo se ajustarán a lo establecido en el modelo conceptual del emplazamiento y en el programa de muestreo definido en el presente documento, pudiendo adaptarse en función de las condiciones reales observadas durante los trabajos de campo.

Los trabajos se desarrollarán conforme a la normativa vigente y a las buenas prácticas en materia de investigación de suelos potencialmente contaminados, garantizando en todo momento la representatividad de las muestras y la calidad de los datos obtenidos.

8. MODELO CONCEPTUAL PRELIMINAR

El modelo conceptual preliminar del emplazamiento se ha elaborado a partir de la información disponible relativa al uso histórico de la parcela, sus características físicas y la tipología de actividad desarrollada, en ausencia de resultados analíticos propios de la fase de investigación detallada.

El emplazamiento objeto de estudio ha albergado una **instalación de fabricación de hormigón (hormigonera)**, actualmente desmantelada. Este tipo de instalación presenta operaciones y procesos susceptibles de generar afección al suelo, principalmente asociados al tránsito y mantenimiento de maquinaria, almacenamiento de materiales y posibles derrames accidentales.

La presencia de solera de hormigón puede actuar como barrera parcial frente a la infiltración de contaminantes, si bien no permite descartar la existencia de afección en el subsuelo, ya sea por fugas a través de discontinuidades, actuaciones previas a su ejecución o migración lateral de contaminantes.

En base a lo anterior, se identifican los siguientes elementos del modelo conceptual:

8.1 FUENTES POTENCIALES DE CONTAMINACION

Se consideran como principales focos potenciales de afección los siguientes:

- Zonas de fabricación y mezcla de hormigón.
- Áreas de almacenamiento de materias primas (áridos, cemento, aditivos).
- Zonas de mantenimiento de maquinaria y vehículos.
- Áreas de repostaje o almacenamiento de combustibles (si existieron)
- Posibles zonas de vertido o acopios históricos

Estas áreas pueden haber sido origen de contaminantes derivados de derrames, fugas o deposición directa sobre el terreno.

8.2 CONTAMINANTES POTENCIALES

En función de la actividad desarrollada, se consideran como contaminantes potencialmente presentes en el suelo:

- Hidrocarburos totales del petróleo (TPH)
- Aceites y grasas derivados de maquinaria móvil
- Metales y metaloides, incluyendo Cr total y, si procede, determinación específica de Cr⁶⁺.
- Sulfatos y compuestos alcalinos asociados a materiales cementosos.
- Compuestos orgánicos volátiles y semivolátiles relacionados con combustibles y aditivos (BTEX, HAP y fenoles), que se analizarán en caso de detectarse indicios durante la investigación en campo.

8.3 MEDIOS AFECTADOS, ALCANCE DE LA AFECCIÓN

El principal medio potencialmente afectado es el suelo, tanto en su fracción superficial como en niveles subsuperficiales.

Asimismo, y dependiendo de las características hidrogeológicas del emplazamiento y del comportamiento potencial de los contaminantes, se valorará la posible interacción con la zona no saturada y, en su caso, con las aguas subterráneas

8.4 MECANISMOS DE TRANSPORTE

Los principales mecanismos de movilización de contaminantes considerados son:

- Infiltración vertical a través del suelo.
- Arrastre por escorrentía superficial.
- Migración en fase disuelta hacia el subsuelo.
- Transporte asociado a partículas finas del suelo.

8.5 RECEPTORES POTENCIALES

Se identifican como posibles receptores:

- Trabajadores durante futuras actuaciones en el emplazamiento.
- Usuarios potenciales del suelo en función de su uso futuro.
- Ecosistemas locales (en caso de dispersión de contaminantes).
- Aguas subterráneas como recurso natural.

8.6 VÍAS DE EXPOSICIÓN

Las principales vías de exposición consideradas son:

- Contacto dérmico con suelos potencialmente afectados.
- Inhalación de partículas o vapores.
- Ingestión accidental de suelo.
- Consumo de agua subterránea (en caso de afección).

8.7 INCERTIDUMBRES DEL MODELO

La ausencia de visita al emplazamiento y de datos analíticos propios limita la capacidad de definir con certeza la distribución espacial y vertical de posibles focos de afección. El modelo conceptual se basa, por tanto, en hipótesis razonables derivadas del historial de uso, la cartografía y la bibliografía técnica, y deberá ser revisado y ajustado tras la observación directa del terreno y la ejecución del programa de muestreo.

9. PROGRAMA DE MUESTREO Y ANÁLISIS

9.1 METODOLOGÍA

La distribución y selección del número de puntos de muestreo debe basarse en la hipótesis de distribución espacial de la contaminación potencial en el emplazamiento, partiendo del modelo conceptual desarrollado durante las etapas de obtención de información preliminar, así como en los objetivos del estudio.

Una forma de abordar las primeras tareas del diseño de muestreo es la división del emplazamiento en áreas o estratos en función de la probabilidad de encontrar contaminación, identificando aquellas zonas que presenten una distribución similar en cuanto a dicha contaminación. Estas divisiones deben realizarse partiendo de la información preliminar: registros históricos, zonas de actividad industrial dentro del emplazamiento o datos previos de calidad del suelo.

De este modo podrán identificarse aquellas zonas en las que no se espere encontrar contaminantes; por ejemplo, zonas en las que se tiene constancia de que nunca fueron utilizadas con fines industriales dentro del emplazamiento, en contraposición con aquellas en las que sí exista constancia de una actividad potencialmente contaminante del suelo.

Así, el esfuerzo del muestreo se centrará en aquellas zonas en las que haya mayor incertidumbre o mayor probabilidad de existencia de contaminantes y en las que la variabilidad en la distribución de la contaminación sea mayor.

En general, en cualquier emplazamiento podrán diferenciarse tres tipos de áreas:

1. Zonas en las que no es probable que exista afección.
2. Zonas en las que se sospeche que exista afección y ésta esté localizada. Localización conocida de la fuente de contaminación potencial (vertidos, pérdidas en depósitos enterrados, zonas de almacenamiento de residuos, etc.).
3. Zonas en las que se sospeche que pueda existir afección, pero no se conozca la localización precisa. Localización incierta de la fuente de contaminación potencial (antigua zona de enterramiento de residuos, zonas de procesos antiguos no ubicadas, etc.).

Una vez dividido el emplazamiento se deberá seleccionar el modelo de distribución de los puntos de muestreo que se vaya a utilizar.

En general existen dos tipos fundamentales de distribución espacial de los puntos de muestreo:

- a) En malla, en las que las muestras se toman de una matriz de cuadrados, rectángulos o triángulos, diseñada sobre la zona de estudio.
- b) Por zonas o transectos, en las que las muestras se toman a intervalos a lo largo de una línea.

Las mallas obedecen a una hipótesis de distribución espacial de contaminación dispersa (por ejemplo, zonas amplias de vertido, contaminación difusa, etc.), mientras que la distribución por zonas o transectos responde a una dirección preferente de la distribución de la contaminación (contaminación del agua subterránea siguiendo la línea de flujo, etc.). Estos modelos de distribución pueden combinarse en un mismo emplazamiento, lo que confiere una efectividad mayor a la toma de muestras.

9.2 ESTRATEGIA DE MUESTREO

La estrategia de muestreo se ha definido a partir del modelo conceptual preliminar del emplazamiento, considerando la posible coexistencia de contaminación de carácter difuso asociada al funcionamiento general de la instalación y focos localizados vinculados a zonas concretas de actividad.

En este sentido, se adopta una estrategia combinada basada en:

- **Muestreo sistemático mediante malla regular**, con el objeto de evaluar la calidad del suelo de forma global en la parcela.
- **Muestreo dirigido**, orientado a la caracterización de zonas potencialmente afectadas identificadas en el modelo conceptual (áreas de proceso, mantenimiento, almacenamiento, etc.).

Esta aproximación permite optimizar la representatividad del muestreo y reducir la incertidumbre asociada a la distribución espacial de la contaminación.

9.3 DISTRIBUCIÓN Y NÚMERO DE PUNTOS

Considerando la superficie del emplazamiento (5.877 m²) y la falta de información directa sobre la ubicación de antiguos focos de emisión, se adopta una malla sistemática de aproximadamente 20 × 20 m, que permite cubrir la parcela de forma uniforme y minimizar el riesgo de no detectar contaminantes en un contexto de elevada incertidumbre espacial. Esta densidad de muestreo es coherente con los criterios establecidos para investigaciones detalladas en parcelas de uso industrial.

Esta malla da lugar a un total aproximado de:

- **18 puntos sistemáticos**

Adicionalmente, se contemplan:

- **4 puntos dirigidos** en zonas potencialmente contaminadas:
 - o Área de mezcla de hormigón
 - o Zona de mantenimiento de maquinaria
 - o Posibles zonas de vertido o acopio
 - o Áreas de tránsito intensivo

Total estimado: 22 puntos de investigación

La localización exacta de los puntos se ajustará en campo en función de las condiciones reales del emplazamiento y de evidencias visuales.

El muestreo se realizará:

- **En zonas sin solera** → directo
- **Mediante perforación atravesando la solera** → si procede

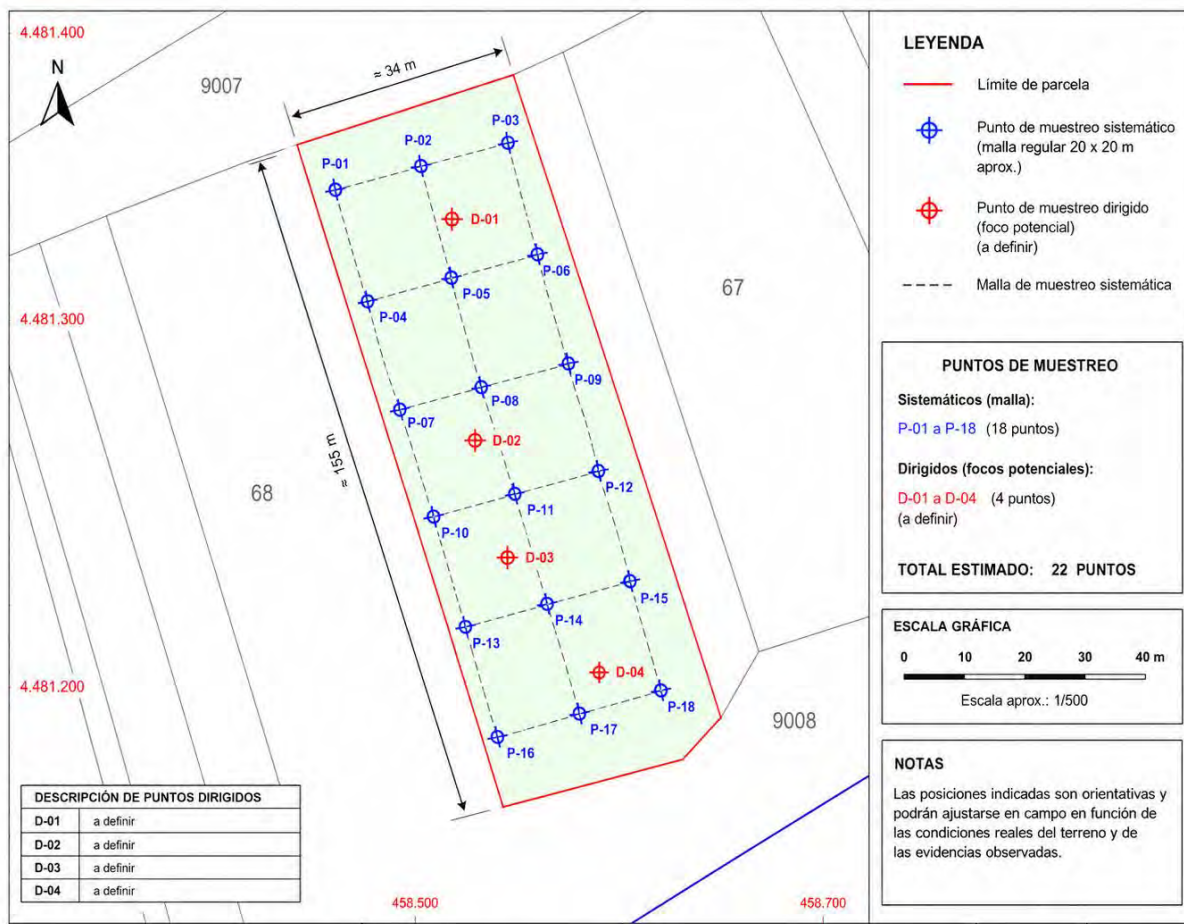
En las zonas pavimentadas con solera de hormigón, el acceso al subsuelo se realizará mediante perforación, garantizando la toma de muestras representativas.

Se priorizarán zonas sin pavimentar o con evidencias de alteración superficial, así como áreas donde la solera presente discontinuidades o haya sido retirada.

La distribución de puntos de muestreo incluida en el presente documento tiene carácter preliminar y orientativo, habiéndose definido a partir del modelo conceptual inicial del emplazamiento y de la información actualmente disponible.

La ubicación definitiva de los puntos de investigación, así como el número total de muestras y profundidades de muestreo, podrá ser ajustada en fases posteriores de la investigación en función de las evidencias observadas durante los trabajos de campo, de las características reales del subsuelo y de los criterios que, en su caso, se consensuen con el órgano ambiental competente.

En consecuencia, la propuesta de muestreo reflejada en la siguiente imagen deberá entenderse como una base inicial de trabajo susceptible de modificación durante el desarrollo de la investigación detallada.



9.4 PROFUNDIDAD DE MUESTREO

La decisión sobre la profundidad del muestreo dependerá de las condiciones específicas del emplazamiento definidas en base a los objetivos del estudio y a la información de partida. En cualquier caso, aunque durante la planificación del muestreo se defina la profundidad a la que se tomarán las muestras, durante las fases de ejecución de los trabajos de campo ésta podrá modificarse en función de los resultados que se obtengan.

Es imprescindible registrar toda la información durante los trabajos de campo y en especial los siguientes aspectos:

- Presencia de cobertura vegetal o pavimentación: tipos, características, estado de conservación, espesor, etc.
- Características litológicas del perfil del suelo: tipo de materiales (contenido aparente en arcilla, limo, arenas, grava), cambios de litología (lateral y vertical), presencia de materiales de origen antrópico (restos de plásticos, residuos urbanos, etc.).

La profundidad de investigación se ha definido en función del tipo de actividad desarrollada en el emplazamiento, de las características previsibles del subsuelo y de la posible migración vertical de contaminantes.

De manera preliminar, se prevé alcanzar profundidades comprendidas entre 3,0 y 4,0 m bajo superficie, pudiendo ajustarse durante la ejecución de los trabajos en función de las evidencias observadas en campo y de las características litológicas detectadas.

En caso de identificarse indicios organolépticos de afección o condiciones hidrogeológicas de interés, la investigación podrá prolongarse hasta alcanzar niveles sin evidencias aparentes de afección o, en su caso, hasta interceptar el nivel freático.

En todos los puntos de investigación se realizará un reconocimiento continuo del perfil del suelo, registrándose las características litológicas y cualquier evidencia visual u organoléptica de posible afección.

9.5 TIPO DE MUESTRAS

Se prevé la toma de muestras puntuales, dado que el objetivo de la investigación es caracterizar la posible distribución horizontal y vertical de los contaminantes en el emplazamiento e identificar potenciales focos de afección.

De manera preliminar, en cada punto de investigación se contempla la obtención de:

- 1 muestra superficial (0–0,5 m)
- 1 muestra intermedia (~1–2 m)
- 1 muestra en profundidad (~3–4 m o zona de interés)

La profundidad y número definitivo de muestras podrá ajustarse en función de la litología observada, de las características del terreno y de las evidencias visuales u organolépticas detectadas durante la ejecución de los trabajos.

No se prevé la toma de muestras compuestas, al considerarse prioritario identificar posibles focos puntuales de afección y definir adecuadamente la distribución espacial de los contaminantes.

En consecuencia, se opta por la toma de muestras individuales a distintas profundidades en cada punto de investigación, con el fin de garantizar una adecuada caracterización del subsuelo.

Con el fin de contar con un valor de referencia interno al emplazamiento, se obtendrá **una muestra de blanco ambiental** en una zona de la parcela donde, según la información preliminar, no se esperen afecciones. Este punto se validará durante la visita de campo, una vez evaluadas las condiciones reales del terreno.

El blanco ambiental se define como una muestra obtenida en una zona del emplazamiento donde, según la información disponible, no exista influencia directa de la actividad potencialmente contaminante. Su función es proporcionar **un valor de referencia interno** que permita diferenciar las concentraciones atribuibles a las condiciones naturales del entorno de aquellas asociadas a la actividad histórica desarrollada. El blanco ambiental no constituye un objetivo de calidad del suelo ni un nivel a alcanzar en caso de recuperación, sino un punto de comparación que facilita la interpretación de resultados y la posterior evaluación de riesgos.

En caso de que durante la ejecución de los trabajos de campo se constate que la totalidad de la parcela presenta indicios de afección, no será posible establecer un blanco ambiental interno representativo de las condiciones naturales del suelo. En tal situación, la interpretación de resultados se realizará tomando como referencia los valores establecidos en la normativa aplicable (Niveles Genéricos de Referencia u otros valores marco), así como datos geológicos y ambientales de carácter regional, justificando la ausencia de un punto de fondo dentro del propio emplazamiento.

Los resultados analíticos que se obtengan en la presente investigación describirán exclusivamente el estado actual del subsuelo del emplazamiento y no deben considerarse un blanco preoperacional. Este último únicamente se establece con carácter previo al inicio de una nueva actividad con el fin de disponer de un valor base para el seguimiento futuro, finalidad distinta de la investigación detallada asociada a la antigua instalación de fabricación de hormigón.

9.6 PARÁMETROS ANALÍTICOS

En base a la actividad desarrollada (hormigonera), se propone analizar los siguientes parámetros:

Parámetros generales

- pH
- Conductividad
- Materia orgánica

Contaminantes inorgánicos

- Metales pesados:
 - o Cr, Ni, Pb, Zn, Cu, Cd
- Sulfatos

Contaminantes orgánicos

- Hidrocarburos totales del petróleo (TPH)
- Aceites y grasas

Opcional (según criterio):

- BTEX (si indicios de combustibles)
- HAP
- Fenoles

9.7 MÉTODOS DE MUESTREO

Los trabajos de campo se llevarán a cabo mediante:

- Sondeos mecánicos.
- Calicatas, en zonas accesibles.

Durante la ejecución se realizará:

- Descripción litológica del perfil.
- Registro de evidencias organolépticas.
- Identificación de materiales antrópicos.

9.8 CONTROL DE CALIDAD

Se implementarán medidas de control de calidad consistentes en:

- Toma de blancos y duplicados (según plan de calidad).
- Uso de material limpio y descontaminado.
- Registro completo de cada punto de muestreo.
- Cadena de custodia de las muestras.

10. MEDIDAS DE SEGURIDAD Y SALUD

10.1 CONSIDERACIONES GENERALES

La ejecución de los trabajos de investigación de la calidad del suelo en el emplazamiento objeto de estudio conlleva la posible exposición a riesgos de diversa naturaleza, tanto derivados de la presencia potencial de contaminantes en el suelo como de las propias actividades de campo (sondeos, calicatas, tránsito de maquinaria, etc.).

Dado que se trata de una parcela que ha albergado una actividad potencialmente contaminante y actualmente se encuentra desmantelada, se considera necesario establecer medidas específicas de prevención para garantizar la seguridad del personal técnico y de terceros.

10.2 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Los riesgos identificados a continuación corresponden a escenarios potenciales asociados tanto a la actividad histórica desarrollada en el emplazamiento como a las labores previstas de investigación del subsuelo.

Su inclusión responde a criterios preventivos y de planificación de la seguridad, no implicando necesariamente la existencia real o simultánea de todos ellos en el ámbito de estudio.

Riesgos químicos

- Posible contacto con suelos potencialmente afectados por hidrocarburos, aceites o metales.
- Inhalación de vapores o partículas en suspensión.
- Presencia potencial de compuestos irritantes o tóxicos.

Riesgos físicos

- Caídas al mismo o distinto nivel (terreno irregular, zanjas, calicatas)
- Golpes o atrapamientos durante la ejecución de sondeos.
- Presencia de restos de estructuras o materiales abandonados.

Riesgos mecánicos

- Interacción con maquinaria de perforación o movimiento de tierras.

- Proyección de partículas.

Riesgos por servicios enterrados

- Posible presencia de conducciones (eléctricas, agua, gas).
- Interferencias durante la ejecución de sondeos.

Riesgos ambientales

- Exposición a condiciones meteorológicas adversas.
- Generación de polvo durante los trabajos.

10.3 MEDIDAS PREVENTIVAS

Con el fin de minimizar los riesgos identificados, se adoptarán las siguientes medidas:

Organización y planificación

- Evaluación previa de riesgos antes del inicio de los trabajos.
- Señalización y delimitación de las zonas de trabajo.
- Coordinación entre equipos de campo.

Equipos de protección individual (EPI)

El personal deberá disponer, como mínimo, de:

- Casco de seguridad.
- Botas de seguridad.
- Guantes adecuados al tipo de contaminante.
- Gafas de protección.
- Chaleco reflectante.
- Mascarilla o protección respiratoria (si procede)

Procedimientos de trabajo seguro

- Prohibición de comer, beber o fumar en la zona de trabajo.
- Lavado de manos tras manipulación de muestras.

- Uso de herramientas y equipos en correcto estado.
- Control de accesos a la zona de trabajo.

Control de atmósferas peligrosas

En caso necesario:

- Uso de detectores de gases.
- Evaluación previa de espacios confinados (si los hubiera).

Detección de servicios enterrados

Antes de la ejecución de sondeos:

- Revisión de planos disponibles.
- Uso de detectores de servicios.
- Confirmación visual del terreno.

10.4 GESTION DE EMERGENCIAS

Se establecerán medidas básicas de actuación ante situaciones de emergencia:

- Disponibilidad de botiquín de primeros auxilios.
- Identificación de centros sanitarios cercanos.
- Teléfonos de emergencia accesibles.
- Designación de un responsable de seguridad.

10.5 CUMPLIMIENTO NORMATIVO

Los trabajos se desarrollarán conforme a la normativa vigente en materia de prevención de riesgos laborales, en particular:

- Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales
- Real Decreto 1627/1997



11. CONCLUSIONES

La ausencia de visita al emplazamiento y de datos analíticos impide definir en esta fase la existencia, naturaleza y alcance de posibles afecciones del subsuelo. El presente estudio establece un marco metodológico, un modelo conceptual preliminar y un programa de investigación adecuado tanto a la actividad histórica del emplazamiento como al nivel de incertidumbre actual. La ejecución de los trabajos de campo permitirá:

- Caracterizar litológica y estratigráficamente el subsuelo.
- Verificar la presencia o ausencia de nivel freático.
- Identificar indicios organolépticos o materiales antrópicos.
- Obtener datos representativos para la evaluación de la calidad del suelo y, en su caso, para el Análisis de Riesgos.

El modelo conceptual y la estrategia de muestreo serán revisados y ajustados en función de las evidencias observadas en el terreno, garantizando una caracterización adecuada conforme a la normativa vigente.