

PROTOCOLO PARA LAS ACTUACIONES DE PROTECCIÓN DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS FRENTE A LA CONTAMINACIÓN PUNTUAL

Protección de las aguas subterráneas frente a la contaminación puntual



Septiembre de 2025

PROTOCOLO PARA LAS ACTUACIONES DE PROTECCIÓN DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS FRENTE A LA CONTAMINACIÓN PUNTUAL

Elaborado por:



DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA

Septiembre de 2025

Catálogo de publicaciones del Ministerio: <https://www.miteco.gob.es/es/ministerio/servicios/publicaciones/>

Catálogo general de publicaciones oficiales: <https://cpage.mpr.gob.es/>

Título:

PROTOCOLO PARA LAS ACTUACIONES DE PROTECCIÓN DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS FRENTE A LA CONTAMINACIÓN PUNTUAL

Edición Septiembre 2025

Fotografía de cubierta

Río Sella, Confederación Hidrográfica del Duero.



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN
ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Edita:

© SUBSECRETARÍA

Gabinete Técnico

NIPO en línea: 665-25-057-0

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	8
2	ÁMBITO DE APLICACIÓN	9
3	REQUISITOS PARA LA ACREDITACIÓN COMO ECAH	9
3.1	REQUISITOS ADMINISTRATIVOS	10
3.2	REQUISITOS TÉCNICOS GENERALES	10
4	DEFINICIONES	11
5	IDENTIFICACIÓN DE LAS ACTUACIONES DE PROTECCIÓN DE LAS AA. SS.	15
6	DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA	16
7	ABREVIATURAS	17
ANEXO I: INVESTIGACIÓN DE LA AFECCIÓN		20
1	ALCANCE	20
2	CONSIDERACIONES	20
3	REQUISITOS ESPECÍFICOS DE ACREDITACIÓN (ECAH). MEDIOS HUMANOS	21
4	CONTENIDO DE LOS ESTUDIOS DE CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL	21
4.1	INTRODUCCIÓN	22
4.2	RESUMEN DEL ESTUDIO	23
4.3	GEOLOGÍA	23
4.4	HIDROGEOLOGÍA	23
4.4.1	Hidrogeología regional	24
4.4.2	Hidrogeología local	24
4.4.3	Funcionamiento hidrogeológico local	25
4.4.4	Mapa hidrogeológico de detalle	26
4.4.5	Inventario de puntos de agua	26
4.4.6	Modelo conceptual de funcionamiento hidrogeológico del emplazamiento	26
4.5	DETERMINACIÓN DE LOS RECEPTORES SENSIBLES DE LA CONTAMINACIÓN	26
4.6	CARACTERIZACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN	27
4.6.1	Estudio histórico y actual del emplazamiento	28
4.6.2	Establecimiento de parámetros inestables in situ	29
4.6.3	Caracterización analítica y medioambiental de las aguas subterráneas y del acuífero potencialmente afectado	29
4.6.4	Determinación del área potencialmente afectada	32
4.6.5	Posible evolución y comportamiento de la contaminación en el subsuelo	33
4.7	DISCUSIÓN Y PLANTEAMIENTO DE ACTUACIONES	33
4.7.1	Análisis global de la problemática de la afección al subsuelo	33
4.7.2	Análisis conceptual y discusión preliminar de actuaciones y técnicas de remediación	33
4.7.3	Plan de vigilancia y monitoreo	34
ANEXO II: EVALUACIÓN DE RIESGOS Y CÁLCULO DE VOD		35
1	ALCANCE	35
2	CONSIDERACIONES	35
3	REQUISITOS ESPECÍFICOS DE ACREDITACIÓN (ACR). MEDIOS HUMANOS	36
4	DESARROLLO DE UN ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGOS	36
4.1	METODOLOGÍA DEL ACR	36
4.2	FASES DEL ACR	38
4.2.1	Formulación del problema (Modelo conceptual del emplazamiento)	38
4.2.2	Evaluación de la exposición	40
4.2.3	Evaluación de la toxicidad	41
4.2.4	Caracterización del riesgo	41

4.2.5	Análisis de incertidumbre y análisis de sensibilidad.....	42
4.2.6	Cálculo de valores objetivo de descontaminación (VOD).....	42
5	CONTENIDO MÍNIMO DEL INFORME	44
	ANEXO III: PROCESO DE DESCONTAMINACIÓN.....	46
1	ALCANCE.....	46
2	CONSIDERACIONES	47
3	REQUISITOS ESPECÍFICOS DE ACREDITACIÓN (ECAH). MEDIOS HUMANOS	48
4	CONTENIDO DEL PROYECTO DE DESCONTAMINACIÓN	48
4.1	ANTECEDENTES Y ALCANCE DEL PROYECTO	49
4.2	BASES UTILIZADAS PARA EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE CORRECCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN, SANEAMIENTO O DESCONTAMINACIÓN	49
4.3	DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS DE TRATAMIENTO	49
4.4	EJECUCIÓN DEL PROYECTO	50
4.5	PROGRAMA DE MONITORIZACIÓN Y SEGUIMIENTO	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Diagrama de flujo sobre protección de las AA.SS.	15
Figura 2.	Contenido del ECDA y del estudio de caracterización preliminar.....	22
Figura 3.	Metodología RBCA para el Análisis Cuantitativo de Riesgos.	37
Figura 4.	Metodología para el Análisis Cuantitativo de Riesgos conforme al RD 849/1986.....	38
Figura 5.	Medios a tener en cuenta en un análisis de riesgos.....	39
Figura 6.	Diagrama del proceso de descontaminación.....	46
Figura 7.	Contenido del proyecto de descontaminación	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Tabla 1.	Actuaciones de protección de las AASS frente a la contaminación puntual.....	16
Tabla 2.	Criterios de estabilización durante el desarrollo.....	31

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El 31 de agosto de 2023 se aprobó Real Decreto 665/2023, de 18 de julio, *por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por Real Decreto 849/1986, de 11 de abril; el Reglamento de la Administración Pública del Agua, aprobado por Real Decreto 927/1988, de 29 de julio; y el 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.*

Las entidades colaboradoras de la administración hidráulica (en adelante ECAH), quedan reguladas en el artículo 255 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico (en adelante RDPH), que las define como aquellas entidades que, “en virtud del título correspondiente, están habilitadas para certificar el cumplimiento de las obligaciones prescritas por la administración hidráulica sobre volúmenes o caudales extraídos, instalaciones y actividades en materia de control, vigilancia y protección del dominio público hidráulico y de la calidad de las aguas en general, así como en materia de control de la seguridad de presas y embalses”.

En dicho artículo 255 se indica que, “si las actividades requeridas son evaluaciones de conformidad, distintas a laboratorios, será necesaria la acreditación de la Entidad Nacional de Acreditación o de cualquier otro Organismo Nacional de Acreditación designado de acuerdo con lo establecido en el Reglamento (CE) nº 765/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de julio de 2008, de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO/IEC 17020: Evaluación de la conformidad. Requisitos para el funcionamiento de diferentes tipos de organismos que realizan la inspección o la norma que en el futuro la sustituya”.

En lo que se refiere a la contaminación puntual de las aguas subterráneas, el artículo 272 bis del RDPH, establece que la administración hidráulica competente podrá exigir que los estudios de caracterización ambiental y los análisis cuantitativos de riesgos, sean elaborados por ECAH. Asimismo, el artículo 272 ter, 272 quater y 273 bis establecen que los proyectos de descontaminación, así como los informes de finalización de los proyectos de descontaminación, sean elaborados preceptivamente por ECAH.

La Orden TED/739/2025, de 19 de junio, por la que se desarrolla el régimen jurídico de las entidades colaboradoras de la administración hidráulica en materia de aprovechamientos y protección de las aguas del dominio público hidráulico, regula el régimen jurídico de las ECAH y establece las condiciones para la obtención y mantenimiento del título de ECAH, así como las condiciones de funcionamiento y control y los procedimientos que estas deben seguir para garantizar el cumplimiento de obligaciones ante la administración hidráulica mediante ensayos, muestreos, verificaciones y controles. Asimismo, moderniza y actualiza a su predecesora, la Orden MAM/985/2006, de 23 de marzo, en relación con los requisitos, funciones y atribuciones de las ECAH, ajustándolas a los nuevos tiempos, en los que la necesidad de una garantía de calidad en materia de aguas, y en particular, en materia de aguas subterráneas, se hace cada vez más patente.

Así, esta Orden Ministerial TED/739/2025 responde a la obligación de garantizar la competencia técnica de las ECAH cuando actúan ante la administración hidráulica en el ámbito de la contaminación puntual de las aguas subterráneas. Es en este marco en el que se desarrolla el presente *Protocolo para las actuaciones de protección de la calidad de las aguas subterráneas frente a la contaminación puntual*, que deberá ser aplicado

por las ECAH, cuya competencia técnica tendrá que estar acreditada conforme a la norma UNE-EN ISO/IEC 17020, siguiendo el esquema habitual de aseguramiento de la calidad de las actuaciones de una entidad.

De forma complementaria, se pretende dotar a las Confederaciones Hidrográficas (CC. HH.) y a la Dirección General del Agua (DGA) con herramientas útiles para la planificación y ejecución de la labor inspectora que la normativa les otorga, sin olvidar a las Comunidades Autónomas (CC. AA.) afectadas, responsables de la protección de los suelos.

Los objetivos perseguidos con la elaboración del este protocolo son:

Establecer requisitos mínimos para garantizar la solvencia técnica de las ECAH dentro de sus actuaciones como Organismo de Inspección, incluyendo requisitos de cualificación y formación del personal.

Disponer de un instrumento documental adecuado cuyo cumplimiento por parte de las ECAH garantice la calidad de las actuaciones en materia de protección de aguas subterráneas del RDPH frente a la contaminación puntual.

E igualmente en las actividades de protección de las aguas subterráneas frente a la contaminación puntual, armonizar las actividades de las ECAH mediante la definición de los requisitos y criterios técnicos que deben tenerse en cuenta.

Este protocolo debe ser un documento vivo que se revise en función de los distintos criterios legales nuevos que puedan aparecer con respecto a la protección de la calidad de las aguas subterráneas frente a la contaminación puntual u otros preceptos legales que afecten a este ámbito. Asimismo, este documento podrá ser revisado periódicamente si el avance y del conocimiento técnico en la materia así lo requiriera.

2 ÁMBITO DE APLICACIÓN

El presente protocolo es de aplicación a las labores de apoyo a la administración hidráulica que realizan las ECAH en materia de protección de la calidad de las aguas subterráneas frente a la contaminación puntual, de acuerdo con lo establecido en el TRLA, en el RDPH y en la Orden TED/739/2025, de 19 de junio, por la que se desarrolla el régimen jurídico de las entidades colaboradoras de la administración hidráulica en materia de aprovechamientos y protección de las aguas del dominio público hidráulico.

3 REQUISITOS PARA LA ACREDITACIÓN COMO ECAH

Las ECAH realizan actos y emiten certificados e informes que son utilizados por la administración para la toma de decisiones, así como para la valoración del estado ambiental de las aguas subterráneas en relación con la contaminación puntual.

Para asegurar la eficacia y confiabilidad de las acciones emprendidas por las ECAH en el ámbito del RDPH y para la obtención del título de ECAH, se requiere acreditar previamente la concurrencia de los requisitos mínimos que se detallan en los siguientes apartados. Todo lo que se expone a continuación está dirigido a Organismos de Inspección y, en particular, para el ámbito de “Hidrogeología y contaminación de las aguas subterráneas” (Opción OI.3 del Anexo I de la en la Orden TED/739/2025, de 19 de junio, por la que se

desarrolla el régimen jurídico de las entidades colaboradoras de la administración hidráulica en materia de aprovechamientos y protección de las aguas del dominio público hidráulico,).

3.1 REQUISITOS ADMINISTRATIVOS

Para la obtención del título de ECAH en el campo de la protección de la calidad de las aguas subterráneas serán aplicables los requisitos administrativos establecidos en el artículo 255 del RDPH y en el artículo 5 de la Orden TED/739/2025, de 19 de junio, por la que se desarrolla el régimen jurídico de las entidades colaboradoras de la administración hidráulica en materia de aprovechamientos y protección de las aguas del dominio público hidráulico.

Podrá optar cualquier entidad pública o privada con personalidad jurídica propia, con plena capacidad de obrar, y solvencia económica y financiera. La capacidad de obrar se acreditará en los términos que establece el artículo 84 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, y la solvencia económica y financiera conforme al artículo 87 de la misma Ley.

Deben disponer de un contrato de seguro de responsabilidad civil, aval u otra garantía financiera formalizada con entidad autorizada, que deberá cubrir la responsabilidad profesional celebrado en la forma y condiciones que establece el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas aprobado por Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, con una entidad aseguradora autorizada para operar en el ramo de responsabilidad civil, que no podrá ser inferior a 600.000 euros, debiendo actualizarse cada dos años de acuerdo con el incremento del IPC.

Independencia e imparcialidad ante cualquier persona física o jurídica que requiera de sus servicios o sea parte interesada en el desarrollo de los trabajos, no pudiendo estar sometidos a ninguna presión financiera o de otro tipo que desvirtúe o ponga en duda el rigor técnico de sus dictámenes, certificaciones o informes. Para ello, se deberá acreditar el cumplimiento de los requisitos de neutralidad e independencia fijados en la norma UNE-EN ISO/IEC 17020.

La Dirección General del Agua podrá solicitar, en todo momento, la información y pruebas necesarias para comprobar la existencia o no de un conflicto de interés.

3.2 REQUISITOS TÉCNICOS GENERALES

De acuerdo con el artículo 6 de la Orden TED/739/2025, de 19 de junio, por la que se desarrolla el régimen jurídico de las entidades colaboradoras de la administración hidráulica en materia de aprovechamientos y protección de las aguas del dominio público hidráulico, y sin perjuicio de lo que en la misma se recoja, a continuación, se detallan los requisitos técnicos generales para la obtención del título de ECAH, y en los anexos de este documento se establecen los procedimientos técnicos mínimos exigidos para la realización de las distintas actividades dentro de los ámbitos de su competencia.

1. La entidad deberá contar con acreditación emitida por un organismo nacional de acreditación perteneciente a alguno de los Estados miembros de la Unión Europea conforme al Reglamento (CE) nº 765/2008, que garantice el cumplimiento de las normas pertinentes en función de las actividades requeridas. En el caso de habilitación como Organismo de Inspección, según los requisitos de la Norma UNE-EN ISO/IEC 17020, o la que en un futuro la sustituya.

2. Los procedimientos acreditados deberán ser conformes con los procedimientos ECAH de la Dirección General del Agua, entendiendo como tales las Órdenes, protocolos, normas, instrucciones o equivalente aprobado por la Dirección General del Agua o Secretaría de Estado de Medio Ambiente para la realización de las actividades de ensayo, evaluación o verificación previstas en esta orden (anexo I Orden TED/739/2025, de 19 de junio).

En ausencia de Procedimientos ECAH, y tal y como se indica en el anexo I de la citada Orden, se emplearán procedimientos basados en normas internacionales, regionales o nacionales publicadas por organismos técnicos reconocidos, aceptándose únicamente procedimientos internos sin base explícita en una norma oficial, si se justifica la inexistencia de ésta.

Según la Orden TED/739/2025, de 19 de junio, hasta la publicación de Procedimientos ECAH relacionados con la contaminación de aguas subterráneas, solo podrán actuar como ECAH las entidades de inspección acreditadas conforme a la Norma UNE-EN ISO/IEC 17020 en el ámbito de inspección de "Suelos y aguas subterráneas asociadas". Asimismo, Cuando la Dirección General del Agua publique un nuevo procedimiento ECAH para realizar una actividad, las entidades dispondrán de 18 meses para incluirlo en su acreditación y solicitar la revisión de título habilitante.

4 DEFINICIONES

De acuerdo con las definiciones establecidas en el artículo 1bis y el artículo 272 y siguientes del RDPH, el RDL 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas (TRLA), la Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europea (Directiva Marco del Agua o DMA), así como con las que se encuentran establecidas en otras normas técnicas, manuales de referencia o en bibliografía especializada, y a efectos de este protocolo, se establecen las siguientes definiciones y conceptos

Acuífero (Def. TRLA): Una o más capas subterráneas de roca o de otros estratos geológicos que tienen la suficiente porosidad y permeabilidad para permitir ya sea un flujo significativo de aguas subterráneas o la extracción de cantidades significativas de aguas subterráneas.

Acuífero contaminado: Acuífero cuyas aguas subterráneas y/o suelos han sufrido una alteración negativa de su calidad como consecuencia de la entrada de contaminantes a su interior.

Un acuífero puede presentar mala calidad por causas naturales cuando sus suelos contienen originalmente compuestos o elementos contaminantes debido a su origen geológico (causas no antrópicas, por ejemplo, yacimientos de minerales metálicos, radioactivos, etc), o cuando el flujo del agua subterránea disuelve compuestos que se encuentran de forma natural en el suelo (por ejemplo, arsénico, fluoruros), causando un deterioro de sus propiedades. Este escenario está expresamente excluido en la definición de contaminación puntual y, por lo tanto, del ámbito de aplicación del RDPH al no tener origen antrópico.

Por el contrario, cuando la contaminación tiene un origen antrópico debido a la actividad humana, tiene la consideración de contaminación no natural, siendo objeto de evitación, y en su caso, de investigación, evaluación, y corrección.

Aguas subterráneas (Def. DMA y TRLA): Todas las aguas que se encuentran bajo la superficie del suelo en la zona de saturación y en contacto directo con el suelo o el subsuelo.

Análisis cuantitativo de riesgos (ACR) (Artículo 1 bis RDPH): Proceso de evaluación de la contaminación en el subsuelo, cuyo objetivo es determinar desde el punto de vista cuantitativo el riesgo o riesgos que la misma supone para los bienes a proteger tales como poblaciones humanas, ecosistemas, bienes u otros recursos, de acuerdo con las características específicas del caso.

El ACR es el procedimiento técnico de cálculo y cuantificación de los riesgos potenciales que una contaminación en el subsuelo puede generar para los posibles receptores potenciales de la misma.

Contaminante (Artículo 1 bis RDPH): Cualquier sustancia que pueda causar contaminación, y en particular, las que figuran en el Anexo II del RDPH.

Contaminación (Def. DMA): La introducción directa o indirecta, como consecuencia de la actividad humana, de sustancias o calor en la atmósfera, el agua o el suelo, que pueden ser perjudiciales para la salud humana o para la calidad de los ecosistemas acuáticos, o de los ecosistemas terrestres que dependen directamente de ecosistemas acuáticos, y que causen daños a los bienes materiales o deterioren o dificulten el disfrute y otros usos legítimos del medio ambiente

Contaminación puntual de las aguas subterráneas (Artículo 1 bis RDPH): Toda alteración negativa de la calidad de las aguas que se encuentren contenidas, independientemente de su cantidad, en un acuífero, porción de acuífero, suelo, subsuelo, sustrato o material geológico, y cuya afección tenga un foco o focos de origen antrópico concretos e identificables, pudiendo producir una pluma o penacho de contaminantes debido al movimiento de las aguas subterráneas, y siendo susceptible de generar riesgos potenciales para las personas, los bienes, los ecosistemas o el medio ambiente en general.

Entidad colaboradora de la administración hidráulica (ECAH) (Artículo 255.1 RDPH): Son entidades colaboradoras de la administración hidráulica las que, en virtud del título correspondiente, están habilitadas para certificar el cumplimiento de las obligaciones prescritas por la administración hidráulica sobre volúmenes o caudales extraídos, instalaciones y actividades en materia de control, vigilancia y protección del dominio público hidráulico y de la calidad de las aguas en general, así como en materia de control de la seguridad de presas y embalses.

Emplazamiento (a efectos de contaminación puntual de las aguas subterráneas): Ubicación geográfica concreta y determinable del lugar donde se ha producido la contaminación puntual, formado por todas aquellas fincas catastrales donde se encuentre el foco o focos de contaminación, con las siguientes consideraciones:

Se considerará como emplazamiento contaminado, a aquella o aquellas fincas o parcelas catastrales donde se ubique el foco o focos de contaminación, pudiendo estar ocupadas dichas parcelas por instalaciones industriales (o de otra índole), o bien libre de ellas. En el caso de que, debido a su extensión, el foco o focos estuvieran ubicados en varias fincas catastrales distintas, se considerarán varios los emplazamientos contaminados.

Por defecto se considerará emplazamiento a la finca o fincas catastrales donde se encuentre el foco o focos de contaminación. No obstante, para los casos en los que la superficie de la finca catastral donde se ubique el emplazamiento sea superior a 1 ha, cuando se disponga de información técnica que permita la delimitación concreta del foco o focos de contaminación dentro de la misma, de manera excepcional, la administración hidráulica, en función de la problemática, la gravedad, alcance e intensidad de la contaminación, así como su posible impacto y riesgos potenciales, podrá establecer que el emplazamiento quede definido por dicha delimitación referida al foco. En tal caso, para determinar si la contaminación excede los límites del emplazamiento, se considerará esta nueva delimitación referida al foco.

Cuando se produzca la reparcelación, segregación, parcelación, agrupación o cualquier otra mutación jurídico-real de grandes terrenos o emplazamientos industriales y los límites del emplazamiento del emplazamiento (parcela catastral) y sus límites sean objeto de modificaciones, respecto a la valoración de la afección, se considerará el emplazamiento en base a su estado previo a la subdivisión mutación jurídico-real, independientemente de que posteriormente puedan realizarse los oportunos estudios para establecer el estado preoperacional de las futuras actividades

Fase libre o fase líquida no acuosa (Artículo 1 bis RDPH): Líquido mayoritariamente inmiscible en agua que en procesos de contaminación de aguas subterráneas constituye una capa diferenciada de la misma debido a su inmiscibilidad, pudiendo constituir un foco activo de contaminación. En función de su densidad, y de otras características dinámicas de la fase libre, se diferencian los siguientes tipos de líquidos no acuosos:

Fase líquida no acuosa ligera (LNAPL, Light Non-Aqueous Phase Liquid).

Fase líquida no acuosa densa (DNAPL, Dense Non-Aqueous Phase Liquid), con una densidad mayor que la del agua.

Fase no acuosa en migración: fase que puede expandirse lateral o verticalmente y alcanzar zonas previamente no impactadas. Es necesario proceder a la contención de su expansión y posterior retirada y/o gestión hasta donde sea técnica y económica viable.

Fase no acuosa móvil: NAPL presente a una saturación lo suficientemente alta como para estar interconectada hidráulicamente en los espacios porosos del suelo o acuífero, y es móvil, de tal manera que puede acumularse en los puntos de control. La fase no acuosa móvil es potencialmente recuperable hidráulicamente, pero la capacidad de recuperación depende de varios factores físicos.

Fase no acuosa residual: fase no acuosa discontinua e inmóvil bajo condiciones prevalecientes, su transmisividad es insignificante. Se produce cuando la saturación es lo suficientemente baja como para que las NAPL ocupen una fracción de los espacios porosos.

Foco de contaminación puntual (Artículo 1 bis RDPH): Se denomina foco de contaminación puntual a la causa original de la contaminación presente en uno o varios medios, o ámbito físico en el que se localizan las concentraciones más elevadas de sustancias contaminantes en el subsuelo.

Para definir el foco o los focos del emplazamiento se identificarán en detalle las áreas con presencia de sustancias contaminantes, tanto en suelo como en aguas subterráneas. El foco se delimitará teniendo en cuenta las concentraciones de contaminantes y su distribución, tanto en extensión como en profundidad.

La delimitación y delimitación deberá quedar justificada analítica y gráficamente, incluyendo un plano del emplazamiento que contendrá los mapas de isoconcentración o de distribución de contaminantes para su justificación. Cuando la contaminación sea multicompuesto, se considerará como foco al área más extensa de todos los focos establecidos para cada compuesto.

Pluma o penacho de contaminación (referido a las aguas subterráneas): Masa o volumen de agua contaminada que se propaga por flujo, transporte, difusión y dispersión hidrodinámica, entre otros procesos. Su forma es de una pluma o penacho, desde un foco específico y a favor del flujo natural o influenciado de las aguas subterráneas.

Procedimiento o Protocolo ECAH: Protocolo, norma o equivalente aprobado por la Dirección General del Agua o la Secretaría de Estado de Medio Ambiente para la realización de las actividades de ensayo, evaluación de conformidad o verificación.

Responsable de la contaminación (Artículo 1 bis RDPH): Se considera responsable de la contaminación al **causante** de ésta. Cuando sean varios responsables, responderán de la forma que establezcan las normas legalmente aplicables.

En caso de que no se pueda identificar al causante de la contaminación, se aplicarán los preceptos establecidos en los artículos 9 y siguientes de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental (en adelante, “LRM”), considerándose responsable al operador. El operador es la persona que desempeña una actividad económica o profesional, que controla dicha actividad, o tiene un poder económico determinante sobre su funcionamiento técnico *en* el lugar del suceso. Serán responsables solidarios (art. 13 LRM) los colaboradores (art. 42.2 de la Ley 58/2003, de 17 de diciembre, General Tributaria) y los responsables subsidiarios (art. 13 LRM), incluidos los sucesores (art. 12 LRM).

Riesgo generado por contaminación puntual de aguas subterráneas (Artículo 1 bis RDPH): Probabilidad de que, tras el contacto de un contaminante presente en el subsuelo con las aguas subterráneas, se produzcan efectos adversos para la salud de las personas, los bienes, los ecosistemas o el medio ambiente. Al riesgo generado por contaminación puntual de las aguas subterráneas se le añadirá el riesgo generado por la presencia de contaminantes en el suelo, calculándose el riesgo total de manera conjunta.

Los riesgos generados por contaminación puntual podrán ser aceptables, o inaceptables: para compuestos cancerígenos se considerará una situación de riesgo aceptable aquella en la que la frecuencia esperada de aparición de cáncer en la población expuesta no exceda de uno por cada cien mil casos; para compuestos no cancerígenos, se considerará riesgo aceptable para cada sustancia cuando el cociente entre las dosis/concentración (en el caso de la vía inhalatoria) de exposición a largo plazo y la dosis/concentración máxima admisible sea inferior a la unidad (Anexo X Parte C RDPH).

Valor Genérico de Referencia de calidad de las aguas subterráneas (VGR) (Artículo 272 bis RDPH): Concentración de contaminante en agua subterránea que permite evaluar la afección producida por la contaminación puntual, estableciéndose para cada sustancia los valores de no riesgo VGNR y los de intervención VGI.

Valor genérico de intervención (VGI) (Artículo 1 bis RDPH): Concentración de una sustancia en el agua subterránea por encima de la cual es previsible que exista un riesgo inaceptable para las personas, los bienes, los ecosistemas o el medio ambiente en general.

Valor genérico de no riesgo (VGNR) (Artículo 1 bis RDPH): Concentración de una sustancia en el agua subterránea por debajo de la cual no es probable que se genere un riesgo inaceptable para las personas, los bienes, los ecosistemas o el medio ambiente en general.

5 IDENTIFICACIÓN DE LAS ACTUACIONES DE PROTECCIÓN DE LAS AA. SS.

Las actuaciones de protección de las aguas subterráneas frente a la contaminación puntual objeto del presente protocolo son variadas y de muy diferentes características, identificándose las siguientes etapas para dar respuesta a la problemática: actuaciones de caracterización, análisis cuantitativo de riesgos, y descontaminación de las aguas subterráneas (en adelante AA.SS.). Además, engloban actuaciones de monitoreo de la calidad del agua subterránea como consecuencia del desarrollo de planes de seguimiento establecidos por cualquier causa.

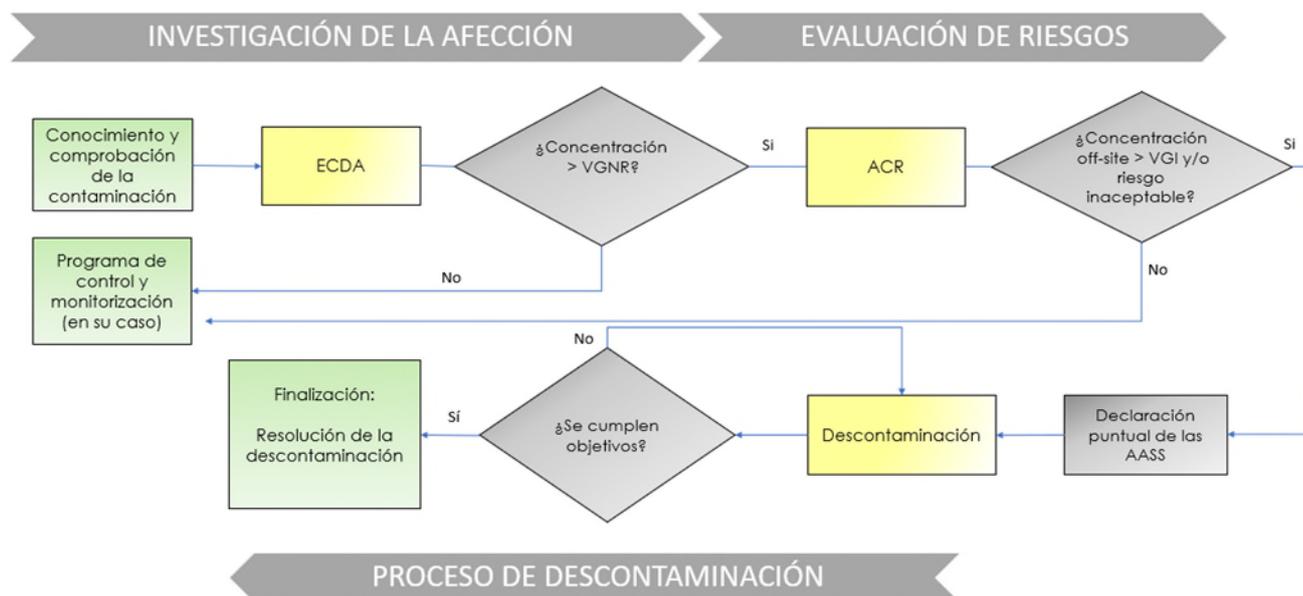


Figura 1. Diagrama de flujo sobre protección de las AA.SS.

Cada una de estas actuaciones desempeñan un papel crucial en la comprensión integral del grado, dimensiones y consecuencias de la afección en emplazamientos, evaluando riesgos de manera cuantitativa, y proponiendo estrategias específicas para la descontaminación. En los anexos de este documento se detalla cada fase (ver igualmente **Tabla 1**), especificando las labores que deben ejecutarse para cada una de ellas.

Es importante destacar que algunas de estas actividades (o incluso algunas de las actuaciones que en ellas se engloban), podrían estar fuera del alcance de la acreditación otorgada bajo los requisitos de la Norma UNE-EN ISO/IEC 17020. Esta situación no eximirá a las ECAH de su realización, aunque sí deberán quedar identificadas en los informes emitidos de forma inequívoca.

En este sentido, el documento de ENAC que incluye las directrices para el uso de marca en informes es el CEA-ENAC-01, y se contempla la posibilidad de incluir las actividades acreditadas en el mismo informe, pero identificando las no acreditadas siguiendo los requisitos del citado documento, sin generar ningún tipo de confusión entre actividades acreditadas y no acreditadas. También se podrían presentar en documentos/informes separados las actividades acreditadas y las no acreditadas, siempre que la información sea coherente y se pueda entender de manera adecuada.

Tabla 1. Actuaciones de protección de las AASS frente a la contaminación puntual

ANEXO	ACTUACIONES DE PROTECCIÓN	INFORMES ASOCIADOS
I	Investigación de la afección	Estudio preliminar y Estudio de caracterización y diagnóstico ambiental (ECDA)
II	Evaluación de riesgos y cálculo de VOD ¹	Análisis cuantitativo de riesgos (ACR)
III	Proceso de descontaminación	Proyecto de descontaminación, informes de seguimiento de la calidad del agua subterránea y certificación final de la descontaminación.

Para la ejecución de los trabajos relativos a la protección de las aguas subterráneas frente a la contaminación puntual para las fases I y II y III, Investigación de la afección, Evaluación de Riesgos y Proceso de descontaminación respectivamente, se seguirán los preceptos especificados en los Anexos I, II y III, del presente protocolo.

6 DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA

ASTM D5092/D5092M-16 (2016). Standard Practice for Design and Installation of Groundwater Monitoring Wells.

CalEPA (California Environmental Protection Agency). 2014. Well Design and Construction for Monitoring Groundwater at Contaminated Sites.

Conceptos básicos en la caracterización de emplazamientos contaminados, 2021. De Miguel, Barrio-Parra, Izquierdo-Díaz, Callaba, García-Rincón.

Guías técnicas regionales de las comunidades autónomas que disponen de ellas.

Junta de Andalucía. Consejería de agricultura, ganadería, pesca y desarrollo sostenible. Dirección General de Calidad Ambiental y Cambio Climático. "Guía para la investigación de suelos potencialmente contaminados". Noviembre 2019.

¹ Valores Objetivo de Descontaminación

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. “Guía de aplicación del nuevo Reglamento del Dominio Público Hidráulico RD 849/1986 - RD 665/2023. Protección de las aguas subterráneas frente a la contaminación puntual”. Junio 2024.

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. “Protocolo de muestreo de aguas subterráneas en emplazamientos contaminados - Protección de las Aguas Subterráneas Frente a la Contaminación Puntual”. Septiembre 2025.

Orden TED/739/2025, de 19 de junio, por la que se desarrolla el régimen jurídico de las entidades colaboradoras de la administración hidráulica en materia de aprovechamientos y protección de las aguas del dominio público hidráulico, Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.

Real Decreto 665/2023, de 18 de julio, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por Real Decreto 849/1986, de 11 de abril; el Reglamento de la Administración Pública del Agua, aprobado por Real Decreto 927/1988, de 29 de julio; y el 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.

Real Decreto 1085/2024, de 22 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de reutilización del agua y se modifican diversos reales decretos que regulan la gestión del agua que modifica algunos aspectos del RD 665/2023.

UNE-EN ISO/IEC 17020:2012. Evaluación de la conformidad. Requisitos para el funcionamiento de diferentes tipos de organismos que realizan la inspección.

USEPA, (U.S. Environmental Protection Agency), 2018. Design and installation of monitoring wells.

7 ABREVIATURAS

AA.SS. Aguas subterráneas.

ACR Análisis Cuantitativo de Riesgos.

COV Compuestos orgánicos volátiles.

DNAPL *Dense Non-Aqueous Phase Liquid* (Fase líquida densa no acuosa).

ECDA Estudio de Caracterización y Diagnóstico Ambiental.

ECAH Entidad Colaboradora de la Administración Hidráulica.

ENAC Entidad Nacional de Acreditación.

ISO Organización Internacional de Normalización.

IPC Índice de Precios de Consumo.

LNAPL *Light Non-Aqueous Phase Liquid* (Fase líquida ligera no acuosa)

OM Orden Ministerial.

RD Real Decreto.

RDPH Reglamento del Dominio Público Hidráulico.

TRLA Texto Refundido de la Ley de Aguas.

UTM Coordenadas Universales Transversales de Mercator.

VGI Valor Genérico de Intervención.

VGNR Valor Genérico de No Riesgo.

VOD Valor Objetivo de Descontaminación.

ANEXOS

ANEXO I: INVESTIGACIÓN DE LA AFECCIÓN

1 ALCANCE

En las actuaciones de investigación de la afección de las AA.SS., de acuerdo con lo establecido en el art. 272 del RDPH, se determinan dos estudios asociados:

Estudios de caracterización y diagnóstico ambiental (ECDA).

Estudios de caracterización preliminar.

El ECDA será requerido por la administración hidráulica una vez comprobada la existencia de contaminación puntual de las aguas subterráneas, estableciéndose un plazo de 6 meses para su presentación o realizado con carácter voluntario por el causante de la afección. Este informe debe permitir evaluar la afección a la calidad de las aguas subterráneas, y establecer su alcance, tipo, extensión, dinámica y problemática.

Excepcionalmente, y previa aprobación de la administración hidráulica, el plazo se ampliará a 12 meses si se presenta en ese tiempo un estudio de caracterización preliminar (art. 272). Así pues, el estudio de caracterización preliminar, aunque de carácter voluntario, presenta interés tanto desde una perspectiva administrativa (posibilita la ampliación de plazo), como técnica (permite contextualizar el emplazamiento y elaborar una hipótesis inicial sobre la naturaleza y la localización de la afección).

En el presente anexo se detalla el alcance mínimo de los mencionados estudios, así como unos requisitos específicos de personal que deben cumplir las entidades acreditadas para dar respuesta a las actuaciones que a continuación se recogen.

2 CONSIDERACIONES

Considerando la estrecha vinculación entre el campo de la contaminación de las aguas subterráneas y el de los suelos asociados, los estudios de caracterización y diagnóstico ambiental deben integrar igualmente las tareas de diseño y ejecución de evaluaciones de la calidad de los suelos de acuerdo con lo requerido en la normativa nacional, *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*, así como en cualquier otra normativa o documento técnico de aplicación existente al respecto a nivel autonómico.

La información recabada durante los trabajos deberá ser suficiente para que, en el caso de ser necesaria la elaboración de un Análisis Cuantitativo de Riesgos, éste se efectúe con las suficientes garantías evitando planteamientos conservadores que puedan ocultar carencias en la información obtenida en la etapa de caracterización.

Asimismo, deberá permitir plantear una discusión preliminar de las actuaciones a llevar a cabo con las mejores técnicas disponibles de descontaminación para, en su caso, la recuperación medioambiental del subsuelo afectado, incluyendo el planteamiento de pruebas piloto.

3 REQUISITOS ESPECÍFICOS DE ACREDITACIÓN (ECAH). MEDIOS HUMANOS

Los estudios de caracterización serán llevados a cabo por personal habilitado y cualificado por la empresa que desarrolle los trabajos según su propio sistema de calidad implantado y acreditado de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO/IEC 17020, donde debe quedar definida y documentada, entre otros, la formación, experiencia y conocimientos necesarios para realizar las actividades incluidas en el alcance de su acreditación, así como las responsabilidades asignadas.

La ECAH debe contar, al menos, con un responsable de estudios de evaluación y diagnóstico ambiental, pudiendo tener así mismo técnicos y auxiliares para realizar, entre otras, las labores de muestreo y toma de datos en campo.

4 CONTENIDO DE LOS ESTUDIOS DE CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL

A continuación, se desarrolla el contenido que deben tener los informes de caracterización y diagnóstico ambiental (ECDA) y, en su caso, de caracterización preliminar, conforme a lo especificado en el anexo X parte A del RDPH (véase igualmente Figura 2), y disponer con ello de un instrumento documental adecuado cuyo cumplimiento armonice las actividades de las ECAH y garantice su calidad.

Se trata de un contenido mínimo que podrá ser ampliado con objeto de integrar las tareas específicas para la evaluación de la calidad de los suelos de acuerdo con lo requerido en el *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*, y en cualquier otra normativa o documentos técnicos autonómicos de aplicación.

ANEXO X. Protección de las aguas subterráneas frente a la contaminación puntual Parte A. Contenido mínimo de los estudios de “caracterización preliminar” y de “caracterización y diagnóstico ambiental”
A) Estudio de caracterización preliminar
El estudio de caracterización preliminar contendrá, al menos, los apartados 1, 2, 3, 4, 5, 6.2, 6.3, 6.5, 7.1, 7.3 del estudio de caracterización y diagnóstico ambiental.
B) Estudio de caracterización y diagnóstico ambiental
1. Introducción 1.1 Datos del interesado 1.2 Antecedentes administrativos 1.3 Relación jurídica con el emplazamiento objeto de la investigación 1.4 Situación geográfica (coordenadas UTM ETRS 89 y mapa topográfico) 1.5 Objetivos del estudio 1.6 Metodología de estudio 1.7 Entidad que ha realizado el estudio
2. Resumen del estudio
3. Geología
4. Hidrogeología 4.1 Hidrogeología regional 4.2 Hidrogeología local 4.3 Funcionamiento hidrogeológico local 4.4 Mapa hidrogeológico de detalle 4.5 Inventario de puntos de agua, pozos, sondeos y manantiales 4.6 Modelo conceptual de funcionamiento hidrogeológico del emplazamiento
5. Determinación de los receptores sensibles potenciales de la contaminación
6. Caracterización de la contaminación.

6.1	Estudio histórico y actual del emplazamiento
6.2	Establecimiento de parámetros inestables in situ
6.3	Caracterización analítica y medioambiental de las aguas subterráneas y del acuífero potencialmente afectado
6.4	Determinación del área potencialmente afectada, incluido en profundidad
6.5	Posible evolución y comportamiento de la contaminación en el subsuelo: modelo conceptual de la afección al subsuelo
7.	Discusión y planteamiento de actuaciones
7.1	Análisis global de la problemática de la afección al subsuelo
7.2	Análisis conceptual y discusión preliminar de las actuaciones y técnicas de remediación más adecuadas
7.3	Plan de vigilancia y monitoreo

Apartados 7.2 y 7.3: no acreditables por la norma UNE-EN ISO/IEC 17020

Figura 2. Contenido del ECDA y del estudio de caracterización preliminar

4.1 INTRODUCCIÓN

En el capítulo 1, Introducción, se debe describir de manera clara y sencilla la motivación del estudio, así como su contexto, e incluir los siguientes subcapítulos de acuerdo con el anexo X, parte A, del RDPH:

Capítulo 1.1. Datos del interesado.

Capítulo 1.2. Antecedentes administrativos.

Capítulo 1.3. Relación jurídica con el emplazamiento objeto de la investigación.

Capítulo 1.4. Situación geográfica (coordenadas UTM ETRS 89 y mapa topográfico).

Capítulo 1.5. Objetivos del estudio.

Capítulo 1.6. Metodología del estudio.

Capítulo 1.7. Entidad que ha realizado el estudio.

Es fundamental para una adecuada introducción del estudio, la claridad y exactitud de los datos del interesado (nombre, dirección postal y contacto), así como de los antecedentes administrativos que puedan tener relación con la investigación de la contaminación puntual de las aguas subterráneas y, si procede, de los suelos. Los requerimientos, autorizaciones, oficios u otros documentos serán mencionados con su referencia correspondiente e incluidos en el informe.

Se incluirán los datos de la persona física o jurídica solicitante del estudio y, en su caso, la relación jurídica del interesado con el emplazamiento (propietario, potencial comprador, etc.), así como los objetivos y metodología del estudio.

Para la correcta ubicación geográfica del emplazamiento objeto de investigación, se indicará la comunidad autónoma, provincia, municipio, calle y número o paraje en el caso de zonas rurales, datos registrales y catastrales, así como las coordenadas UTM (ETRS 89) del centro del emplazamiento, o cualquier otra información útil para su identificación inequívoca. Se presentarán al menos dos planos topográficos a escala adecuada de forma que se defina con exactitud la localización geográfica general en el primero de ellos, y los límites detallados del emplazamiento en el segundo.

Se especificará la entidad que ha realizado el estudio, así como el personal que ha participado en el mismo.

4.2 RESUMEN DEL ESTUDIO

Los estudios de caracterización deben sintetizar su contenido (antecedentes, trabajos realizados, conclusiones y recomendaciones), en un resumen con una extensión orientativa de una o dos páginas, de tal forma que se contextualice y describa la investigación realizada, así como sus conclusiones más relevantes.

4.3 GEOLOGÍA

El estudio geológico contendrá una descripción del contexto geológico general de la zona de estudio. La geología general debe ser completada con la geología local empleando los datos e informaciones obtenidas durante los trabajos de campo en el propio emplazamiento y su entorno.

Generalmente, para la realización del ECDA, o bien se dispondrá de datos recopilados en campañas de campo previas, o bien se realizarán nuevas campañas de perforación para la toma de muestras de suelo (sondeos, catas) y agua subterránea (instalación de piezómetros de control), entre otras actividades de caracterización.

El número y ubicación de los sondeos será planificado de tal manera que se permita una caracterización geológica del emplazamiento, instalándose, por norma general sondeos aguas arriba, desde el punto de vista del flujo subterráneo, del foco o focos de contaminación, y sondeos aguas abajo del éste, así como en las zonas de máxima contaminación previsible y en otras zonas de interés. Todas las áreas potencialmente consideradas focos de contaminación en el emplazamiento deben ser investigadas y caracterizadas desde el punto de vista geológico, hidrogeológico, y de calidad y contaminación.

Se describirá la geología de la zona de estudio, con especificación de los materiales y sus características bajo el emplazamiento y su entorno; potencia estimada y descripción litológica de materiales; mapa geológico sintético de la zona de estudio (escala mínima 1:10.000), incluida leyenda, con una identificación clara de la situación de la zona de actuación; y al menos dos cortes representativos que incluyan, además, los datos más relevantes relacionados con el agua subterránea, como la profundidad del nivel freático.

La descripción de los materiales sobre los que se asienta el área de estudio será minuciosa, e incluirá detalles geológicos relacionados con la estratigrafía, potencia o espesor, tamaño de grano, grado de compactación, la identificación de las unidades tipo representativas presentes, y cualquier otra característica geológica relevante. Será clave diferenciar los materiales de relleno antrópico y del terreno natural.

4.4 HIDROGEOLOGÍA

La comprensión de la hidrogeología del emplazamiento es fundamental para el buen desarrollo, no sólo de las actuaciones de investigación de la afección, sino también de la evaluación de riesgos y del proceso de descontaminación. Debe ofrecer un marco contextual que ponga en situación y describa las masas de agua subterránea (unidades hidrogeológicas) involucradas, y proporcionar información con relación a la presencia y movimiento del agua subterránea asociada a las diferentes unidades estratigráficas o niveles de suelo que puedan ser identificados en el emplazamiento y su entorno. No debe olvidarse que las características hidrogeológicas condicionan un aspecto esencial, el transporte de los contaminantes.

Como se ha mencionado, para la realización del ECDA y la caracterización hidrogeológica del emplazamiento, se realizará, si no existen trabajos previos, una campaña de campo que incluirá la perforación de sondeos para la toma de muestras de suelo, agua subterránea, y la instalación de piezómetros de control, entre otras actividades de caracterización. El número y ubicación de los piezómetros de control instalados, (nunca menor de tres) será el suficiente para caracterizar el acuífero subyacente y determinar sus características, funcionamiento e hidrodinámica, así como, en su caso, su caracterización hidroquímica.

El capítulo de hidrogeología debe incluir, de acuerdo con lo dispuesto en el anexo X del RDPH, los aspectos que se recogen en sucesivos apartados.

4.4.1 Hidrogeología regional

Se definirá el contexto hidrogeológico regional con una breve descripción de las masas de agua subterránea y superficiales implicadas y sus características, así como la situación del emplazamiento respecto de estas. Se incidirá en los aprovechamientos a nivel regional de las masas de agua o acuíferos, y en su vulnerabilidad.

4.4.2 Hidrogeología local

Se describirán las características hidrogeológicas de los materiales sobre los que se desarrolla la actividad. Se deberá contar con la información obtenida de la investigación realizada en el emplazamiento, y en su caso con la información de otros estudios, prestando especial atención a la determinación de la superficie piezométrica y a la distinción de los diferentes niveles existentes en el perfil y a sus propiedades hidráulicas. Se especificará si se trata de materiales detríticos granulares, sustrato rocoso, etc. y si estos constituyen acuífero, acuitardo, acuícludo, y si es libre, semiconfinado o confinado.

Se indicarán, al menos, los siguientes parámetros básicos de importancia para la valoración del transporte de los contaminantes: profundidad del nivel freático, permeabilidad, transmisividad, porosidad/coeficiente de almacenamiento, y velocidad estimada de flujo subterráneo del agua (diferente de la velocidad de transporte de contaminantes, no aplicable en este caso).

Para la determinación de las propiedades hidráulicas fundamentales de los materiales, salvo causas debidamente justificadas, se ejecutarán ensayos hidráulicos *in situ* tratando de evitar aquellos que impliquen la introducción de agua en el medio (ensayos de tipo *Lefranc* o *Lugeon*), con objeto de minimizar su alteración. Se priorizarán ensayos tipo *slug* para medios de baja permeabilidad, y ensayos de bombeo convencionales para medios más transmisivos. Será igualmente admisible la estimación de algunas propiedades hidráulicas mediante ensayos de laboratorio (porosidad, permeabilidad), y en caso de imposibilidad técnica argumentada de obtención de datos en campo, de forma indirecta a través de la interpretación de ensayos de granulometría y/o bibliografía.

En caso de presencia de contaminantes más densos que el agua (hidrocarburos clorados, creosotas, aceites térmicos, etc.), será necesario comprobar hasta dónde han podido profundizar, si bien se han de extremar las precauciones para no arrastrar la contaminación hacia niveles inferiores.

4.4.3 Funcionamiento hidrogeológico local

Se profundizará en el funcionamiento hidrogeológico y en la hidrodinámica subterránea del emplazamiento determinándose los siguientes aspectos:

Dirección de flujo subterráneo y gradiente hidráulico. El establecimiento de la dirección de flujo subterráneo (incluso la componente vertical -flujos ascendentes o descendentes- en emplazamientos complejos), así como la velocidad estimada de flujo subterráneo del agua (diferente de la velocidad de transporte de contaminantes, no aplicable en este caso) y el gradiente hidráulico, es fundamental en la investigación de la afección de las aguas subterráneas, ya que condiciona el transporte de contaminantes. Para ello es necesario disponer de al menos tres puntos de control del nivel freático no alineados dentro de la misma unidad hidrogeológica, que permitan establecer la superficie piezométrica.

Se considerarán las características constructivas del punto de control (generalmente piezómetros) en cuanto a la rejilla o tramo ranurado, evitando elaborar mapas de piezometría mezclando niveles de distintas formaciones que podrían llevar a errores de interpretación.

Será necesario incluir, además de las coordenadas X, Y, la cota del punto de agua (bien absoluta bien relativa), teniendo siempre en cuenta el punto de referencia de medición del nivel freático; todo ello con precisión al menos centimétrica. Para la definición de las coordenadas, y en particular la cota, no serán admisibles herramientas digitales que no hayan sido previamente validadas (Google Earth o similar).

Oscilaciones del nivel freático y dinámica temporal. La afección de las aguas subterráneas puede variar en función de las oscilaciones del nivel freático, por lo que, para los estudios de seguimiento y evolución de la contaminación, salvo justificación técnica, se llevarán a cabo muestreos en diferentes momentos del año de manera que cubran las mayores variaciones ambientales que cabe prever en el emplazamiento, y establecer con ello la magnitud de los cambios temporales de concentración.

En sitios influenciados por variaciones periódicas de nivel podría ser necesario realizar varias campañas, si esta variación de nivel fuera significativa, y se considerara que pudiera tener influencia determinante en la variación de la concentración de contaminantes. En emplazamientos con influencia mareal, como mínimo, se efectuarán medidas durante un ciclo de mareas justificando la representatividad del periodo elegido teniendo en cuenta la amplitud mareal (las medidas se realizarán con la ayuda de sensores automáticos de nivel), y en emplazamientos con cambios estacionales, en periodos de aguas altas y aguas bajas; se contemplarán igualmente posibles bombeos en el entorno cuya repercusión en el ámbito de estudio deberá ser evaluada.

Relaciones acuífero-río u otras masas de agua superficiales. Ante la presencia de masas de aguas superficiales en las proximidades del emplazamiento, se hace necesario establecer la relación entre esta y el acuífero; véase como ejemplo la presencia de un río ganador o perdedor, que condicionaría la dirección del flujo de las aguas subterráneas.

Posibles zonas de flujo preferencial. En el terreno pueden existir formaciones, niveles o zonas, con distinta permeabilidad. Esta diferencia, sea de origen natural o antrópico (por ejemplo, rellenos), puede condicionar la migración de contaminantes hacia los eventuales receptores sensibles, por lo que deberán ser

identificadas. Si bien no se trata de elementos hidrogeológicos como tal, se prestará atención a la existencia de infraestructuras y servicios públicos enterrados en cuanto que podrían actuar como vías preferenciales de contaminación e incluso modificar las líneas de flujo en sus inmediaciones.

4.4.4 Mapa hidrogeológico de detalle

Se presentará un mapa hidrogeológico de detalle (1:10.000 o mayor), con isopiezas y direcciones de flujo, ubicación de puntos de vertido, inventario de puntos de agua, y cualquier otro elemento que sea de interés para el estudio.

4.4.5 Inventario de puntos de agua

Se realizará un inventario de puntos de agua en el que se detallarán los pozos, sondeos y manantiales en el propio emplazamiento y en un radio de al menos 500 m desde el límite de este, incluyendo comprobaciones sobre el terreno. Se identificarán igualmente las masas de agua superficial y otros elementos que puedan tener relevancia para el estudio.

Se presentarán fichas descriptivas de los puntos de agua, con características, fotografía y croquis de acceso, y, si son conocidas o averiguables, características básicas como uso, profundidad, diámetro, finalidad, datos constructivos y equipamiento. Se consultarán las bases de datos públicas disponibles prestando atención a las bases de datos de las propias confederaciones hidrográficas.

4.4.6 Modelo conceptual de funcionamiento hidrogeológico del emplazamiento

El modelo conceptual de funcionamiento hidrogeológico es una representación simplificada o descripción práctica del sistema hidrogeológico real, ajustado a un emplazamiento concreto. Debe incorporar todos los datos de interés hidrogeológico para el estudio (nivel freático, geología, infraestructuras antrópicas, etc.) necesarios para el correcto diagnóstico ambiental y la posterior valoración y descontaminación, en su caso. El modelo se apoyará en cortes hidrogeológicos significativos enfocados a determinar el comportamiento de potenciales sustancias contaminantes en el subsuelo y su relación con los potenciales focos y receptores sensibles.

4.5 DETERMINACIÓN DE LOS RECEPTORES SENSIBLES DE LA CONTAMINACIÓN

Se definirán, caracterizarán y describirán todos los receptores sensibles de la contaminación situados a menos de 500 metros de los focos de contaminación, teniendo en cuenta la posible exposición derivada de la afección del agua (subterránea o superficial). Esta distancia puede ser incrementada por parte de la administración hidráulica en función de la actividad del emplazamiento y del entorno.

Se aportará un mapa a escala de ubicación de los potenciales receptores sensibles en el que figure igualmente la dirección y sentido de flujo de las aguas subterráneas, los usos del suelo y de las aguas subterráneas (usos residenciales, recreativos, industriales/comerciales, otros), masas de agua superficiales, así como espacios naturales protegidos por su valor paisajístico, ecológico o cultural.

La situación de los posibles receptores será considerada en el diseño de muestreo.

4.6 CARACTERIZACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN

Dentro del ámbito de aplicación del presente protocolo, la valoración de la contaminación de las aguas subterráneas por fuentes puntuales se realizará teniendo en cuenta los valores de referencia -VGNR y VGI- establecidos en el anexo X del Real Decreto 665/2023, de 18 de julio, *por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por Real Decreto 849/1986, de 11 de abril; el Reglamento de la Administración Pública del Agua, aprobado por Real Decreto 927/1988, de 29 de julio; y el 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 y el Real Decreto 1085/2024, de 22 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de reutilización del agua y se modifican diversos reales decretos que regulan la gestión del agua, y en cualquier otros documentos normativos que en el futuro los modifique o sustituya.*

Para la valoración de los resultados se tendrá en cuenta la incertidumbre de los ensayos, excepto en los límites de cuantificación donde ésta no será de aplicación.

En el caso de que el valor de referencia se sitúe en el intervalo de incertidumbre del valor informado por el laboratorio no se podrá determinar el cumplimiento frente al valor genérico de referencia, debiendo descartar que la concentración reportada comporte riesgos inaceptables sobre los receptores potenciales de la contaminación.

Los límites de cuantificación deberán permitir la comparativa con los valores genéricos de referencia (iguales o inferiores a este). Únicamente será admisible una desviación en este sentido de forma excepcional y justificada, en cuyo caso, el tratamiento será similar al expuesto en el párrafo anterior (imposibilidad de dictar conformidad respecto a los VGR, y análisis de los posibles riesgos generados).

Si algún compuesto contaminante o potencialmente generador de riesgos fuera detectado por encima de los límites de cuantificación del laboratorio y careciera de valores genéricos de referencia, y en particular del VGI, pero sí dispusiera de constantes toxicológicas, éste será incluido en el procedimiento general de análisis de riesgos del anexo X, parte C del RDPH, con objeto de valorar su contribución al riesgo acumulado final.

Para un mayor detalle en este sentido, se recomienda la consulta del documento *Guía de aplicación del nuevo Reglamento del Dominio Público Hidráulico RD 849/1986 - RD 665/2023. Protección de las aguas subterráneas frente a la contaminación puntual* del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Junio 2024.

La campaña de perforación de sondeos e instalación de piezómetros llevada a cabo en el emplazamiento deberá permitir determinar las áreas fuente de contaminación, las características y el alcance de la misma, así como su distribución y extensión, tanto dentro como fuera del emplazamiento, si ésta se hubiera producido, así como su posible evolución y problemática.

A continuación, se incluyen los distintos aspectos a considerar para que la caracterización de la contaminación sea completa.

4.6.1 Estudio histórico y actual del emplazamiento

El estudio histórico y actual constituye una tarea fundamental dentro del proceso de investigación de la afección, debiendo ser considerado en la estrategia de muestreo para asegurar la representatividad de los resultados de la investigación y, en su caso, de la evaluación de riesgos.

Tiene como principal objetivo investigar la cronología de los usos del emplazamiento hasta la actualidad, y su interrelación con las posibles alteraciones de la calidad de las diferentes matrices ambientales. Se recomienda que todo estudio histórico y actual se complete con una visita al emplazamiento con objeto de asegurar la idoneidad del plan de muestreo.

El contenido y los datos a recabar pueden ser variados en función de la naturaleza del emplazamiento (industrial, urbano, etc.), y las fuentes de información, diversas (entrevistas personales o documentación aportada por los interesados, entre otras). La información se valorará en función el grado de confianza y fiabilidad de las fuentes, dando mayor valor a la información documentada.

Abarcará el siguiente alcance mínimo que también deberá quedar documentado gráficamente en los correspondientes planos de detalle.

Cartografía y fotografía histórica. Se analizará tanto la cartografía como la fotografía histórica disponible en busca de información sobre usos del suelo pretéritos incluyendo antiguos potenciales focos de afección, indicios de accidentes o incidentes, movimientos de tierras etc.

Almacenamiento y trasego de sustancias. Se identificarán las zonas y forma de almacenamiento y trasego de materias primas, productos y residuos, especialmente en aquellos casos en los que se identifique un potencial riesgo de contaminación del subsuelo. Se indicarán los sistemas de contención, protección y de seguridad que ayuden a minimizar los riesgos de afección al medio, así como las principales características de las sustancias almacenadas/trasegadas desde el punto de vista de la contaminación del suelo y las aguas subterráneas (sólidas, líquidas, composición química, etc.).

Procesos industriales. Se identificarán los procesos productivos, actividades, y zonas de proceso y auxiliares, que hayan podido implicar el manejo de sustancias potencialmente contaminantes de las aguas subterráneas y los suelos, especificándose igualmente sus principales características (composición química, productos intermedios y finales, tratamientos, destino/gestión de posibles vertidos, etc.). Todos los potenciales focos de contaminación deberán estar convenientemente localizados e identificados.

Aguas residuales. Se recabará información sobre la traza (incluso punto de vertido) y el estado de conservación de las redes de aguas residuales, habida cuenta de que éstas pueden presentar sustancias como consecuencia de las actividades desarrolladas en el emplazamiento y llegar a actuar como focos de contaminación.

Incidentes o accidentes. Se investigará la existencia de accidentes o incidentes que puedan haber originado la contaminación del subsuelo (vertidos superficiales, fugas, escapes, roturas, derrames de tuberías o de depósitos, incendios, etc.).

Otros. Se obtendrá información sobre inspecciones, denuncias o quejas relacionadas con la actividad del emplazamiento, afecciones esporádicas por condiciones climáticas extremas, y, en definitiva, de cualquier información que pueda ser relevante para el estudio.

4.6.2 Establecimiento de parámetros inestables in situ

En cada campaña, y previo al muestreo, se reportarán los siguientes parámetros inestables medidos in situ en todos los puntos: pH, temperatura y conductividad eléctrica; adicionalmente y de manera opcional, sin ser exigible, podrá medirse oxígeno disuelto y potencial redox en función de los objetivos del estudio. En tal caso, los datos de oxígeno disuelto y potencial redox reportarán información sobre las condiciones aerobias - oxidantes o anaerobias - reductoras del medio, por lo que serán analizados en aquellos casos en los que se valore la actividad microbiana, la potencial degradación de compuestos orgánicos, la posible generación de subproductos de degradación, la especiación de contaminantes inorgánicos y su movilidad, y en cualquier otro escenario de interés para el estudio.

4.6.3 Caracterización analítica y medioambiental de las aguas subterráneas y del acuífero potencialmente afectado

Para evaluar el estado y calidad del agua subterránea y del acuífero potencialmente afectado es necesario llevar a cabo una caracterización analítica y medioambiental, incluyendo el muestreo y análisis del subsuelo.

En el documento *Protocolo de muestreo de aguas subterráneas en emplazamientos contaminados - Protección de las Aguas Subterráneas Frente a la Contaminación Puntual* del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (Julio 2024), se establecen los procedimientos, operaciones y métodos a emplear en la toma de muestras de aguas subterráneas en emplazamientos afectados, e incluye consideraciones a tener en cuenta en la planificación y muestreo para detectar y evaluar una posible contaminación puntual.

Abarca, entre otros, criterios de toma de muestras líquidas (purgado y muestreo), selección de parámetros analíticos, controles de calidad (blancos, conservación, almacenamiento y manipulación de muestras líquidas, cadena de custodia), y actuaciones a realizar en emplazamientos que ya tengan implantada una red piezométrica, por lo que se remite a su lectura para su consideración.

No obstante, al estar enfocado exclusivamente a aquellas tareas íntimamente vinculadas con el muestreo del agua subterránea, no incluye otras operaciones básicas que se deben tener en cuenta para realizar una completa caracterización, como la ubicación, distribución y profundidad de los puntos de muestreo, detalles sobre la longitud del tramo ranurado de los piezómetros, el desarrollo de los piezómetros tras su instalación, y la toma de muestras de suelos o gases en caso de que se contemple la evaluación de la calidad de la zona no saturada. Algunos de estos aspectos se sintetizan a continuación:

4.6.3.1. Diseño de la red piezométrica

En estudios de caracterización y diagnóstico ambiental, la ubicación de los piezómetros debe ser tal que permita identificar las concentraciones de los contaminantes potenciales asociados con cada zona sospechosa dentro del emplazamiento, así como en los límites de éste. Asimismo, se tendrá en cuenta la ubicación de los potenciales receptores externos (cercanía, posición en relación a la dirección de flujo subterráneo, etc.).

Como mínimo, los puntos de muestreo deberían estar ubicados siguiendo los criterios que se citan a continuación:

- Junto a cada foco de contaminación conocido donde se prevén las máximas concentraciones, en la dirección de flujo subterráneo.
- En el caso de detectarse afección, incluyendo NAPL (*Non Aqueous Phase Liquid* -líquido en fase no acuosa-), y con objeto de delimitar tanto la longitud como la anchura de la posible pluma, se replantearán puntos de muestreo aguas abajo del foco y lateralmente. Salvo imposibilidad justificada, el alcance de la afección deberá estar acotado, tanto en extensión como en profundidad.
- Si se prevé la existencia de DNAPL (*Dense Non Aqueous Phase Liquid* -líquido denso en fase no acuosa), debe tenerse en cuenta que su movimiento en la base del acuífero puede estar controlado por la topografía del material subyacente de baja permeabilidad por lo que, en algunos casos, la migración estas sustancias puede ser en la dirección opuesta a la del flujo natural del agua subterránea.
- En el límite del emplazamiento situado más aguas arriba del mismo (desde el punto de vista del flujo subterráneo), y/o aguas arriba de las zonas críticas o focos, si se prevén posibles afecciones procedentes de otros focos o fuentes externas, o se pretende descartar la existencia de otras fuentes no identificadas.
- En el límite de la parcela y aguas abajo de los focos de contaminación para valorar la posibilidad de que la afección pueda exceder los límites de la instalación.

La profundidad a alcanzar en los puntos de muestreo en los que se prevea la instalación de piezómetros de control está marcada por el tipo de contaminante manejado en el emplazamiento y su forma de almacenamiento y/o gestión, así como en las características hidrogeológicas del medio.

Como regla general, al menos uno de los puntos de muestreo replanteado (el primero a ejecutar), deberá alcanzar una profundidad mínima de 15 m con objeto de reconocer las características de las formaciones geológicas atravesadas, así como posibles niveles de agua subterránea. Cuando la profundidad del agua subterránea sea inferior a 15 m, se instalarán piezómetros en todas las perforaciones.

Los puntos de monitoreo profundizarán al menos 2 m bajo el nivel freático, siendo recomendable ampliar esta profundidad a 3 m en aquellos casos en los que se prevean importantes oscilaciones estacionales y evitar con ello que el piezómetro quede seco durante el estiaje, excepto cuando se sospeche la presencia de DNAPL, en cuyo caso se debería tratar de alcanzar un sustrato impermeable (si no en todos los piezómetros, en al menos, el 50% del conjunto de los implantados junto a los focos potenciales de contaminación y los situados aguas abajo de éstos o, en su caso, en el límite del emplazamiento), extremándose la precaución al perforar zonas sospechosas para no generar contaminación cruzada.

Un aspecto de especial importancia es la longitud del tramo ranurado del piezómetro, en cuanto que:

- Debe ser suficiente para abarcar las posibles fluctuaciones del nivel freático durante cambios estacionales y en emplazamientos sometidos al régimen mareal u otro tipo de oscilaciones.
- Debe tratar de limitarse al tramo afectado que se pretenda muestrear con objeto de evitar diluciones que minimicen su representatividad o favorecer el transporte de contaminantes a través de unidades geológicas separadas hidráulicamente. Se recomienda una longitud máxima del filtro del orden de 3m. Esta longitud del tramo ranurado podría ser superior por causas debidamente justificadas, como,

por ejemplo, en zonas de baja conductividad hidráulica con gradientes verticales poco significativos, o en zonas en las que las fluctuaciones del nivel de agua subterránea así lo aconsejen.

Los emplazamientos que ya tengan implantada una red piezométrica, y ante el hecho de que los objetivos de los controles pueden ser diversos (seguimiento durante una descontaminación, seguimiento tras el saneamiento, seguimientos periódicos como parte de requerimientos, etc.), no se establecen requisitos específicos, aunque sí deben hacerse y documentarse, como mínimo, las siguientes actuaciones:

- Recopilación previa de información sobre el diseño, la instalación y el desarrollo del piezómetro.
- Inspección de la red piezométrica con objeto de analizar su idoneidad para el objetivo de los trabajos: estado de los piezómetros y de su entorno inmediato, características constructivas incluyendo la comprobación de la profundidad total del piezómetro, situación respecto a los focos potenciales de la contaminación y/o los receptores potenciales, etc.

El muestreo podría considerarse no representativo si los puntos de control están físicamente dañados, o en el caso de que haya poca, o ninguna documentación sobre cómo se diseñaron e instalaron.

Los muestreos en calicatas, en su caso, sólo serán utilizados para obtener información complementaria, no siendo válidos para su comparativa con los correspondientes valores de referencia.

4.6.3.2. Desarrollo de piezómetros

El piezómetro debe ser desarrollado tras su instalación, entendiéndose como desarrollo toda acción de reparar el daño causado en el piezómetro durante la perforación, así como la eliminación de los materiales finos o los fluidos de perforación, o ambos, con el fin de restablecer las condiciones hidráulicas naturales, y de obtener muestras líquidas representativas. Un adecuado desarrollo, junto con un correcto diseño y construcción del piezómetro, asegurará que la muestra líquida presente una baja turbidez y represente fielmente la calidad del medio.

El método más habitual para llevar a cabo esta actividad es el de bombeo con ayuda de bombas sumergibles, asegurando que el caudal de desarrollo sea superior al del purgado previo a la toma de muestras líquidas. Se evitará la introducción de agua o aire, y previa justificación, se podrá realizar con bailer.

El desarrollo se dará por concluido cuando el agua extraída no presente turbidez según apreciaciones visuales, y cuando los parámetros medidos in situ (pH, conductividad eléctrica y temperatura) se encuentren estables. La tabla adjunta muestra a modo únicamente de referencia, unos posibles criterios de estabilización, siendo necesario alcanzar al menos tres medidas estabilizadas distanciadas entre sí entre 3 -5 minutos, o cada cierto volumen.

Tabla 2. Criterios de estabilización durante el desarrollo

PARÁMETRO	CRITERIO ESTABILIZACIÓN
Temperatura	± 2 °C
pH	± 1 Ud

Conductividad eléctrica	± 5 %
-------------------------	-------

Si durante la perforación ha sido necesaria la inyección de agua, el desarrollo deberá contemplar la extracción de entre dos y tres veces el volumen inyectado y, además, cumplir los criterios expuestos en cuanto a la ausencia de turbidez y estabilización de parámetros.

Todas las actividades efectuadas durante el desarrollo (medios utilizados empleados, caudal extraído, medidas de parámetros in situ, etc.), deberán quedar documentadas en el informe de caracterización.

4.6.3.3. Toma de muestras de suelos

Salvo causas debidamente justificadas, el estudio del agua subterránea en actuaciones de investigación deberá acompañarse de un estudio de la zona no saturada, pues tanto ésta como el agua subterránea podrían contaminarse antes de existir una evidencia tangible de afección en las muestras líquidas.

Sin perjuicio de lo indicado en la legislación y/o en los documentos/guías técnicas de referencia existentes en la materia a nivel estatal o autonómico, los estudios de caracterización contemplarán la recogida y análisis de al menos tres muestras simples distribuidas del siguiente modo: una muestra en la zona no saturada cuya selección atenderá a criterios tales como las características de los focos de contaminación (superficiales o enterrados), indicios de afección teniendo en cuenta las observaciones organolépticas y/o mediciones semicuantitativas efectuadas in situ (por ejemplo, medición de COV mediante la técnica de head space), existencia de rellenos antrópicos, etc.; una muestra en la zona de oscilación del nivel freático por cuanto podría reportar información sobre la migración de sustancias contaminantes con el agua subterránea; además será necesario una tercera muestra en zona saturada siempre que la naturaleza de los contaminantes así lo justifique (por ejemplo, fases densas).

4.6.3.4. Calidad de los datos analíticos

Los análisis de las muestras se realizarán en laboratorios acreditados por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC) según la norma UNE-EN ISO/IEC 17025, o por otro organismo de acreditación internacional que haya firmado acuerdo de reconocimiento mutuo con ésta. La acreditación será requerida para cada contaminante, matriz y rango de concentración.

El límite de cuantificación de las técnicas utilizadas deberá ser igual o inferior al valor de referencia aplicable para cada sustancia analizada.

4.6.4 Determinación del área potencialmente afectada

Los resultados del estudio deberán permitir delimitar el área potencialmente afectada, tanto en superficie como en profundidad, y determinar de forma inequívoca el alcance de la pluma concretando si ésta excede los límites del emplazamiento.

Para verificar si la contaminación ha rebasado los límites del emplazamiento, como primera opción se tomarán muestras líquidas para su posterior envío al laboratorio en puntos exteriores próximos al

emplazamiento aguas abajo del mismo, si éstos existiesen. Se muestran a continuación otros procedimientos en el caso de que ésta primera opción no sea posible:

- Control de la calidad de las aguas subterráneas en el límite del emplazamiento aguas abajo: instalación de piezómetros en el límite interior del emplazamiento (muy próximos a su borde), aguas abajo del foco o focos de contaminación. La existencia de concentraciones por encima del VGI en estos puntos podría ser un indicio de la superación del VGI en el exterior, por lo que se aplicará juicio técnico experto, en este caso, para determinar si se superan el VGI en el exterior del emplazamiento o para establecer la necesidad de llevar a cabo más trabajos de investigación encaminados a demostrar fehacientemente que tal superación del VGI en el exterior está ocurriendo.
- Modelos de transporte: podrían estimarse las concentraciones en el exterior mediante modelos de transporte de contaminantes en el agua subterránea. Dicha estimación será debidamente expuesta en el documento correspondiente, el modelo empleado será justificado técnicamente, y los resultados debidamente argumentados.
- Se incluirá información gráfica con mapas de isoconcentraciones o distribución de contaminantes a fin de visualizar e interpretar los datos, identificar zonas de mayor y menor afección, facilitar la toma de decisiones en cuanto a modelos hidrogeológicos o potenciales recuperaciones, etc. Las líneas se trazarán tratando de asegurar que a ambos lados de éstas existe información que asegura la delimitación. En cualquier caso, se proyectarán las líneas que marquen el VGNR y el VGI.

4.6.5 Posible evolución y comportamiento de la contaminación en el subsuelo

Durante la realización del ECDA, el estudio se completará con un análisis de la posible evolución de la contaminación detectada, incluyendo fase inmiscible en el caso de que ésta sea detectada, mediante la definición de un modelo conceptual. Éste se apoyará con mapas de evolución de los contaminantes más significativos, incluyendo así mismo la velocidad probable de transporte de dichos contaminantes y la estimación de tiempo de llegada a los potenciales receptores sensibles de la contaminación identificados en etapas anteriores.

4.7 DISCUSIÓN Y PLANTEAMIENTO DE ACTUACIONES

4.7.1 Análisis global de la problemática de la afección al subsuelo

Se realizará un análisis global de la problemática de la afección al subsuelo teniendo en cuenta el alcance y extensión de la contaminación (incluida superficie y volumen con contaminantes), los receptores potenciales que podrían verse afectados por la contaminación, y su posible evolución en el tiempo.

4.7.2 Análisis conceptual y discusión preliminar de actuaciones y técnicas de remediación

En el caso de que la caracterización realizada permita concluir la necesidad de acometer actuaciones de recuperación del medio antes de la elaboración de un análisis cuantitativo de riesgos (véase, por ejemplo, presencia de LNAPL y DNAPL y/o concentraciones de sustancias por encima del VGI en el exterior del emplazamiento), el ECDA, a criterio técnico, podrá incluir un análisis preliminar de las actuaciones y técnicas de remediación más adecuadas en relación con el tipo y alcance de la contaminación, a las características del subsuelo, a la hidrogeología local, a los receptores potenciales, y al coste/beneficio de la actuación, tanto

desde un punto de vista económico como ambiental, considerando los principios de sostenibilidad y economía circular en el análisis de alternativa.

4.7.3 Plan de vigilancia y monitoreo.

Ante la posibilidad de que las concentraciones aumenten en el tiempo como consecuencia del transporte de contaminantes, cambios en las condiciones en el subsuelo, movilizaciones de contaminantes, u otros, y si bien será competencia de la administración hidráulica solicitar un plan de vigilancia y monitorio en determinadas circunstancias², el ECDA incluirá una propuesta preliminar del plan de seguimiento que incluirá, como mínimo: planteamiento justificado de los puntos de control incluyendo una definición inequívoca de su situación (coordenadas UTM ETRS 89, y plano de ubicación a escala con norte geográfico), mediciones a realizar *in situ* (profundidad del nivel freático y de la posible presencia de fase no acuosa, parámetros inestables, etc.), toma de muestras incluyendo periodicidad y particularidades de la misma (por ejemplo, muestreo a distintas profundidades, en distintos ciclos estacionales, etc.), parámetros a analizar en el laboratorio, y criterios de valoración de la contaminación.

² Véase *Guía de aplicación del nuevo Reglamento del Dominio Público Hidráulico RD 849/1986 - RD 665/2023. Protección de las aguas subterráneas frente a la contaminación puntual* del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Junio 2024

ANEXO II: EVALUACIÓN DE RIESGOS Y CÁLCULO DE VOD

1 ALCANCE

De acuerdo con el artículo 272. bis punto 2 del RDPH, cuando el estudio de caracterización y diagnóstico ambiental determine la existencia de sustancias cuya concentración supere el VGNR (en al menos un punto del emplazamiento), la administración hidráulica solicitará al responsable de la contaminación para que, en el plazo máximo de 2 meses, presente el Análisis cuantitativo de riesgos (ACR), conforme a los criterios del anexo X parte C del RDPH. El responsable podrá aportar el ACR juntamente con el ECDA sin requerimiento previo.

El presente anexo II, detalla los requisitos específicos que deben cumplir las entidades acreditadas para la elaboración de las actuaciones de protección de las aguas subterráneas frente a la contaminación puntual enfocadas en la Evaluación de Riesgos y la obtención de los VOD, considerando tanto el alcance del estudio como los requisitos específicos de personal.

El objetivo del ACR es proporcionar, a partir de la estimación cuantitativa o cualitativa de los riesgos, la información y útiles necesarios para la valoración de los efectos asociados a la presencia de posibles sustancias contaminantes en los medios (suelos y aguas subterráneas asociadas). Este proceso de valoración servirá de base para la toma de decisiones sobre la aceptabilidad del riesgo y las medidas a adoptar para la protección de los potenciales receptores evaluados.

Los criterios para la elaboración del ACR, su metodología, el procedimiento de caracterización del riesgo, y la obtención de los valores objetivos de descontaminación, vienen recogidos en el anexo X parte C del RDPH, y se detallan en el presente anexo.

2 CONSIDERACIONES

Al igual que en el campo de la investigación de la afección, considerando la estrecha vinculación entre el campo de la contaminación de las aguas subterráneas y el de los suelos asociados, el Análisis cuantitativo de riesgos además de integrar lo requerido en el *Real Decreto 665/2023, de 18 de julio, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por Real Decreto 849/1986, de 11 de abril; el Reglamento de la Administración Pública del Agua, aprobado por Real Decreto 927/1988, de 29 de julio; y el 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*, deberá cumplir las especificaciones indicadas en la normativa de suelos *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*, y la normativa autonómica correspondiente existente en vigor.

Asimismo, la ECAH que realice los estudios de evaluación de riesgos de las aguas subterráneas deberá cumplir los requisitos que las distintas comunidades autónomas exijan, dentro de su marco competencial, para la realización y presentación del Análisis Cuantitativo de Riesgos, como guías y/o notas técnicas.

Asimismo, hay que señalar que la evaluación de riesgos se ha de apoyar en ocasiones en los resultados de pruebas experimentales llevadas a cabo en el emplazamiento, tanto en la investigación inicial del subsuelo, como en otras investigaciones complementarias o de detalle que se realicen sobre el subsuelo o sobre otros compartimentos ambientales (aguas superficiales, aguas subterráneas, aire ambiente, gas del suelo, etc.), cuya influencia en el resultado final de valoración del riesgo puede ser determinante. Algunos de estos parámetros clave en los ACR pueden ser contenido en materia orgánica o carbono orgánico total, pH o granulometría entre otros, dependiendo de las características del emplazamiento objeto de estudio.

También es clave la zonificación de la afección atendiendo al Modelo Conceptual y particularidades específicas del emplazamiento. Es importante analizar existencia de litologías variables en la zona de afección, vías preferenciales de movilización, barreras existentes, inventario de receptores potenciales del entorno (teniendo en cuenta tanto su posibilidad de exposición la afección como la dirección de flujo en el caso de receptores off-site), posibles orígenes primarios de la afección diferentes en un mismo emplazamiento, envejecimiento de la pluma de afección etc.

3 REQUISITOS ESPECÍFICOS DE ACREDITACIÓN (ACR). MEDIOS HUMANOS

Los ACR serán llevados a cabo por personal habilitado y cualificado por la empresa que desarrolle los trabajos según su propio sistema de calidad implantado y acreditado de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO/IEC 17020, donde debe quedar definida y documentada, entre otros, la formación, experiencia y conocimientos necesarios para realizar las actividades incluidas en el alcance de su acreditación, así como las responsabilidades asignadas.

4 DESARROLLO DE UN ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGOS

Según se recoge en el RDPH, el Análisis cuantitativo de riesgos (ACR) es el proceso de evaluación de la contaminación en el subsuelo cuyo objetivo es determinar desde el punto de vista cuantitativo el riesgo o riesgos que la misma supone para los bienes a proteger tales como poblaciones humanas, ecosistemas, bienes u otros recursos, de acuerdo con las características específicas del caso.

Por su parte, el riesgo generado por la contaminación puntual de las aguas subterráneas se define como la probabilidad de que, tras el contacto de un contaminante presente en el subsuelo con las aguas subterráneas, se produzcan efectos adversos para la salud de las personas, los bienes, los ecosistemas o el medio ambiente. Al riesgo generado por contaminación puntual de las aguas subterráneas se le añadirá el riesgo generado por la presencia de contaminantes en el suelo, calculándose el riesgo total de manera conjunta.

4.1 METODOLOGÍA DEL ACR

De acuerdo con el anexo X parte C del RDPH, la metodología de análisis de riesgos que se aplicará es la denominada “Acciones correctoras basadas en análisis de riesgos” (en inglés RBCA, *Risk Based Corrective Action*) desarrollada por la *American Society for Testing and Materials* (ASTM International) o, alternativamente, la *Risk Assessment Guidance for Superfund Sites* (RAGS 1989 y sus posteriores anexos y actualizaciones) para la evaluación de riesgos en emplazamientos contaminados por sustancias químicas.

Cabe destacar que la metodología está en consonancia y da respuesta a los aspectos que tiene que incluir una valoración de riesgos, según el Real Decreto 9/2005 y el Real Decreto 665/2023, a través del cual se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y, los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados y la de contaminación puntual de aguas subterráneas.

En el siguiente esquema se expone las fases de actuación en una evaluación de riesgos.

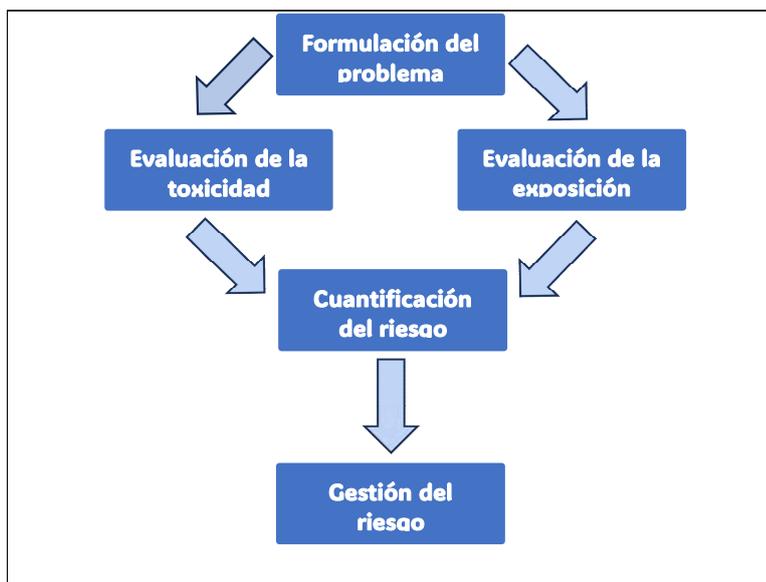


Figura 3. Metodología RBCA para el Análisis Cuantitativo de Riesgos.

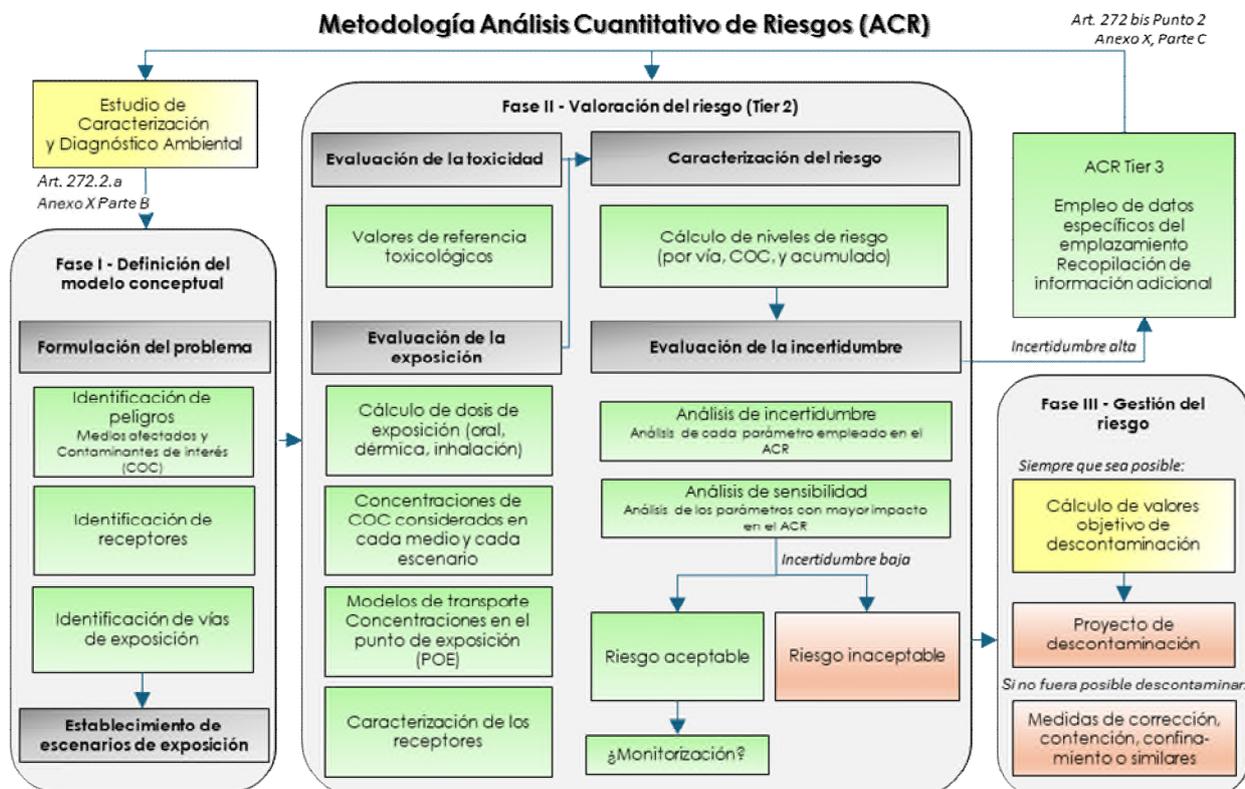


Figura 4. Metodología para el Análisis Cuantitativo de Riesgos conforme al RD 849/1986.

Antes de iniciar la valoración de riesgos debe asegurarse la retirada de fase libre (previo muestreo y análisis, siempre que sea posible), hasta donde sea técnica y económicamente viable, asegurando la evitación de su extensión, pues puede constituir un foco activo de introducción de contaminantes en las aguas subterráneas.

No obstante, en situaciones en las que se desea decidir la solución técnica más idónea para la descontaminación del emplazamiento, más allá de la retirada de fase libre, actuando sobre los suelos y/o sobre las aguas subterráneas, se podrá realizar un ACR preliminar en emplazamientos con presencia de fase libre, el cual proporcionará resultados preliminares y orientativos, los cuales deberán reevaluarse una vez retirada la fase libre extraíble y móvil. En ese caso, será necesario cumplir los siguientes requisitos:

- Haber identificado (y si fuera posible, haber eliminado) el foco o los focos de la contaminación.
- Evidenciar que la pluma de fase libre se ha delimitado y se encuentra en estado estacionario o en regresión, o en su caso, indicar si se moviliza, y que su movilización no tenga consecuencias con respecto al incremento del riesgo.
- En el caso de las vías de exposición indirectas, para la evaluación de los riesgos, pueden usarse concentraciones de los contaminantes en las aguas subterráneas y el gas del suelo en contacto con la fase libre, o bien en un punto ubicado entre la fase libre y los posibles receptores, de manera que se evite esa parte de la modelización, o bien adoptar de manera conservadora las máximas concentraciones teóricas posibles, tanto en las aguas como en la fase vapor del suelo. Para ello, se podrán utilizar en aguas la solubilidad de cada contaminante, y en la fase vapor la máxima cantidad de gas de una sustancia de acuerdo a la ley de gases ideales.

Esta evaluación de riesgos en presencia de fase libre no exime de la necesidad de elaborar un ACR una vez retirada dicha fase, o en su caso, revisar el mismo con las nuevas circunstancias (nuevas concentraciones de contaminantes en agua subterránea o cambios en la composición de analitos en la fase) con objeto de corroborar los valores objetivo calculados antes de su eliminación.

4.2 FASES DEL ACR

4.2.1 Formulación del problema (Modelo conceptual del emplazamiento)

La formulación del problema consiste en el establecimiento de un modelo conceptual del emplazamiento investigado con objeto de evaluar el riesgo que los contaminantes presentes podrían suponer para la salud humana y el medio ambiente.

Para ello, el modelo conceptual debe contemplar los factores fundamentales de la cadena de riesgo: focos de contaminación, contaminantes implicados y su distribución en los medios, mecanismos de transporte, vías de exposición y receptores realistas y razonablemente más expuestos de la contaminación detectada, definiendo los escenarios más razonables, siempre manteniendo criterios conservadores.

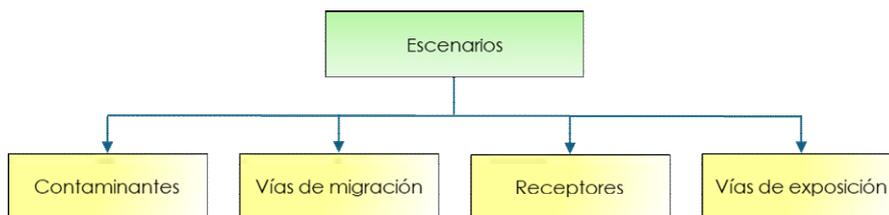


Figura 5. Medios a tener en cuenta en un análisis de riesgos.

Para la definición del modelo conceptual se seguirán los siguientes **criterios y directrices**:

- El modelo conceptual del emplazamiento considerará preliminarmente y evaluará la procedencia de incluir en el ACR:
 - Todos los compuestos que superen en al menos un punto el VGNR, y todos los compuestos no incluidos en el listado de VGRs cuya presencia y concentración puedan suponer un riesgo potencial, y que posean información toxicológica. En el caso de los HTP se permitirá valorar de forma cualitativa con los criterios definidos por la ARC y por el Gobierno Vasco.
 - Todas las vías de migración y vectores de transporte: aire, agua, vapores, polvo, etc.
 - Todas las vías de exposición: ingestión, contacto dérmico, inhalación, consumo de vegetales, etc.
 - Todos los receptores potencialmente expuestos: trabajadores, adultos, niños, etc., tanto *on-site*, como *off-site*, hasta una distancia de al menos 500 metros del foco o focos.
 - Todos los usos de las aguas subterráneas en el emplazamiento y en su entorno.
- Si no existiera alguna de las mencionadas vías de migración o exposición, vectores de transporte, receptores potenciales o usos del agua subterránea, etc., éstos no serán incluidos en el ACR. No obstante, todas las exclusiones de los mencionados elementos serán justificadas en el ACR (ej. inexistencia de vías, receptores, usos no aplicables en el emplazamiento o su entorno, etc.).
- Si algún compuesto con valores por encima de los límites de cuantificación del laboratorio careciera de valores genéricos, y en particular del Valor genérico de Intervención, pero sí dispusiera de constantes toxicológicas, este será incluido en el procedimiento general de análisis de riesgos del Anexo X, Parte C, del RDPH, (RBCA o RAGS) con objeto de valorar su contribución al riesgo acumulado final.
- Se deberán contemplar todos los focos de contaminación existentes en el emplazamiento, incluyendo su descripción detallada y la identificación de la sustancia o sustancias contaminantes. Se podrá zonificar el ACR, según las zonas de impacto y los receptores.
- El proceso de evaluación del riesgo se realizará desde un enfoque integral “común”, se deberá tener en cuenta todos los medios físicos involucrados en el escenario de riesgo: agua subterránea, agua superficial, suelo, atmósfera, vapores y partículas, entre otros.
- Se considerarán los riesgos potenciales dentro del emplazamiento (*on-site*) y como fuera del emplazamiento (*off-site*) los generados por el transporte de contaminantes a través de las aguas subterráneas o por cualquier otro vector de transporte, hasta una distancia de al menos 500 metros del foco o focos.
- Se considerarán los usos actuales y los usos futuros probables que pudieran darse, tanto en el emplazamiento como en su entorno (ej. presencia de un pozo hipotético de riego aguas abajo del

emplazamiento, zonas futuras urbanizables próximas, cambios de uso de industrial a residencial, etc.), teniendo en cuenta lo siguiente:

- En cuanto a uso futuro, se considerarán horizontes temporales máximos de 5 años (duración máxima prevista inicialmente para un proyecto de descontaminación).
- En cuanto al término “probable”, se considerará el contexto socioeconómico local y regional, el desarrollo previsible y probable del territorio en el entorno del emplazamiento y otras consideraciones que permitan prever los usos del agua subterránea en el futuro. Asimismo, se considerarán los usos habituales del suelo en el entorno, y la posibilidad de utilización del recurso subterráneo en el área (al menos a 500 metros de distancia del emplazamiento).
 - Si las parcelas colindantes al emplazamiento están destinadas uso agrícola, es probable que se pueda realizar una captación para riego, por lo que se contemplará este uso como futuro probable.
 - Si la parcela o su entorno está ubicada en terrenos destinados a uso industrial, se contemplarán como usos futuros probables captaciones para uso industrial.
 - La existencia de captaciones para consumo humano, recreativo, u otros usos en el entorno del emplazamiento, considerarán estos usos como futuros probables.
 - En la consideración del uso del territorio en el futuro, se podrán tener en cuenta las direcciones de flujo subterráneo (por ejemplo, los usos futuros probables aguas abajo o aguas arriba del emplazamiento pueden ser diferentes).
- Se determinarán las concentraciones en el exterior del emplazamiento, si ello es posible, mediante muestreo directo y análisis de las aguas subterráneas en los puntos de agua disponibles (pozos, captaciones, fuentes, etc.). En caso de no ser posible, se emplearán modelos de transporte (ver apartado 4.2.2).

4.2.2 Evaluación de la exposición

La evaluación de la exposición busca establecer las dosis diarias de exposición (concentraciones en el caso de inhalación) para cada una de las rutas de exposición contempladas en el modelo conceptual planteado para el emplazamiento, a partir de la determinación de las concentraciones de contaminantes en cada uno de los medios y de los patrones de actividad definidos para cada receptor.

Para el cálculo de la dosis/concentración de exposición se aplicarán los siguientes criterios:

- Para cada uno de los posibles receptores expuestos identificados, se definirán las características físicas y patrones de actividad del individuo razonablemente más expuesto para cada una de las vías de exposición consideradas, como, por ejemplo, frecuencia y duración de exposición, el peso corporal, el tiempo promedio de exposición tasas de contacto, como tasas diarias de ingestión, superficies corporales expuestas, etc.
- Para cada uno de los medios considerados, se definirán los parámetros empleados en el modelo, como, por ejemplo, litología, conductividad hidráulica, pH, contenido en materia orgánica o carbono orgánico, granulometría, profundidad del nivel de agua, espesor de suelo saturado, velocidad del viento, características de las edificaciones consideradas, entre otros.
- La exposición máxima razonable o exposición combinada para cada escenario concreto, se calculará como sumatorio de la exposición para las diferentes vías, presentándose una estimación de la

contribución de cada vía a la exposición total del emplazamiento, a no ser que, excepcionalmente, existan evidencias científicas consolidadas de carácter toxicológico que pongan de manifiesto la no acumulación de efectos, debidamente justificado.

- Para los diferentes escenarios se determinarán las concentraciones de la sustancia o sustancias contaminantes consideradas en cada medio, en función de la vía de exposición evaluada y de la representatividad de los datos disponibles (concentraciones máximas, UCL95% u otro estadístico debidamente justificado), y aquellos aspectos que se consideren relevantes como forma/estado de la sustancia considerada, biodisponibilidad en el caso de los metales, etc. En todo caso, los valores considerados deberán ser debidamente justificados y razonados.
- El ACR estimará las concentraciones para los receptores potenciales en el punto de exposición mediante el correspondiente modelo de transporte y/o mediante mediciones en dicho punto, siempre que sea posible y se garantice la representatividad del valor obtenido para su empleo en el ACR. El modelo de transporte aplicado en el ACR será debidamente expuesto en el documento correspondiente, y éste será justificado técnicamente, y los resultados debidamente argumentados desde el punto de vista de las hipótesis y datos de partida utilizados.

4.2.3 Evaluación de la toxicidad

La evaluación de la toxicidad tiene por objeto caracterizar cuantitativamente la potencia tóxica de los contaminantes hallados, mediante la identificación del riesgo y el análisis dosis-respuesta.

Para la evaluación de la toxicidad se aplicarán los siguientes criterios:

- Los datos toxicológicos empleados en el ACR procederán de fuentes de reconocido prestigio internacional. Cabe destacar las siguientes bases de datos por su relevancia: IRIS, RAIS, PPRTV, HEAST, OMS, CalEPA, ATSDR, TRRP, IARC, CLEA, RIVM, IUCLID, TPH Criteria Working Group entre otras.
- Se deberán emplear los datos toxicológicos más actualizados posibles, teniendo en cuenta que estos pueden variar en el tiempo conforme se realizan nuevos estudios científicos.
- Los valores de referencia toxicológica no cancerígena deberán ser acordes con la duración de la exposición valorada.

La jerarquía de fuentes empleada deberá estar justificada en el correspondiente informe, dejando evidencia de que se han empleado los valores toxicológicos más actualizados.

4.2.4 Caracterización del riesgo

Para la caracterización del riesgo, se considerarán todos los escenarios de exposición razonadamente posibles, teniendo en cuenta tanto el uso actual del emplazamiento como los posibles usos futuros probables, así como las referencias toxicológicas establecidas para cada sustancia y las diferentes poblaciones que podrían verse afectadas.

Para el cálculo numérico del riesgo, se considerarán las dosis/concentraciones estimadas, así como las referencias toxicológicas para cada vía de exposición. La determinación del riesgo acumulado será derivada de la suma de las exposiciones a los diferentes contaminantes considerados en el análisis y por las diferentes

vías de exposición aplicables. En el caso de que coexistiesen en un mismo medio contaminantes con diferentes mecanismos de acción, se podrá considerar el riesgo individual ejercido por éstos, siempre que se disponga de información contrastada al respecto.

Las estimaciones de riesgo deben calcularse para cada sustancia o sustancias contaminantes de interés, para todas las vías de exposición y para todos los receptores potenciales identificados.

- Para compuestos cancerígenos, el riesgo se estimará como el incremento de la probabilidad de que un individuo desarrolle un cáncer a lo largo de toda su vida por exposición a un agente cancerígeno. Se considerará una situación de riesgo aceptable aquella en la que la frecuencia esperada de aparición de cáncer en la población expuesta no exceda de uno por cada cien mil casos (10^{-5}).
- Para compuestos con efectos no cancerígenos, el riesgo se calculará por comparación de la dosis ingerida a lo largo de un tiempo de exposición especificado con una dosis de referencia toxicológica correspondiente a un período similar de exposición. En este caso, el riesgo se considerará aceptable para cada sustancia cuando el cociente entre las dosis/concentración (en el caso de la vía inhalatoria) de exposición a largo plazo y la dosis/concentración máxima admisible sea inferior a la unidad.

El ACR establecerá la existencia o no de riesgos inaceptables. En el caso de existencia de riesgos inaceptables, se deberán definir los parámetros de riesgo: compuestos generadores de riesgos y medio en el que se encuentran, receptores y vías de exposición.

4.2.5 Análisis de incertidumbre y análisis de sensibilidad

Durante todo el proceso de análisis de riesgos será imprescindible especificar las asunciones e incertidumbres inherentes al análisis.

Se evaluará la incertidumbre indicando los aspectos del análisis que contribuyen en mayor grado a la misma, y su influencia en la toma de decisiones. En caso de detectarse una elevada incertidumbre, se podrá realizar un ACR de nivel 3 para reducir esta incertidumbre y evitar actuaciones innecesarias o sobredimensionadas.

4.2.6 Cálculo de valores objetivo de descontaminación (VOD)

De acuerdo con el artículo 272 ter.1 del RDPH, la administración hidráulica dictará una resolución de declaración de contaminación puntual de aguas subterráneas cuando se cumpla alguno de los siguientes casos:

- Cuando el ACR establezca la existencia de riesgos inaceptables (dentro o fuera del emplazamiento, *on-site* y *off-site*, respectivamente).
- Cuando se supere el VGI en las aguas subterráneas en el exterior del emplazamiento.

En cualquiera de los dos casos de manera independiente, o bien cuando se cumplan las dos condiciones, la resolución de contaminación puntual establecerá lo obligatorio de proceder a la descontaminación del acuífero afectado (a través de un proyecto de descontaminación). Ésta deberá efectuarse de tal manera que se alcancen unos **valores objetivo de descontaminación (VOD)** en el foco o focos (concentraciones en agua subterránea y/o suelos), que aseguren el cumplimiento de las siguientes premisas:

- Inexistencia de riesgos inaceptables para los receptores potenciales identificados (*on-site* u *off-site*).
- No superación de los VGI en el exterior del emplazamiento.

VOD que aseguren riesgos admisibles para receptores potenciales: VOD_{RIESGO}

En caso de que el ACR determine que el nivel de riesgo sea inaceptable en el emplazamiento o su entorno, se definirán los valores de máxima concentración remanente o residual admisible, que serán los que determinen los riesgos aceptables para los receptores potenciales identificados. En el presente documento, estas concentraciones que aseguren la existencia de riesgos admisibles para los receptores potenciales identificados en los puntos de exposición se denominan **VOD_{RIESGO}**. Estos valores podrán revisarse durante el desarrollo de los trabajos de descontaminación si se modifica la composición de la afección en las aguas subterráneas durante el transcurso de los mismos.

Asimismo, estos valores podrían ser revisados durante el desarrollo de los trabajos por cambios toxicológicos, ambientales, niveles de contaminación y compuestos, receptores, etc., es decir, por cualquier criterio con impacto en la evaluación de riesgos, y que pueda justificarse adecuadamente.

Los valores objetivo de descontaminación deberán tener en cuenta los riesgos acumulados potenciales, resultado del sumatorio de todas las sustancias de interés, generados para los receptores sensibles identificados tanto en el emplazamiento (riesgos *on-site*) como fuera de éste (riesgos *off-site*). En el caso de que coexistiesen en un mismo medio contaminantes con diferentes mecanismos de acción, los valores objetivos de descontaminación a calcular podrán considerar el riesgo individual ejercido por éstos, siempre que se disponga de información contrastada al respecto.

Estos valores objetivo corresponderán al menor valor obtenido (más restrictivo) para cada escenario de riesgo actual y futuro probable, receptor, y vía de exposición considerados, tanto para el emplazamiento, como fuera de él.

VOD cumplimiento VGI fuera del emplazamiento: VOD_{VGI}

La concentración residual admisible en la pluma de contaminación situada fuera del emplazamiento en ningún caso podrá ser superior al Valor Genérico de Intervención (VGI), por lo que la descontaminación en el foco y sus valores objetivo deberán dirigirse a reducir las concentraciones a valores inferiores al VGI en el exterior.

Excepcionalmente, se podrá superar hasta en un orden de magnitud el VGI en emplazamientos situados en acuíferos locales definidos como de baja permeabilidad y en los que se haya verificado que se esté produciendo atenuación natural, que la pluma de contaminación se encuentra delimitada y controlada dentro del emplazamiento y no afecta a zonas exteriores al mismo y en los que se verifique una tendencia significativa al descenso de las concentraciones.

Como resultado de la evaluación de las concentraciones de contaminantes fuera del emplazamiento se deberán definir valores objetivo de descontaminación en foco que permitan cumplir los VGI en el exterior del emplazamiento. Para ello, se emplearán como contaminantes de interés los compuestos y concentraciones registradas en el foco o los focos de contaminación determinados y recopiladas en el ECDA. Posteriormente, se evaluará el potencial transporte de la afección existente en el foco a las aguas subterráneas localizadas en

el exterior del emplazamiento y considerando dicha concentración se establecerán unos VOD, en el presente documento denominados como **VOD_{VGI}**, y que, tras la descontaminación, permitan cumplir con los VGI fuera del emplazamiento.

VOD conjunto: cumplimiento VGI fuera del emplazamiento y que aseguren riesgos admisibles para los receptores potenciales: VOD_{RIESGO,VGI}

Como se ha indicado anteriormente, el valor final de objetivo de descontaminación en el foco de contaminación será el que establezca el ACR para la reducción de los riesgos hasta niveles aceptables, tanto dentro como fuera del emplazamiento, y que además reduzca las concentraciones de contaminantes en agua subterránea en el exterior por debajo del VGI para las sustancias consideradas. Estos valores objetivo que permitan cumplir con ambas premisas se denominan **VOD_{VGI,RIESGO}**.

En el documento *Guía de aplicación del nuevo Reglamento del Dominio Público Hidráulico RD 849/1986 - RD 665/2023. Protección de las aguas subterráneas frente a la contaminación puntual*, MITERD, junio de 2024, se incluye un diagrama y una explicación detallada del procedimiento para el cálculo de los Valores Objetivo de Descontaminación (VOD) mencionados anteriormente.

5 CONTENIDO MÍNIMO DEL INFORME

El informe del análisis de riesgos, salvo indicaciones y/o requerimientos expresos, podrá presentarse como documento independiente o incluido dentro del Estudio de caracterización y diagnóstico ambiental. En cualquier caso, la información contenida en el informe deberá ser completa, asegurando su trazabilidad (certificados analíticos de las muestras consideradas en el ACR, documentación justificativa del origen de los datos de partida, entradas y salidas de los softwares utilizados, etc.).

El contenido mínimo³ de los informes de análisis de riesgos es el siguiente:

1. Introducción.
 - a. Datos de la entidad física o jurídica solicitante (nombre, dirección postal, número de teléfono y correo electrónico) del inicio del procedimiento de declaración de la calidad del suelo, en el marco del cual se ha realizado la caracterización preliminar o en su caso, detallada y su relación jurídica con el emplazamiento de estudio (propietario, arrendatario-explotador, potencial comprador, etc.).
 - b. Antecedentes.
 - c. Ubicación y situación geográfica del emplazamiento.
 - d. Antecedentes técnicos. Informes de caracterización y diagnóstico ambiental relacionados.
 - e. Objetivos del análisis.
 - f. Entidad que ha realizado el análisis.
2. Descripción del modelo conceptual

³ Se trata de un contenido mínimo a incluir en el informe de ACR, pero no se establece como índice obligatorio, cada ECAH puede optar por recoger la información requerida como considere.

- a. Características del emplazamiento. Descripción de la situación y entorno, así como de las instalaciones existentes y su estado actual de uso. Breve descripción geológica e hidrogeológica del emplazamiento. Definición de los recursos afectables, usos y aprovechamientos existentes.
 - b. Definición de los focos de afección. Descripción de los focos primarios y secundarios de afección. Definición de las plumas de contaminación. Análisis de los resultados analíticos obtenidos en los estudios de evaluación en los distintos medios (aguas, suelos y vapores).
 - c. Receptores y vías de exposición. Definición de los receptores y de las posibles vías de exposición considerando exposiciones *on-site* y *off-site*. Definición de los aspectos de movilización de contaminantes y mecanismos de transporte.
 - d. Definición de los escenarios. Descripción de los escenarios de análisis propuestos y caracterización del marco de exposición para cada uno de ellos.
 - e. Tabla resumen del modelo conceptual con todos los aspectos relevantes del ACR (escenarios, mecanismos de transporte, vías de exposición, receptores potenciales, determinación del riesgo y valores objetivos de descontaminación en función del riesgo, entre otros). Incorporación de un esquema del modelo conceptual (por ejemplo, en un diagrama).
3. Evaluación de la exposición
 - a. Compuestos de interés. Determinación de los compuestos contaminantes a considerar en el análisis y determinación de las concentraciones de entrada en el modelo.
 - b. Modelos de transporte utilizados por el software de cálculo.
 - c. Definición de los parámetros del medio utilizados.
 - d. Definición y origen de los parámetros de exposición.
 4. Evaluación de la toxicidad. Definición de los criterios y datos toxicológicos utilizados como referencia en el análisis.
 5. Caracterización del riesgo.
 - a. Distinción del cálculo de riesgo en función de compuestos no cancerígenos y de compuestos cancerígenos.
 - b. Resultados del análisis de riesgo. Análisis del resultado para cada uno de los escenarios planteados.
 6. En caso de ser necesario, cálculo de los valores objetivos de descontaminación.
 7. Análisis de incertidumbre. Análisis de sensibilidad.
 8. Conclusiones y recomendaciones.

Se trata de un contenido mínimo que podrá ser ampliado con objeto de integrar las tareas específicas para la evaluación de la calidad de los suelos de acuerdo con lo requerido en el *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*, y en cualquier otra normativa o documentos técnicos autonómicos de aplicación.

ANEXO III: PROCESO DE DESCONTAMINACIÓN

1 ALCANCE

Cuando el ACR evidencie la existencia de riesgos inaceptables y/o cuando se supere el Valor Genérico de Intervención (VGI) en el exterior del emplazamiento, se requerirán medidas de recuperación o descontaminación del acuífero contaminado, y así se establecerá en la correspondiente resolución de contaminación puntual.

Asimismo, cuando se detecte fase no acuosa (fase libre de sustancias más o menos densas que el agua subterránea se procederá a su inmediata extracción hasta niveles técnica y económicamente viables, previa elaboración de un plan de actuaciones que defina y justifique técnicamente, como mínimo, la metodología de extracción, los objetivos a alcanzar, los plazos de ejecución, así como el plan de control que permita evaluar la evolución del tratamiento, y las actuaciones previstas para certificar la consecución de los objetivos planteados. La recuperación de la fase no acuosa, así mismo, deberá incluir las actuaciones necesarias para asegurar la delimitación del alcance de la afección por LNAPL o DNAPL.

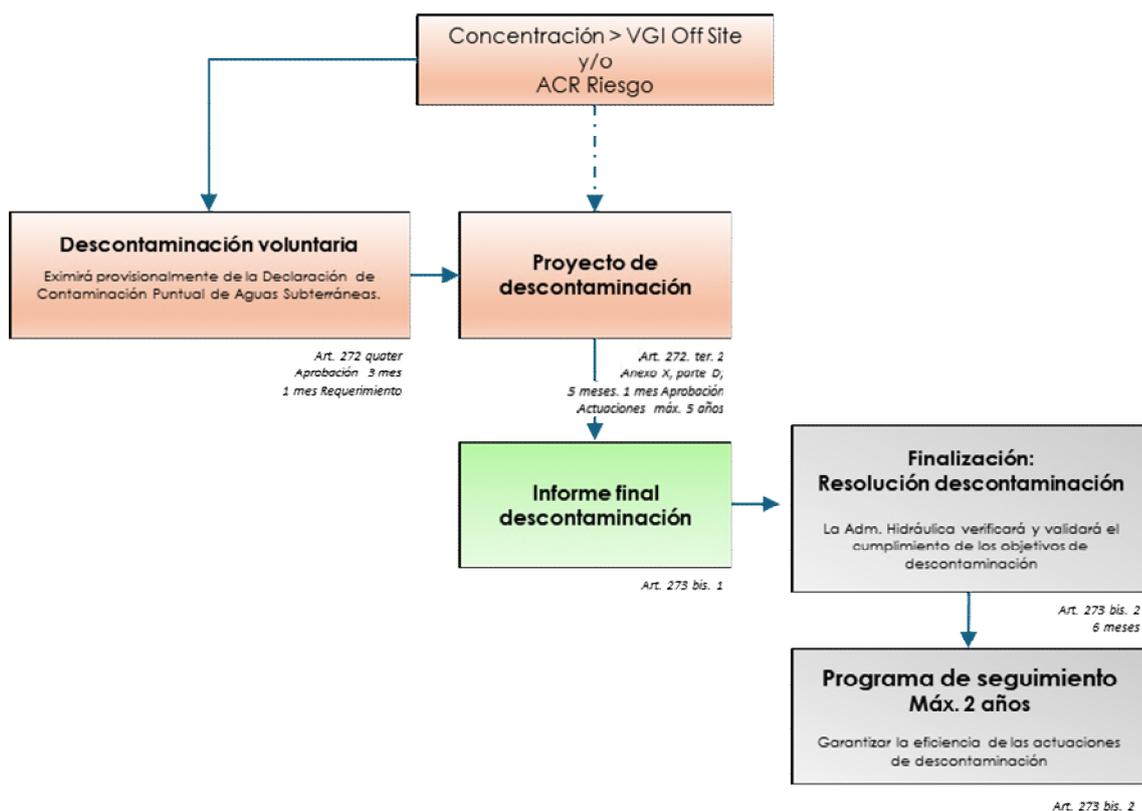


Figura 6. Diagrama del proceso de descontaminación.

El proceso de descontaminación de las AA.SS., de acuerdo con lo establecido en el RDPH al respecto en su Art. 272 bis, puede seguir dos vías diferentes:

- Proyecto de descontaminación tras una declaración de contaminación puntual.
- Descontaminación voluntaria.

El proyecto de descontaminación será requerido por la administración hidráulica en la resolución de declaración de contaminación puntual de las aguas subterráneas, de acuerdo con lo establecido en el RDPH en su artículo 272. Esta declaración implica adoptar medidas de descontaminación y saneamiento del subsuelo del emplazamiento y la obligación de presentar el Proyecto de Descontaminación en los plazos requeridos en el RDPH.

La descontaminación voluntaria está contemplada en el artículo 272 quarter, eximiendo provisionalmente de declaración de contaminación puntual siempre que se cumplan determinados requisitos, como la realización y presentación del ECDA o sus equivalentes, y el ACR, con anterioridad a la correspondiente solicitud, junto con el plan de descontaminación voluntaria.

Independientemente de la vía de actuación elegida, el proceso implicará la presentación de un proyecto de descontaminación de las AA.SS. de acuerdo con las directrices establecidas en el anexo X, parte D, elaborado por una ECAH.

El presente anexo detalla los requisitos específicos que deben cumplir las ECAH para la descontaminación de emplazamientos por contaminación puntual de las aguas subterráneas, así como el contenido mínimo de un proyecto de descontaminación.

2 CONSIDERACIONES

Los proyectos de descontaminación a elaborar deben ser integrales, es decir, deberán tener en cuenta la descontaminación y consecución de los valores objetivo definidos para cada uno de los medios físicos afectados (aguas subterráneas, aguas superficiales, suelos, vapores, etc.).

Según la disposición transitoria octava del RD 665/2023, los expedientes que se encuentren en proceso en el momento de entrada en vigor de la citada norma y que estén relacionados con objetivos de descontaminación o requerimientos específicos, seguirán regidos por las normativas y condiciones bajo las cuales se iniciaron hasta su completa finalización, sin perjuicio de que la administración hidráulica establezca nuevos requerimientos que no fueran contradictorios con aquellos, tal como establece la Disposición transitoria octava del RDPH.

El plazo máximo inicial de los trabajos de descontaminación será de cinco años, a contar desde la aprobación del proyecto de descontaminación por la administración hidráulica y la autonómica de suelos, en su caso. La administración hidráulica podrá aprobar plazos superiores a 5 años para la ejecución de la descontaminación, bien tras la presentación del Proyecto de descontaminación, bien durante la ejecución del proyecto, o a petición del responsable de la descontaminación y bajo causas debidamente justificadas.

El Proyecto de descontaminación será elaborado por una ECAH. La ejecución de los trabajos de descontaminación podrá ser realizada por la misma ECAH que ha hecho el proyecto. Una vez completadas las actuaciones de descontaminación, se elaborará un informe final que recoja todos los trabajos realizados y las analíticas que demuestren el estado final tras la descontaminación. Finalmente, la certificación de la

consecución de los objetivos de descontaminación y las analíticas que así lo demuestren, será elaborada por una ECAH ajena a la entidad que ha elaborado el Proyecto y/o llevado a cabo la descontaminación, entidad que deberá así mismo estar acreditada para la elaboración de estudios de caracterización y diagnóstico medioambiental.

Las labores de monitorización y seguimiento tras la descontaminación serán igualmente llevadas a cabo por una ECAH acreditada para la elaboración de estudios de caracterización y diagnóstico medioambiental.

3 REQUISITOS ESPECÍFICOS DE ACREDITACIÓN (ECAH). MEDIOS HUMANOS

Las actuaciones incluidas dentro del proceso de descontaminación (redacción del Proyecto, pruebas piloto, desarrollo de la descontaminación como tal, etc.), serán llevadas a cabo por personal habilitado y cualificado por la empresa que desarrolle los trabajos según su propio sistema de calidad implantado, donde debe quedar definida y documentada, entre otros, la formación, experiencia y conocimientos necesarios para realizar las distintas actividades, así como las responsabilidades asignadas.

La ECAH debe contar, al menos, con un responsable de Proyectos de descontaminación, pudiendo disponer así mismo de técnicos y auxiliares para realizar actividades relacionadas con el desarrollo del Proyecto, labores de muestreo, así como mantenimiento de los equipos necesarios para las actuaciones.

4 CONTENIDO DEL PROYECTO DE DESCONTAMINACIÓN

El contenido técnico mínimo que debe incluir un proyecto de descontaminación es el definido en el anexo X parte D del RDPH, contenido que se sintetiza en la Figura 7 **Figura 7. Contenido del Figura 7**, y se explica con mayor detalle en sucesivos apartados.

ANEXO X. Protección de las aguas subterráneas frente a la contaminación puntual	
Parte D. Contenido técnico del proyecto de descontaminación	
C) Proyecto de descontaminación	
A) Antecedentes y alcance del proyecto.	
1. Antecedentes.	
2. Alcance del proyecto.	
B) Bases utilizadas para el diseño de los sistemas de corrección de la contaminación, saneamiento o descontaminación.	
1. Marco geológico e hidrogeológico.	
a) Geología.	
b) Hidrogeología.	
2. Extensión de la contaminación en el subsuelo y determinación de las zonas a tratar.	
3. Objetivos de la descontaminación: valores objetivo.	
4. Discusión de aplicabilidad de la técnica o técnicas a aplicar.	
C) Descripción de los procesos de tratamiento.	
1. Descripción de la técnica a aplicar.	
2. Resultado de los ensayos piloto (en su caso).	
3. Diseño de los sistemas de tratamiento.	
D) Ejecución del proyecto.	
1. Obra civil: sondeos, pozos de bombeo, infraestructura y equipos.	
2. Sistemas de extracción y tratamiento de la contaminación.	

ANEXO X. Protección de las aguas subterráneas frente a la contaminación puntual	
Parte D. Contenido técnico del proyecto de descontaminación	
3.	Sistemas de evacuación de efluentes.
4.	Control y operación del sistema.
5.	Operación y mantenimiento del sistema.
6.	Informes periódicos y memoria final.
7.	Desmantelamiento y retirada de equipos y componentes.
E)	Programa de monitorización y seguimiento.
1.	Programa de monitorización y seguimiento.
2.	Plan de emergencia y reactivación.

Figura 7. Contenido del proyecto de descontaminación

4.1 ANTECEDENTES Y ALCANCE DEL PROYECTO

El proyecto de descontaminación dará comienzo explicando los antecedentes del emplazamiento y los trabajos previos realizados, ECDA y ACR, entre otras actividades relevantes. Se delimitará el alcance del proyecto en función de los valores objetivo de descontaminación establecidos.

4.2 BASES UTILIZADAS PARA EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE CORRECCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN, SANEAMIENTO O DESCONTAMINACIÓN

El modelo conceptual disponible, así como toda la información obtenida en el ECDA en cuanto al marco geológico e hidrogeológico, la extensión de la contaminación o las zonas a tratar, etc., serán empleados como base para el diseño de la descontaminación, a lo que se sumará la información del ACR y sus valores objetivo y, en su caso, la de los pertinentes estudios complementarios y/o ensayos *in situ* necesarios para un correcto diseño del proyecto.

Todo proyecto de descontaminación debe incluir un estudio de alternativas. La selección de la Mejor Técnica Disponible (MTD) para la descontaminación de aguas subterráneas, dada la diversidad de situaciones y factores involucrados, requiere inicialmente identificar las técnicas viables y aplicables. Posteriormente, estas se comparan y evalúan exhaustivamente para identificar de manera justificada la MTD, un proceso que debe ser comprensible tanto para el responsable de la descontaminación como para la administración competente que debe aprobarla.

Siempre que sea posible, la descontaminación se orientará a eliminar los focos de contaminación y a reducir la concentración de los contaminantes en el subsuelo. En el caso de que por razones justificadas de carácter técnico, económico o medioambiental no sea posible esa recuperación, se podrán aceptar soluciones de eliminación del riesgo que tiendan a reducir la exposición o a eliminar las vías de migración o los vectores de transporte correspondientes, siempre que incluyan medidas de corrección, contención, confinamiento u otras similares.

4.3 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS DE TRATAMIENTO

La casuística en cuanto a los procesos de tratamiento aplicables es inabarcable. De forma general, este capítulo incluirá detalles tanto conceptuales como técnicos, sobre los sistemas o técnicas específicas de

aplicación, los resultados de los ensayos piloto si los hubiera, y el diseño completo de los equipos y/o métodos de tratamiento.

Se considerará la evolución temporal del sistema y en caso de aplicar varias técnicas o un tren de tratamiento, se realizará una previsión de tiempos de aplicación y objetivos parciales o temporales, en su caso.

4.4 EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Tanto la obra civil, sondeos, pozos de bombeo, infraestructura y equipos, así como los sistemas de extracción y tratamiento de la contaminación, o los sistemas de evacuación de efluentes, quedarán definidos técnicamente en el proyecto, incluyendo los planos detallados a escala de todo el sistema.

Del mismo modo, el control y operación del sistema, su mantenimiento o el desmantelamiento y retirada de equipos final deben quedar definidos con el suficiente detalle técnico. Se considerarán las necesidades previstas de suministros (energía, agua, etc.), materiales fungibles y reactivos y la gestión de los efluentes y residuos generados, así como las posibles métricas, parámetros e indicadores de control, tanto de la instalación como del proceso de descontaminación y desmantelamiento.

Se debe indicar el contenido de un informe de puesta en marcha, así como los informes periódicos, memoria final y seguimiento.

4.5 PROGRAMA DE MONITORIZACIÓN Y SEGUIMIENTO

En el Proyecto se incluirá el contenido de los siguientes informes, programas y planes.

Informe de inicio o de puesta en marcha que presente los trabajos que se realizarán para la implantación del sistema de descontaminación y su puesta en marcha.

Informes de seguimiento y control de la descontaminación. Se incluirán los parámetros a analizar, frecuencia y puntos de muestreo.

Informe de consecución de objetivos. Contemplará las actuaciones llevadas a cabo, así como las analíticas que probarían la consecución de los objetivos de descontaminación tras completar las actuaciones.

Programa de seguimiento. El programa de seguimiento post-descontaminación, detallará los muestreos y analíticas a realizar para confirmar la consecución de los objetivos de descontaminación durante al menos dos años tras la consecución de objetivos.

La Orden TED/739/2025, de 19 de junio, por la que se desarrolla el régimen jurídico de las entidades colaboradoras de la administración hidráulica en materia de aprovechamientos y protección de las aguas del dominio público hidráulico, regula el régimen jurídico de las ECAH y establece las condiciones para la obtención y mantenimiento del título de ECAH, así como las condiciones de funcionamiento y control y los procedimientos que estas deben seguir para garantizar el cumplimiento de obligaciones ante la administración hidráulica mediante ensayos, muestreos, verificaciones y controles.

Esta Orden moderniza y actualiza a su predecesora, la Orden MAM/985/2006, de 23 de marzo, en relación con los requisitos, funciones y atribuciones de las ECAH, ajustándolas a los nuevos tiempos, en los que la necesidad de una garantía de calidad en materia de aguas, y en particular, en materia de aguas subterráneas, se hace cada vez más patente.

Así, esta Orden Ministerial TED/739/2025 responde a la obligación de garantizar la competencia técnica de las ECAH cuando actúan ante la administración hidráulica en el ámbito de la contaminación puntual de las aguas subterráneas.

Es en este marco en el que se desarrolla el presente *Protocolo para las actuaciones de protección de la calidad de las aguas subterráneas frente a la contaminación puntual*, que deberá ser aplicado por las ECAH, cuya competencia técnica tendrá que estar acreditada conforme a la norma UNE-EN ISO/IEC 17020, siguiendo el esquema habitual de aseguramiento de la calidad de las actuaciones de una entidad.

Los objetivos perseguidos con la elaboración del este protocolo son:

- Establecer requisitos mínimos para garantizar la solvencia técnica de las ECAH dentro de sus actuaciones como Organismo de Inspección, incluyendo requisitos de cualificación y formación del personal.
- Disponer de un instrumento documental adecuado cuyo cumplimiento por parte de las ECAH garantice la calidad de las actuaciones en materia de protección de aguas subterráneas del RDPH frente a la contaminación puntual.
- Armonizar las actividades de las ECAH mediante la definición de los requisitos y criterios técnicos que deben tenerse en cuenta en las actividades de protección de las aguas subterráneas frente a la contaminación puntual.