

INVESTIGACIÓN DEL ESTADO FINAL DEL SUELO

2020



EUSKO JAURLARITZA



GOBIERNO VASCO

INVESTIGACIÓN DEL ESTADO FINAL DEL SUELO

2020

Fecha Enero 2020

Propietario Gobierno Vasco.



[Investigación de la calidad del suelo](#)



Verificación del estado final del suelo tras excavación.	1
Introducción.	1
Determinación de la necesidad de realizar la verificación del estado final del suelo.	2
Programa de muestreo.	3
Definición del programa de muestreo.	3
Introducción.	3
Número de puntos de muestreo.	3
Ubicación de los puntos de muestreo.	6
Profundidad de los puntos de muestreo y otras consideraciones.	6
Definición del programa analítico.	7
Evaluación de los resultados.	8
Otros aspectos operativos.	11
Contenido del informe de la investigación del estado final del suelo.	12
Verificación de la recuperación del suelo cuando se apliquen técnicas de recuperación que no conlleven excavación.	12
Responsabilidad de la realización de la investigación del estado final del suelo.	13

La investigación del estado final del suelo tiene como finalidad principal proporcionar la información suficiente para garantizar que la recuperación o la excavación por motivos constructivos ha permitido alcanzar los objetivos de calidad del suelo remanente, exigidos por el órgano ambiental. El documento final que se elabore tras la ejecución de esta investigación será la base para la acreditación bien de la recuperación bien de la calidad del suelo tras la excavación.

Los criterios para verificar la calidad del suelo remanente dependerán de diversas cuestiones. No obstante, será la inclusión de trabajos de excavación en el proceso de recuperación la variable que establecerá las primeras diferencias en la forma de diseñar la investigación del estado final del suelo.

Verificación del estado final del suelo tras excavación.

Introducción.

En términos generales, el objetivo del muestreo y análisis del suelo/material remanente tras la excavación será la obtención de la información necesaria para validar desde el punto de vista ambiental las actuaciones realizadas, es decir, para garantizar que el material que permanecerá en el emplazamiento cumple con los objetivos previamente establecidos. En casos, como, por ejemplo, excavaciones realizadas en el ámbito de la exención, que no llevan aparejada la definición previa de objetivos, la caracterización del suelo remanente servirá para proporcionar datos que descarten la existencia de indicios de contaminación que pudieran conducir al inicio del procedimiento de declaración de la calidad del suelo.

La excavación sobre suelos afectados en su calidad se puede plantear como parte del proyecto de saneamiento o como actividad ligada a la implantación de un nuevo proyecto. Aunque la finalidad de la excavación sea diferente, en ambos casos se deberá garantizar a su finalización que el suelo remanente en la parcela es apto para los usos actuales y previstos. No obstante, en el primero de los casos, la verificación del estado final del suelo será obligatoria mientras que la necesidad de llevar a cabo esta tarea en el segundo de ellos se determinará caso por caso en función de los criterios que se mencionan más adelante.

Se aplicará también el procedimiento de evaluación de la calidad del suelo remanente cuando el órgano ambiental, en aplicación del artículo 42 de la

Ley 4/2015, de 25 de junio, para la prevención y corrección de la contaminación del suelo exija la retirada y correcta gestión de aquellos residuos de origen antrópico que se hubieran podido detectar en el suelo, especialmente residuos peligrosos, independientemente de que su presencia suponga o no un riesgo inaceptable. En este caso la verificación del estado final deberá garantizar la eliminación total de esta tipología de residuos.

Determinación de la necesidad de realizar la verificación del estado final del suelo.

Como ya se ha mencionado anteriormente, cuando la excavación se realiza con objeto de eliminar materiales cuya presencia supone un riesgo inaceptable, la verificación del estado final del suelo será obligatoria en todos los casos. Será igualmente obligatoria, e independiente de la existencia de riesgo, cuando la excavación se lleve a cabo para la eliminación de residuos peligrosos.

En el caso de excavaciones realizadas por necesidades del proyecto constructivo, en todo caso, será necesaria la verificación de la situación final del suelo en los siguientes casos:

- Si la concentración de alguno de los contaminantes supera VIE-B o el contenido de TPH es superior a 500 mg/kg o siendo inferior a esta concentración no cumple los criterios RIVM, al final de la excavación definida en el proyecto o cuando se disponga de datos que indiquen que se ha llegado a niveles de suelo con concentraciones de todos los contaminantes inferiores a VIE-B o de TPH inferiores a 500 mg/kg con cumplimiento de los criterios RIVM. Una vez se han alcanzado estas concentraciones, la excavación no tendrá más condicionantes ambientales que los señalados por la normativa de residuos.
- Si se detectan contaminantes en el suelo característicos de la/s actividad/es desarrolladas en el emplazamiento, sin valores de referencia, en concentraciones que puedan suponer un riesgo.

Cuando la excavación se produzca por motivos constructivos y siempre y cuando la investigación realizada sea suficiente, la investigación del estado final del suelo podría no ser necesaria si:

- La excavación ha avanzado más allá de los niveles alterados y se aporta información suficiente que demuestra que la extensión final de la excavación alcanza terreno natural. Para ello será necesario suministrar los datos de caracterización analítica del nivel a partir del cual se actuó sobre niveles de suelo natural. Se deberá demostrar

que la analítica cumpla con VIE-A o TPH inferiores a 50 mg/kg, para poder considerarse suelo limpio y reutilizarse en el emplazamiento o gestionarse en un relleno autorizado.

- Cuando la excavación haya alcanzado el nivel de roca sana o niveles de roca con grados de meteorización en los que la probabilidad de que se haya producido una retención de los contaminantes sea despreciable.

Programa de muestreo.

Definición del programa de muestreo.

Introducción.

La definición del número, ubicación y profundidad de los puntos de muestreo deberá basarse en criterios técnicos establecidos en función de las características del tipo de saneamiento que se haya llevado a cabo, del alcance de la contaminación (tipos de contaminantes, actividades desarrolladas, modelo conceptual de contaminación) y del grado de confianza requerido.

Dada la complejidad y gran variedad de situaciones, cada emplazamiento y actuación requerirá un plan de muestreo específico que se incluirá en el plan de recuperación y que contemplará las particularidades del emplazamiento. La investigación del estado final del suelo deberá, no obstante, cumplir unos estándares mínimos en cuanto al número y ubicación de las muestras que se describen en los apartados siguientes. En caso de que los programas concretos de caracterización de la calidad del suelo remanente se desvíen de esta metodología, se deberá justificar y consensuar la alternativa con el órgano ambiental.

Número de puntos de muestreo.

El número mínimo de puntos de muestreo para la valoración del estado final del suelo se calculará inicialmente en función de la superficie a muestrear. Para el cálculo se utilizarán las tablas 2 y 3.

Superficie saneada (m ²)	Número mínimo de puntos de muestreo
< 50	1
51 – 100	2
101 –150	3
151-250	4
251-400	5
401-600	6
601-800	7
801-1000	8
> 1000	8 + 1 muestra adicional por cada 300 m ²

TABLA 1. NÚMERO DE PUNTOS DE MUESTREO A UBICAR EN EL FONDO DE LA EXCAVACIÓN.

Para excavaciones menores de 10 m de perímetro se puede considerar la toma de únicamente dos muestras, una para la base y otra en la pared con mayor probabilidad de afección.

Para excavaciones con forma irregular (gran número de frentes de excavación), se permitirá la agrupación de las paredes menores de 5 m con paredes adyacentes siempre que el origen de la contaminación sea el mismo. En este caso la longitud a aplicar será la resultante de sumar la longitud de todas las paredes.

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

TABLA 2. MUESTRAS DE LAS PAREDES DE EXCAVACIÓN EN FUNCIÓN DE LA LONGITUD DE LA PARED CUANDO LA PROFUNDIDAD VA DE 0,3 M A 2,5 M

Las muestras de las paredes no serán necesarias en excavaciones de profundidad inferior a 30 cm. Por su parte, para paredes de altura superior a 2,5 m el número de muestras de la pared se calculará aplicando los mismos criterios de superficie que para la base y no los de la tabla referida a las paredes de excavación.

El número de muestras podrá reducirse excepcionalmente con la aprobación del órgano ambiental, cuando se den situaciones tales como las siguientes:

- Durante la excavación se ha realizado un control analítico completo en laboratorio del material excavado y en especial, de lo extraído en las proximidades del frente de excavación objeto del muestreo.
- La presencia o ausencia de contaminación puede ser determinada con fiabilidad suficiente mediante medidas de campo y observaciones organolépticas debido a la naturaleza de los contaminantes presentes.
- Se dispone de una buena correlación entre resultados de análisis de seguimiento durante la excavación realizados con equipos de campo y análisis de laboratorio.
- Si para una parte de la superficie a muestrear (pared o fondo) se dispone de suficiente información que demuestra la inexistencia de contaminación, esta superficie podrá no computarse en el cálculo

del número de muestras. En este caso, los puntos de muestreo se ubicarán en el resto del área. Generalmente éste será el caso de excavaciones de contaminaciones profundas, donde para acceder se haya tenido que excavar terreno superficial no afectado. Para contaminaciones superficiales, no se tendrá en cuenta este criterio.

- Existen infraestructuras u horizontes rocosos que afecten a parte de los límites de la excavación.

En todo caso se descarta la utilización de muestras compuestas.

Ubicación de los puntos de muestreo.

Para la ubicación de los puntos de muestreo se utilizará una cuadrícula regular con objeto de distribuir las muestras uniformemente en toda la superficie y paredes de excavación. Las dimensiones de cada celda de la cuadrícula de muestreo se determinarán en función del número de muestras calculado de acuerdo a los criterios que se proporcionan en el apartado anterior dividiendo la superficie de excavación entre el número de puntos de muestreo.

Para determinar la localización de los puntos de muestreo en cada celda se deberán seguir las siguientes pautas:

- Las muestras se tomarán siempre en las zonas (o profundidades para las paredes) con una mayor probabilidad de contaminación sobre la base de los estudios previos, donde se aprecie contaminación visible o donde debido a las características del suelo sea previsible que exista mayor contaminación (por ejemplo, en los límites de materiales/estructuras geológicas que puedan actuar de trampas para las sustancias contaminantes).
- En caso de haberse utilizado equipos de análisis de campo durante la fase de excavación, éstos podrán ser empleados para orientar la definición del punto exacto de muestreo en cada celda.
- En el caso de una distribución homogénea de la contaminación, los puntos de muestro se ubicarán dentro de cada celda utilizando criterios sistemáticos (por ejemplo, siempre en el centro de la celda o en una esquina determinada).

Profundidad de los puntos de muestreo y otras consideraciones.

El tiempo que pasa entre la finalización de la excavación y el muestreo puede repercutir en el resultado de los análisis. Por ello y para evitar que los agentes meteorológicos (aire, lluvia y temperatura) puedan afectar al muestreo, éste se deberá realizar lo antes posible (inmediatamente

después a la realización de la excavación, si es posible) y siguiendo las siguientes pautas en lo que se refiere a la profundidad de muestreo:

- En caso de muestreo dentro de las 24 horas posteriores a la excavación, las muestras representarán a los 20 cm superiores del terreno.
- Cuando hayan transcurrido más de 24 horas después de la excavación, las muestras se extraerán de 20 a 35 cm de profundidad cuando los contaminantes sean volátiles o semivolátiles.

Definición del programa analítico.

En el caso de que se haya ejecutado una excavación con la finalidad de proceder a un saneamiento del suelo, los compuestos que se analizarán serán aquellos para los que se hayan establecido valores objetivo. No se considera necesario analizar los parámetros que de acuerdo a las investigaciones previas ya fueron descartados a no ser que por alguna razón específica se recomiende su cuantificación. La información obtenida en el control analítico realizado durante la excavación puede contribuir igualmente a la definición del programa analítico. En una misma excavación, en función de las afecciones detectadas, se podrán definir diferentes programas analíticos para zonas distintas siempre que se justifiquen adecuadamente.

Cuando la excavación se haya ejecutado exclusivamente con fines constructivos, se caracterizarán todos los contaminantes que hayan superado VIE-B en cualquiera de las fases de investigación. Los TPH se cuantificarán si hubieran superado la concentración de 500 mg/kg o los valores de referencia incluidos en el documento *Technical evaluation of the intervention values for soil/sediment and groundwater. Human and ecotoxicological risk assessment and derivation. (RIVM, 711701023. 2001)*.

Con carácter general, todos los resultados analíticos incluidos en la investigación del estado final del suelo deberán proceder de laboratorios cuyas técnicas hayan sido acreditadas según la norma UNE-EN ISO/IEC 17025 específicamente para cada contaminante y rango de concentración. En el caso de que, por alguna razón excepcional, que deberá quedar adecuadamente justificada en el informe, no haya sido posible proceder de esta manera, se identificarán de manera clara e inequívoca los resultados analíticos no acreditados.

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

caso de que puntualmente sea imposible alcanzar este valor, sea por cuestiones técnicas relacionadas con la muestra, sea por limitaciones tecnológicas o de otro tipo, deberá razonarse y documentarse adecuadamente tal limitación, así como la ausencia de alternativas aplicables. Además, la discusión de los resultados deberá en este caso incluir la argumentación técnica o científica que permita solventar la falta de información.

El informe de la investigación, o en su caso los certificados del laboratorio, incluirán de manera individualizada para cada contaminante: la técnica analítica utilizada, el límite de cuantificación, la incertidumbre y el intervalo de concentraciones para el que la técnica está acreditada.

Evaluación de los resultados.

Los resultados de la caracterización analítica de las muestras extraídas en el hueco de excavación (fondo y paredes, cuando sea de aplicación) permitirán evaluar el estado final del suelo en la zona de actuación. Como consecuencia de esta verificación se determinará si la zona excavada se encuentra en una situación ambientalmente aceptable o por el contrario, requiere de actuaciones adicionales.

La evaluación de los resultados de la investigación del estado final del suelo se realizará por comparación directa de los contenidos de los contaminantes en el suelo con los valores objetivo de saneamiento derivados como parte del plan de recuperación (en caso de excavación por saneamiento) o con los VIE-B de aplicación (en caso de excavación por razones constructivas). En este último caso, las concentraciones de TPH se compararán con 500 mg/kg o los contenidos de las fracciones con los valores de referencia incluidos en el documento *Technical evaluation of the intervention values for soil/sediment and groundwater. Human and ecotoxicological risk assessment and derivation. (RIVM, 711701023. 2001)*.

La técnica de comparación directa será siempre la primera opción en el proceso de evaluación de la calidad del suelo remanente.

En el caso de que las concentraciones de contaminantes no superen las concentraciones de referencia, el emplazamiento se considerará apto para los usos y proyecto constructivo a los que esté destinado. Si por el contrario se detectaran contenidos mayores a los de referencia se requerirá de una sobreexcavación o del planteamiento de otras acciones que permitan garantizar la ausencia de riesgo ambiental en el emplazamiento.

Si se requiere ampliar el saneamiento mediante sobreexcavación, a la finalización de los trabajos se tomarán muestras de verificación del estado final adicionales en las áreas de ampliación de la excavación siguiendo la metodología descrita en este capítulo. Se incluirán en el programa analítico aquellos parámetros cuyas concentraciones hayan superado el criterio de saneamiento.

Si en el muestreo del suelo remanente se obtuvieran concentraciones que superasen de forma muy localizada los valores de referencia para la zona excavada, se podrá plantear la evaluación de la situación final alcanzada utilizando métodos estadísticos, siempre que éstos sean justificados ante el órgano ambiental y aprobados por éste. Para poder utilizar esta aproximación será necesario aplicar métodos reconocidos internacionalmente partiendo del número de muestras que cada uno de ellos considere estadísticamente significativo.

Esta forma de evaluación no será aplicable si la excavación se ha planteado con motivo de una situación de riesgo ecológico o si el riesgo ambiental detectado está relacionado con una afección al agua subterránea derivada de filtraciones desde el suelo.

La aproximación estadística requiere además que las concentraciones objetivo se hayan definido para una exposición crónica de los receptores a los contaminantes. En este caso, se considera que la exposición se produce de forma aleatoria en toda la superficie saneada y no de forma localizada en los puntos de mayor concentración. Para evaluar la incidencia de las máximas concentraciones remanentes y descartar riesgos potencialmente inadmisibles, se deberá completar el análisis de riesgos disponible con una nueva evaluación de los posibles efectos tóxicos agudos generados por exposiciones de corta duración.

La aproximación estadística puede aplicarse sin considerar la distribución espacial de los contaminantes (análisis puramente numérico) o incluyendo la variabilidad geográfica de los datos disponibles y los escenarios de exposición tenidos en cuenta para el análisis de riesgos.

Como concentración remanente representativa del emplazamiento, la U.S. EPA recomienda emplear el límite superior de confianza LSC (o Upper Confidence Limit, UCL, como se suele denominar habitualmente) de 95% (LSC 95%) sobre la media aritmética de toda la población muestreada. De forma práctica, este LSC representaría la concentración bajo la cual se encontraría el 95% de las muestras que se tomaran de forma aleatoria en el emplazamiento.

Para su cálculo se pueden utilizar diferentes algoritmos, en función del tipo de distribución estadística de la población (normal, lognormal, gamma, no paramétrica). Además, es necesario realizar una identificación de valores atípicos (aquellos muy altos o muy bajos) que pueden distorsionar el cálculo de los LSC y valorar la incidencia de la población de muestras que no han superado el límite de detección analítico a la hora de calcular el LSC 95%.

Si tras esa evaluación se comprueba que el LSC 95% cumple con el valor de referencia aplicable a la zona excavada, debe verificarse que la exposición a las máximas concentraciones remanentes no supone un riesgo ambiental inaceptable asumiendo una exposición aguda. Una vez aseguradas ambas condiciones, podría proponerse una valoración positiva del estado final del suelo ante la Viceconsejería de Medio Ambiente.

En la Figura 1 se presentan, a partir del muestreo de suelos remanente, los pasos necesarios para considerar finalizadas las actuaciones en la zona excavada.

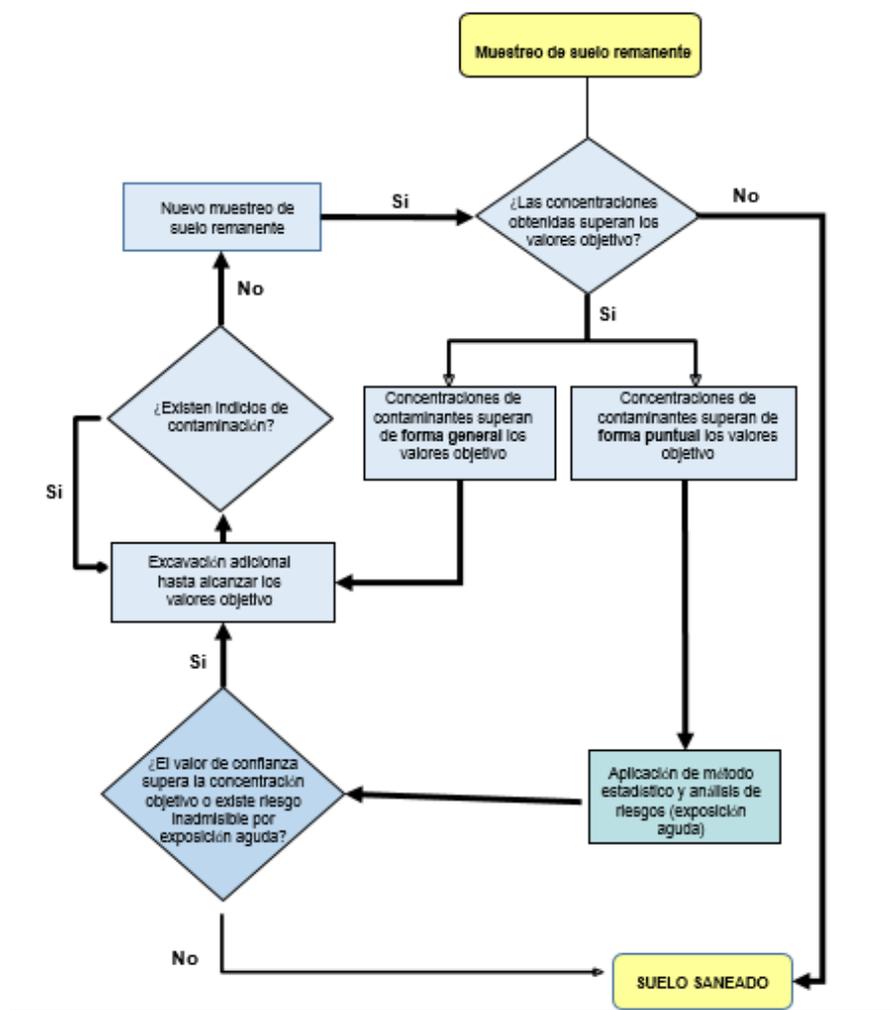


FIGURA 1. PROCEDIMIENTO DE ACTUACIÓN EN ZONAS EXCAVADAS

Otros aspectos operativos.

El programa de investigación del estado final del suelo incluirá no sólo la superficie excavada (fondo y paredes del hueco de excavación) sino también aquellas zonas del emplazamiento que hayan podido resultar afectadas en su calidad como consecuencia de las diferentes operaciones que requieren los trabajos de excavación (zonas de acopio, de tratamiento, de circulación o de lavado de maquinaria).

Por otro lado, podría darse el caso de que con el fin de garantizar la estabilidad de las paredes de excavación fuera necesario proceder a la construcción de muros de contención provisionales o definitivos. En este caso el muestreo para la verificación del estado final se realizará preferentemente sobre las superficies expuestas del hueco de excavación.

Si esto no fuera posible por la urgencia que requiere la construcción de los muros se tomarán muestras mediante sondeos ubicados en los límites perimetrales del hueco a la mínima distancia posible, que alcancen la profundidad máxima de excavación. El número de sondeos se determinará de acuerdo a los criterios de la Tabla 2.

La existencia de un muro de contención no eximirá en ningún caso la realización de la investigación del estado final del suelo.

Contenido del informe de la investigación del estado final del suelo.

A la finalización de la excavación y como parte del informe final de excavación o de forma separada si procede, se presentará el informe correspondiente a la investigación del estado final del suelo. El estado final del suelo deberá estar adecuadamente documentado con información que permita su validación por parte de la administración ambiental. Para ello, el informe contendrá información, al menos, sobre los siguientes aspectos:

- Criterios utilizados para el diseño de muestreo.
- Procedimientos de obtención de las muestras.
- Procedimientos de conservación de las muestras.
- Representación en plano a escala adecuada de la zona excavada y de la ubicación de los puntos de muestreo.
- Descripción detallada de las muestras.
- Procedimiento de control de calidad.
- Resultados analíticos obtenidos (incluyendo los informes del laboratorio).
- Interpretación de los resultados.
- Reportaje fotográfico de los trabajos realizados.
- En caso de que proceda, descripción de las acciones correctoras adoptadas con objeto de alcanzar los objetivos de saneamiento.

Verificación de la recuperación del suelo cuando se apliquen técnicas de recuperación que no conlleven excavación.

En caso de que tras el estudio de alternativas se opte por alguna técnica de saneamiento que no implique la excavación, el programa de caracterización del suelo remanente se desarrollará caso por caso como parte del plan de recuperación tomando en consideración las características del suelo, la naturaleza y concentración de la contaminación y la técnica o combinación de técnicas de saneamiento a aplicar. De la

misma manera se diseñarán procedimientos específicos para comprobar el saneamiento de otros medios afectados por la contaminación como el agua subterránea o el aire intersticial del suelo.

En líneas generales, las actuaciones de saneamiento se considerarán finalizadas cuando, en función del caso, se cumplan las siguientes condiciones:

- Alcanzar los objetivos de recuperación establecidos y mantenimiento a lo largo del tiempo para cualquiera de los medios afectados: suelo, agua, aire intersticial.
- Ausencia de producto en fase, sobre la base de las mediciones del espesor aparente.
- Disponer de información suficientemente indicativa de que la medida de contención de la contaminación aplicada es efectiva, en los términos establecidos.
- Verificar que se cumplen los requerimientos de control y seguimiento exigidos.

Responsabilidad de la realización de la investigación del estado final del suelo.

La investigación del estado final del suelo habrá de ser realizada todos los casos y en todo su desarrollo, por una entidad acreditada.

Adicionalmente, tal y como exige el Artículo 14 de la Ley 4/2015, de 25 de junio, para la prevención y corrección de la contaminación del suelo y con el objetivo de garantizar la imparcialidad, cuando se adopten medidas de recuperación o saneamiento bien en un suelo contaminado bien en un suelo alterado en el caso de que la alteración se haya producido con posterioridad a la entrada en vigor de la Ley 3/1998, de 27 de febrero, general de protección del medio ambiente o así lo haya exigido el órgano ambiental, la verificación de la calidad del suelo remanente habrá de ser realizada por una entidad acreditada diferente a la/s responsable/s del diseño, ejecución y supervisión de las medidas.

Este requerimiento no es aplicable a aquellos emplazamientos en los que la excavación se lleve a cabo por motivos constructivos ya que una actuación de este tipo no se considera, de acuerdo a la legislación vigente, como una medida de recuperación. No obstante, si en el transcurso de la excavación se detectaran indicios fundados de contaminación de deberá informar al órgano ambiental de tal extremo, quien decidirá al respecto.

El alcance de la investigación del estado final del suelo a realizar por la entidad acreditada independiente habrá de ser, como mínimo aquél cuyo diseño se haya incluido en el proyecto de recuperación aprobado por el órgano ambiental. No obstante, la entidad acreditada independiente podrá realizar una nueva propuesta a validar por el órgano ambiental en el caso de que lo considere necesario para garantizar la eficacia del saneamiento.

La obligación de incorporar al proceso de investigación a una entidad acreditada independiente sería igualmente de aplicación en aquellos casos en los que se haya exigido la excavación o la actuación debido a la presencia significativa de algún contaminante en concentraciones que le confieren carácter de residuo peligroso al material al excavar o tratar.

De acuerdo al Artículo 3 del Decreto 199/2006, de 10 de octubre, por el que se establece el sistema de acreditación de entidades de investigación y recuperación de la calidad del suelo y se determina el contenido y alcance de las investigaciones de la calidad del suelo a realizar por dichas entidades, la entidad encargada de realizar la investigación del estado final del suelo habrá de estar acreditada en el epígrafe e) Diseño y ejecución de las investigaciones de la calidad del suelo remanente tras la adopción de medidas de recuperación.

En el caso de aplicación de técnicas de saneamiento que no requieran la excavación previa se recomienda que la entidad responsable de la caracterización del suelo remanente esté además acreditada en la tecnología de recuperación empleada.