

GUÍA TÉCNICA

INVESTIGACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO

**CRITERIOS
AMBIENTALES
PARA LA
RECUPERACIÓN
DE RUINAS
INDUSTRIALES**

Eusko Jaurlaritzak lurzoru poluituen alorrean hamar-kada honen hasieran abiarazi duen politika lehentasunezkoa da gaur egun, hiri-berreskurapenerako prozesu geldiezinean ari garen herri honetan. Zeren prozesu horrek segurtasun-bermeak eskatzen ditu, bai pertsonen osasunerako bai ingurugirorako, poluitzaile izan zitezkeen ihardueretarako erabiltzen ziren lurak laster batean erabilera sentikorretarako berreskuratzerakoan.

Politika honen diseinu eta garapenaren hasiera beretik argi izan genuen gidabide metodologikoak eta prozedurak prestatu behar zirela berez nahiko gai korapilotsua den lurzoruaren kalitatea aztertzeko eta ebaluatzeko. Kezka horri erantzun nahian, gidaliburu metodologiko zenbait argitaratu dira eta azken urteotan frogaturik gelditu da aipatu eginkizunerako irizpide teknikoak bateratzeko ezin ukatzeko balioa izan dutela.

Horrezkerotik kokagune poluituen azterketa eta kudeaketan hartutako esperientziaz baliatu gara idatzi tekniko horiek aberasteko eta Euskal Autonomi Erkidegoaren beharretara eta lurozuaren poluzioaren ondoriozko arazoei modu eraginkorrean heltzeko diseinatu den estrategia globalera egokitzeke.

Bakoitzari jarritako helburuak betetzeko lanketa-maila nahikoa dutela uste izan den lehenagoko gidaliburuez gain, oraingoan idatzi berriak argitaratu ditugu, batzuk aurrekoen garapenaren emaitza direnak eta beste batzuk orduan antz eman ez zitzairen premia zenbaiti erantzuteko sortuak. Eusko Jaurlaritzako Lurralde Antolamendu, Etxebizitza eta Ingurugiro Saila lurzoru poluituen politikaren alde apustu egiten jarraitzeko prest dago eta espero dugu argitalpen honek gaiaren alderdi teknikoak finkatzen laguntzea.



F. J. Ormazabal

*Lurralde Antolamendu,
Etxebizitza eta Ingurugiro Sailburua.
Consejero del Departamento de Ordenación del Territorio,
Vivienda y Medio Ambiente*

La política de suelos contaminados iniciada por el Gobierno Vasco a principios de esta década, se ha convertido en estos momentos en una prioridad para un país embarcado en un proceso imparable de regeneración urbana que exige una garantía de seguridad tanto para la salud humana como para el medio ambiente ante la inminente reutilización para usos sensibles de terrenos anteriormente destinados a actividades potencialmente contaminantes.

Ya en los primeros estadios de diseño y desarrollo de esta política se comprendió la necesidad de elaborar directrices metodológicas y procedimientos cuyo objetivo no fuera otro que facilitar la ya en sí difícil tarea de investigar y evaluar la calidad del suelo. Esta inquietud se materializó con la publicación de una serie de guías metodológicas que han demostrado en los últimos años una innegable validez en la unificación de los criterios técnicos que deben regir esta tarea.

La experiencia adquirida desde entonces en la investigación y gestión de emplazamientos contaminados ha sido utilizada para enriquecer y ajustar estos documentos técnicos a las necesidades de la Comunidad

Autónoma del País Vasco y a la estrategia global diseñada para abordar de una manera eficaz la problemática originada por la contaminación del suelo.

Junto a la edición de las guías metodológicas ya publicadas cuyo grado de elaboración se ha considerado suficiente para alcanzar los objetivos que cada una de ellas tenía marcados, se presentan en esta serie nuevos documentos surgidos bien de la evolución de las ya existentes, bien de exigencias no identificadas en aquel momento, que espero contribuyan a reforzar los aspectos técnicos de esta política de suelos contaminados por la que el Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente del Gobierno Vasco está dispuesto a seguir haciendo una apuesta firme.

Industri aurriak edo jarduera amaitu eta degradatuta gelditu diren industri orubeak, oro har, lurzorua babesteko politikaren helburu nagusi dira. Izan ere, litekeena baita jarduera horiek izan ditzuzten lurra eraginda egotea. Gainera aurri horiek berriz erabili nahi izanez gero, berreskuratze-lan sakona egin behar da, tartean ingurugiroan eragina duten hainbat jarduera barne.

Jarduera horiek, besteak beste, utzitako material, ekipamendu, etab. en inbentarioa egitea, ezaugarriak aztertzea eta kudeatzea, poluituta egon daitezkeen eraikinen zati guztiak aztertzea, lurzorua kalitatea ikertzea eta eraikinak bota edota berreskuratzea eta lurzorua saneatzeari buruzko jarduera-zerrenda luzea da.

Egin beharreko lanak sistematikoki burutzeko egin da hemen aurkezten ari garen Industri Aurriak Berreskuratze Ingurugiro Irizpideen Gidaliburu Teknikoa.

Gidaliburuaren xedea, industri aurriak merkatu inmobiliarioan behar bezala sarteko ingurugiro-gomendio egokiak egitea da. Horretarako gidaliburuak, lehen aipatutako jarduerak egiteko prozedura batzuk garatzen ditu. Jarduera batzuk, hala nola lurzorua kalitatearen ikerketa, ez dira garatu; izan ere lurzorua babesteko politikaren agiri zehatzetan aztertzen baitira. Eta beste batzuk, hala nola lan-segurtasuna eta osasuna, dagokien agiriko industri aurriaren egoerara egokitu dira. Industri aurriak berreskuratze proiektuak errazago idazteko, gidaliburuan egindako prozedurak aplikatuta dituen eta eredu den orokorra ipini dugu egokia delakoan.



Esther Larrañaga
Ingurugiroko Saillburordea
Viceconsejera de Medio Ambiente

Las ruinas industriales o en cualquier caso los solares industriales en los que la actividad se ha dado por finalizada y han quedado degradados, constituyen uno de los objetivos principales de la política para la protección del suelo, puesto que cabe la posibilidad de que la calidad de los suelos que han soportado dichas actividades pueda verse afectada. Además la reutilización de dichas ruinas pasa por un profundo trabajo de recuperación que conlleva diferentes actividades con implicaciones ambientales.

Entre dichas actividades se encuentran el inventario, la caracterización y la gestión de los diferentes materiales, equipos etc, abandonados, la investigación de las distintas partes de los edificios que han podido ser contaminadas, la investigación de la calidad del suelo y un largo etcétera de actividades en relación a la demolición y/o rehabilitación de las edificaciones y el saneamiento de los suelos.

Para proceder de manera sistemática a la ejecución de todas las tareas que deben realizarse se ha elaborado la guía que aquí se presenta bajo el título de Guía Técnica de Criterios Ambientales para la Recuperación de Ruinas Industriales.

El objetivo de la guía es suministrar cuantas recomendaciones ambientales sean oportunas para que la reintegración de las ruinas industriales en el mercado inmobiliario se lleve a feliz término. Para ello la guía desarrolla una serie de procedimientos que indican la forma de llevar a cabo las actividades que se han mencionado anteriormente. Algunas de las actividades, como la investigación de la calidad del suelo no se desarrollan, dado que se contemplan en documentos específicos de la política para la protección del suelo y otros como la seguridad y salud laboral se han adaptado a la situación de la ruina industrial, del documento correspondiente. Para facilitar la redacción de los proyectos de recuperación de las ruinas industriales se ha considerado oportuno incluir un proyecto tipo genérico en el que se aplican los procedimientos elaborados en la guía.

INDICE

I. INTRODUCCIÓN A LA GUÍA TÉCNICA DE CRITERIOS AMBIENTALES PARA LA RECUPERACIÓN DE RUINAS INDUSTRIALES

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUCCIÓN | 13 |
| 2. SITUACIÓN EN LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DEL PAÍS VASCO | 15 |
| 3. METODOLOGÍA GENERAL | 21 |
| 3.1. PROCEDIMIENTOS DE ACTUACIÓN | 24 |
| 3.1.1. INVENTARIO, CARACTERIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE MATERIALES ABANDONADOS | 25 |
| 3.1.2. INVESTIGACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DE EDIFICIOS .. | 26 |
| 3.1.3. PLAN DE CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL | 26 |
| 3.1.4. GESTIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD LABORAL | 26 |
| 3.1.5. PROYECTO TIPO DE RECUPERACIÓN AMBIENTAL | 27 |
| 4. BIBLIOGRAFÍA | 29 |
| 5. NORMATIVA | 33 |

II. PROCEDIMIENTO TÉCNICO: INVENTARIO, CARACTERIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE MATERIALES ABANDONADOS

| | |
|-----------------------|----|
| 1. INTRODUCCIÓN | 37 |
| 2. OBJETO | 38 |

| | |
|--|----|
| 3. CONSIDERACIONES PRELIMINARES | 39 |
| 4. METODOLOGÍA | 40 |
| 4.1. INVENTARIO DE MATERIALES ABANDONADOS | 40 |
| 4.1.1. ESTUDIO HISTÓRICO | 40 |
| 4.1.2. INSPECCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO | 41 |
| 4.2. DEFINICIÓN DEL PROGRAMA DE CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES ABANDONADOS | 45 |
| 4.3. TOMA DE MUESTRAS Y ANÁLISIS | 46 |
| 4.3.1. PRECAUCIONES GENERALES REFERENTES A LA TOMA DE MUESTRAS | 46 |
| 4.3.2. TÉCNICAS DE MUESTREO | 47 |
| 4.3.3. PROGRAMA ANALÍTICO | 48 |
| 4.4. EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO | 48 |
| 5. BIBLIOGRAFÍA | 50 |
| ANEXO I. FICHAS DE CAMPO | 53 |
| ANEXO II. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN NO DESTRUCTIVOS | 57 |

**III. PROCEDIMIENTO TÉCNICO:
INVESTIGACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DE EDIFICIOS**

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUCCIÓN | 67 |
| 2. OBJETO | 68 |
| 3. CONSIDERACIONES PRELIMINARES | 69 |
| 4. METODOLOGÍA | 70 |

| | |
|---|----|
| 4.1. ANÁLISIS PRELIMINAR MEDIANTE UN ESTUDIO HISTÓRICO | 71 |
| 4.2. INSPECCIÓN EXHAUSTIVA DE LOS EDIFICIOS | 72 |
| 4.3. DEFINICIÓN DEL PROGRAMA DE CARACTERIZACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN | 74 |
| 4.4. TOMA DE MUESTRAS Y ANÁLISIS | 75 |
| 4.4.1. PRECAUCIONES GENERALES REFERENTES A LA TOMA DE MUESTRAS | 75 |
| 4.4.2. TÉCNICAS DE MUESTREO | 76 |
| 4.4.3. PROGRAMA ANALÍTICO | 77 |
| 4.5. EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA CONTAMINACIÓN | 77 |
| 5. GESTIÓN DE RESIDUOS DE DEMOLICIÓN | 78 |
| 6. BIBLIOGRAFÍA | 83 |
| ANEXO I. FICHA DE CAMPO | 85 |

IV. PROCEDIMIENTO TÉCNICO: PLAN DE CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL

| | |
|-------------------------------------|----|
| 1. INTRODUCCIÓN | 91 |
| 2. OBJETO | 91 |
| 3. METODOLOGÍA | 92 |
| 3.1. ANTES DE LA RECUPERACIÓN | 95 |
| 3.1.1. AGUAS SUPERFICIALES | 95 |
| 3.1.2. AGUAS SUBTERRÁNEAS | 96 |
| 3.1.3. SUELOS | 97 |

| | |
|--|------------|
| 3.1.4. ATMÓSFERA | 97 |
| 3.1.5. INFORME | 97 |
| 3.2. DURANTE LA RECUPERACIÓN | 97 |
| 3.2.1. AGUAS SUPERFICIALES | 98 |
| 3.2.2. AGUAS SUBTERRÁNEAS | 98 |
| 3.2.3. SUELOS | 99 |
| 3.2.4. ATMÓSFERA | 99 |
| 3.2.5. INFORME | 99 |
| 3.3. DESPUÉS DE LA RECUPERACIÓN | 100 |
| 3.3.1. CONTROL INICIAL. INFORME | 100 |
| 3.3.2. AGUAS SUPERFICIALES | 100 |
| 3.3.3. AGUAS SUBTERRÁNEAS | 101 |
| 3.3.4. SUELOS | 101 |
| 3.3.5. ESTADO GENERAL | 102 |
| 3.3.6. INFORME | 102 |
| 3.4. INSTALACIONES | 102 |
| 4. RESULTADOS Y GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN | 103 |
| 5. RECOMENDACIONES | 103 |

**V. PROCEDIMIENTO TÉCNICO:
GESTIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD LABORAL**

| | |
|------------------------------|------------|
| 1. INTRODUCCIÓN | 107 |
| 2. OBJETO | 107 |

| | |
|--|-----|
| 3. METODOLOGÍA | 108 |
| 4. EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES | 109 |
| 4.1. IDENTIFICACIÓN DE SITUACIONES DE TRABAJO | 109 |
| 4.2. IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE RIESGO RELEVANTES EN CADA SITUACIÓN DE TRABAJO | 110 |
| 4.3. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS ESPECÍFICOS ASOCIADOS A CADA SITUACIÓN DE TRABAJO | 112 |
| 4.3.1. RIESGOS FÍSICOS | 112 |
| 4.3.2. RIESGOS QUÍMICOS..... | 113 |
| 4.4. EVALUACIÓN DE RIESGOS ESPECÍFICOS ASOCIADOS A CADA SITUACIÓN DE TRABAJO | 115 |
| 4.5. ELABORACIÓN DEL DIAGNÓSTICO DE SEGURIDAD | 115 |
| 5. DETERMINACIÓN DE MEDIDAS DE SEGURIDAD Y EQUIPOS DE PROTECCIÓN | 116 |
| 5.1. PLANIFICACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LOS TRABAJOS | 117 |
| 5.1.1. ESTUDIO HISTÓRICO E INSPECCIÓN DE RECONOCIMIENTO..... | 117 |
| 5.1.2. INVESTIGACIONES COMPLEMENTARIAS | 118 |
| 5.1.3. PROYECTO DE RECUPERACIÓN | 118 |
| 5.1.4. EJECUCIÓN DE LA RECUPERACIÓN | 119 |
| 5.2. MEDIDAS DE SEGURIDAD A ADOPTAR EN DETERMINADOS TRABAJOS | 120 |
| 5.2.1. INVESTIGACIÓN | 120 |
| 5.2.2. RECUPERACIÓN | 121 |
| 5.2.2.1. Excavaciones..... | 122 |

| | |
|---|------------|
| 5.2.2.2. Demoliciones de edificios | 123 |
| 5.2.2.3. Desmantelamiento de tanques y conducciones enterradas | 125 |
| 5.2.2.4. Trabajos en espacios confinados | 126 |
| 5.3. EQUIPOS DE PROTECCIÓN A UTILIZAR EN DETERMINADOS TRABAJOS | 127 |
| 5.3.1. EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA | 127 |
| 5.3.1.1. Señalización | 127 |
| 5.3.1.2. Equipos de protección frente a caídas desde altura | 129 |
| 5.3.2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL | 130 |
| 6. BIBLIOGRAFÍA | 133 |
| ANEXO I. MARCO LEGISLATIVO Y NORMATIVO DE REFERENCIA | 135 |
| VI. PROCEDIMIENTO TÉCNICO: PROYECTO TIPO DE RECUPERACIÓN AMBIENTAL | |
| 1. INTRODUCCIÓN | 141 |
| 2. PLANTEAMIENTO GENERAL | 141 |
| 3. PROYECTO TIPO | 143 |
| 3.1. TOPOGRAFÍA | 144 |
| 3.2. GEOLOGÍA-HIDROGEOLOGÍA-GEOTECNIA | 145 |
| 3.3. INVENTARIO, CARACTERIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE MATERIALES ABANDONADOS | 146 |
| 3.3.1. INVENTARIO | 147 |

| | |
|--|------------|
| 3.3.1.1. Estudio histórico | 147 |
| 3.3.1.2. Inspección del emplazamiento | 148 |
| 3.3.2. PROGRAMA DE CARACTERIZACIÓN | 148 |
| 3.3.3. TOMA DE MUESTRAS Y ANÁLISIS | 149 |
| 3.3.3.1. Técnicas de muestreo | 149 |
| 3.3.3.2. Programa analítico | 149 |
| 3.3.4. EVALUACIÓN, CLASIFICACIÓN Y DIAGNÓSTICO | 150 |
| 3.4. INVESTIGACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DE EDIFICIOS | 151 |
| 3.4.1. INVENTARIO | 152 |
| 3.4.1.1. Estudio histórico | 152 |
| 3.4.1.2. Inspección del emplazamiento | 153 |
| 3.4.2. PROGRAMA DE CARACTERIZACIÓN | 153 |
| 3.4.3. TOMA DE MUESTRAS Y ANÁLISIS | 154 |
| 3.4.3.1. Técnicas de muestreo | 154 |
| 3.4.3.2. Programa analítico | 154 |
| 3.4.4. EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO | 155 |
| 3.5. INVESTIGACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS | 155 |
| 3.5.1. INVESTIGACIÓN EXPLORATORIA | 156 |
| 3.5.2. INVESTIGACIÓN DETALLADA | 157 |
| 3.6. SEGURIDAD Y SALUD | 158 |
| 3.6.1. EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES | 158 |
| 3.6.1.1. Identificación de situaciones de trabajo | 158 |
| 3.6.1.2. Identificación de factores de riesgo | 159 |

| | |
|--|------------|
| 3.6.1.3. Identificación de riesgos específicos | 159 |
| 3.6.1.4. Evaluación de riesgos específicos | 159 |
| 3.6.1.5. Elaboración del diagnóstico de seguridad | 160 |
| 3.6.2. DETERMINACIÓN DE MEDIDAS DE SEGURIDAD Y SALUDY EQUIPOS DE PROTECCIÓN | 160 |
| 3.6.2.1. Planificación y organización de los trabajos | 160 |
| 3.6.2.2. Medidas de seguridad | 161 |
| 3.6.2.3. Equipos de protección a utilizar en determinados trabajos | 161 |
| 3.7. CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL | 161 |
| 3.7.1. AGUAS SUPERFICIALES | 163 |
| 3.7.2. AGUAS SUBTERRÁNEAS | 163 |
| 3.7.3. SUELOS | 163 |
| 3.7.4. ATMÓSFERA | 167 |

I. INTRODUCCIÓN A LA GUÍA TÉCNICA DE CRITERIOS AMBIENTALES PARA LA RECUPERACIÓN DE RUINAS INDUSTRIALES

1. INTRODUCCIÓN

El último período de crisis industrial sufrido por la Comunidad Autónoma del País Vasco ha dejado amplias superficies de lo que se ha dado en llamar “ruinas industriales”.

Por **ruina industrial** entendemos los *terrenos, construidos o no, que habiendo participado de una actividad industrial han sido degradados de tal manera que no es posible darle un nuevo uso sin un profundo trabajo de recuperación previo*.

Este concepto de ruina industrial abarca a todos los solares que, independientemente de estar edificados o no, necesitan ser recuperados antes de su reutilización, incluyendo zonas de almacenamiento de materias primas, de residuos, etc. Es por esto que, en ocasiones sería más acertado hablar de emplazamientos industriales contaminados, en los que el suelo se convierte en un factor clave de la recuperación, que puede limitar de forma importante los usos futuros del emplazamiento.

No obstante, existen otros aspectos a tener en cuenta como es la correcta gestión de, por un lado, los materiales abandonados tras el cese de la actividad (materias primas, subproductos, residuos, etc.) y por otro lado, los residuos de la demolición de los edificios y del desmantelamiento de las instalaciones.

Por tanto la recuperación debe afrontarse de una manera integral desde un punto de vista medioambiental, y con absoluta garantía para la salud e integridad física de las personas implicadas en las operaciones de recuperación.

Con la elaboración de esta Guía se pretende disponer de un manual eminentemente práctico dirigido a la sistematización de las actuaciones de recuperación de ruinas industriales, que contemple todos los aspectos medioambientales de la recuperación incluyendo, entre otros, procedimientos de inventariado y gestión de materiales abandonados, investigación de edificios contaminados, descontaminación de edificios, demolición selectiva y gestión de escombros e investigación de la calidad del suelo.

La Guía comprende todos los aspectos a tener en cuenta, desde el punto de vista medioambiental, en la recuperación de ruinas industriales.

La investigación y recuperación de los suelos contaminados* no se incluye

* Son **suelos contaminados** aquellos que presentan una alteración de sus características químicas incompatible con sus funciones, debido a que supongan un riesgo inaceptable para la salud pública o el medio ambiente y así sean declarados por el órgano ambiental de la Comunidad Autónoma del País Vasco (Artículo 80.1 de la **Ley 3/1.998, de 27 de Febrero, General de Protección del Medio Ambiente del País Vasco**).

específicamente en esta guía por estar suficientemente desarrollada en el Plan Director para la Protección del Suelo del Gobierno Vasco (1.994).

Para su elaboración se ha tomado como punto de partida el “*Estudio-Inventario sobre ruinas industriales de la Comunidad Autónoma del País Vasco*” realizado por el Departamento de Urbanismo, Vivienda y Medio Ambiente del Gobierno Vasco y actualizado recientemente. Si bien en nuestro entorno no se han desarrollado experiencias completas significativas de recuperación de ruinas industriales con criterios ambientales, si son numerosos los trabajos de recuperación realizados en emplazamientos industriales que han servido de referencia a la hora de redactar los distintos procedimientos de actuación, así como experiencias similares llevadas a cabo en países del entorno. Asimismo, se han tenido en cuenta las *Guías Metodológicas de Investigación de la Contaminación del Suelo* comprendidas en el *la Política para la Protección del Suelo de la Comunidad Autónoma del País Vasco*, y la *Guía Técnica de Seguridad para la Investigación y Recuperación de Suelos Contaminados*.

La “**Guía Técnica de Criterios Ambientales para la Recuperación de Ruinas Industriales**” comprende una revisión de la situación en la Comunidad Autónoma del País Vasco., apoyada en el inventario recientemente actualizado, y el establecimiento de la metodología a utilizar en los trabajos de recuperación de ruinas industriales. Esta metodología se desarrolla mediante una serie de *Procedimientos Técnicos* que acompañan a la Guía. Asimismo se incluye un Proyecto Tipo de Recuperación Ambiental cuya finalidad es facilitar la redacción de proyectos de recuperación de ruinas industriales.

2. SITUACIÓN EN LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DEL PAÍS VASCO

En las últimas décadas del siglo XIX las favorables condiciones que confluieron en determinadas zonas de Bizkaia, la existencia de abundantes materias primas minerales junto con las excepcionales comunicaciones marítimas, constituyeron el factor esencial para el establecimiento de las estructuras productivas que caracterizarán físicamente hasta la actualidad numerosos municipios vascos.

Es a comienzos del siglo XX cuando Bizkaia se reafirma como líder del sector siderúrgico en la Península Ibérica, estimulando dicha actividad la aparición de otros sectores industriales como el metalúrgico, el químico o el de astilleros, este último estrechamente vinculado a la construcción del puerto exterior.

Con el final de la I Guerra Mundial la industria vizcaína sufre su primera gran crisis. El desfase técnico de los bienes de equipo y la competencia exterior en el mercado de minerales fueron las principales causas del declive.

Tras una década próspera en los años veinte, se inicia la gran depresión de los treinta.

Los ciclos experimentados en las primeras etapas de la industria vizcaína, en sus diferentes fases expansivas y recesivas, se repetirán sistemáticamente, incluso con mayor intensidad, durante las siguientes décadas del siglo XX.

La existencia de una economía con una estructura productiva desequilibrada y con un alto grado de especialización industrial, es especialmente sensible y vulnerable al comportamiento de la economía internacional. Es por esto que la intensidad de los ciclos económicos se padece con mayor fuerza tanto en las épocas de auge como de crisis.

A comienzos de los 70 comienzan a fraguarse las bases estructurales económicas que darán origen a una situación de crisis sostenida en sectores industriales de gran peso económico para la Comunidad Autónoma del País Vasco, con el consiguiente proceso de abandono de instalaciones obsoletas y la aparición de grandes extensiones de suelo industrial desocupado y potencialmente contaminado consideradas como "Ruinas Industriales".

Las causas específicas que han originado la proliferación de Ruinas Industriales en la Comunidad Autónoma del País Vasco son principalmente las que se citan a continuación:

1. La crisis a nivel mundial de los sectores tradicionales de la industria vasca: siderurgia, construcción naval y derivadas. El declive de estos sectores se ha visto agudizado por el agotamiento de las explotaciones mineras, principalmente las de hierro y una caída en la demanda de los países más consumidores de estos productos.
2. La incapacidad de impulsar el proceso natural de sustitución de las instalaciones obsoletas y la adaptación a nuevos mercados emergentes.
3. Los cambios introducidos por el ordenamiento urbanístico de nuestros municipios que han desplazado del centro talleres y fábricas mal situadas. Se promueve desde el planeamiento la creación de polígonos industriales alejados del casco urbano residencial y recreacional, abandonando de este modo empresas industriales cuyos suelos rápidamente serán reutilizados debido a su localización estratégica en el proceso de expansión del municipio.
4. La evolución del mercado inmobiliario que ha encarecido el precio de muchos solares industriales, dificultando su rotación y especulando con el incremento del valor del suelo.

Una característica común en el cese de las actividades industriales es el total abandono de las instalaciones sin la necesaria gestión de mantenimiento o control mínimo. Esto conlleva, en un corto plazo, el deterioro progresivo de las condiciones tanto de las instalaciones como del terreno, de forma que el posterior tratamiento resulta más caro y dificultoso.

El Departamento de Urbanismo, Vivienda y Medio Ambiente del Gobierno Vasco ha elaborado el “Estudio-Inventario de las Ruinas Industriales en la Comunidad Autónoma Vasca” con objeto de cuantificar y clasificar las grandes superficies ocupadas por las Ruinas Industriales.

Se remarca la complejidad y dificultad a la hora de precisar el concepto de Ruina Industrial debido a que la propia industria genera, en su constante proceso de renovación y adaptación a las nuevas tecnologías, instalaciones obsoletas o improductivas. Es en los momentos de crisis económica o tecnológica cuando la renovación no se produce de forma paulatina y natural, y las ruinas aparecen con profusión y permaneciendo en el tiempo.

La definición utilizada de Ruina Industrial para el Estudio-Inventario, ya citada en la introducción, la caracteriza como “los terrenos, construidos o no, que habiendo participado de una actividad industrial están de tal forma degradados que un nuevo uso no es posible más que tras un profundo trabajo de recuperación”.

Este concepto de Ruina Industrial abarca a todos los solares que, independientemente de estar edificados, necesitan ser recuperados antes de su reutilización. Se incluyen las zonas de almacenamiento de materias, de residuos, etc., dado que han participado en la actividad industrial. Por lo tanto, el suelo se convierte en el factor clave de la recuperación de una Ruina Industrial debido a la potencial contaminación química que puede poseer, pudiendo ésta llegar a limitar los usos posibles en ese emplazamiento. Se excluyen, en principio, las canteras, las zonas mineras degradadas, y los vertederos de residuos inertes y especiales, por tratarse su reutilización de una problemática diferente.

Algunos datos del Estudio-Inventario de Ruinas Industriales son presentados en las siguientes Tablas nº 1 y 2 con el fin de recoger en su globalidad la actual situación de la Comunidad Autónoma Vasca en esta materia.

Tabla 1. Delimitación por Áreas Funcionales de las Ruinas Industriales

| GIPUZKOA | | | |
|-------------------|----------------------------------|------------|----------------|
| ÁREA FUNCIONAL | PRINCIPALES MUNICIPIOS AFECTADOS | Nº RUINAS | HAS. AFECTADAS |
| Beasain-Zumárraga | Ordizia, Urretxu, Lazkao | 14 | 1,3 |
| Donostia | Donostia, Irún, Rentería | 69 | 26,5 |
| Eibar | Eibar, Elgoibar, Ermua | 40 | 3,6 |
| Mondragón-Bergara | Mondragón, Aretxabaleta | 9 | 4,6 |
| Tolosa | Tolosa, Billabona, Irura | 21 | 4,4 |
| Zarautz-Azpeitia | Zarautz, Zestoa, Azpeitia | 18 | 3,8 |
| TOTAL | | 171 | 44,2 |
| ARABA | | | |
| ÁREA FUNCIONAL | PRINCIPALES MUNICIPIOS AFECTADOS | Nº RUINAS | HAS. AFECTADAS |
| Vitoria-Gasteiz | Vitoria, Asparrena | 22 | 26,3 |
| Laguardia | — | — | — |
| Llodio | Llodio, Orduña | 11 | 2,6 |
| TOTAL | | 33 | 28,9 |

| BIZKAIA | | | | |
|---|---|------------------------|-----------------------|---------------------|
| GRAN BILBAO | | | | |
| PRINCIPALES MUNICIPIOS AFECTADOS | Nº RUINAS | HAS. AFECTADAS | | |
| Barakaldo | 21 | 83,8 | | |
| Bilbao | 30 | 18,4 | | |
| Erandio | 19 | 13,9 | | |
| Otros | 89 | 216 | | |
| TOTAL | 159 | 332,1 | | |
| RESTO DE BIZKAIA | | | | |
| ÁREA FUNCIONAL | PRINCIPALES MUNICIPIOS AFECTADAS | Nº RUINAS | HAS. AFECTADAS | |
| Mungia | Mungia | 12 | 6 | |
| Balmaseda-Zalla | Zalla, Güeñes | 16 | 20,7 | |
| Igorre | Igorre, Areatza | 12 | 1,8 | |
| Durango | Durango, Amorebieta | 28 | 19 | |
| Gernika-Markina | Markina, Ondarroa | 21 | 7,1 | |
| Eibar-Llodio | Llodio-Eibar | 7 | 1,8 | |
| TOTAL | | 96 | 56,4 | |
| COMUNIDAD AUTÓNOMA DELAÍS VASCO | | | | |
| | Nº RUINAS | (%TOTAL RUINAS) | HAS. AFECTADAS | (%TOTAL HAS) |
| Bizkaia | 255 | 55,6% | 388,5 | 84,1% |
| Araba | 33 | 7,2% | 28,9 | 6,3% |
| Gipuzkoa | 171 | 37,2% | 44,2 | 9,6% |
| TOTAL | 459 | 100% | 461,6 | 100% |

Tabla 2. Distribución de las Ruinas Industriales por Sector es

| | GIPUZKOA | ARABA | BIZKAIA | TOTAL POR SECTORES |
|--------------------------|-----------------|--------------|----------------|-------------------------------|
| EXTRACTIVA | 1 | 1 | 7 | 9 |
| SIDERURGIA | 10 | 7 | 39 | 56 |
| TRANS. PIEDRA | 2 | 3 | 12 | 17 |
| MANUFACTURAS | 40 | 2 | 23 | 65 |
| CONST. NAVAL | 1 | - | 10 | 11 |
| TRANS. METAL | 9 | 3 | 45 | 57 |
| QUÍMICA | 10 | - | 20 | 30 |
| TRANSPORTE | 8 | - | 4 | 12 |
| ENERGÍA | 5 | 1 | 6 | 12 |
| TRANSF. MADERA | 14 | 2 | 19 | 35 |
| ALMACENAJE | 13 | 1 | 22 | 36 |
| OTRAS ACTIVIDADES | 15 | 3 | 30 | 48 |
| ACTIVIDAD DESCONOCIDA | 43 | 10 | 18 | 71 |
| TOTAL | 171 | 33 | 255 | 459 |

Las conclusiones más relevantes que pueden extraerse de estos datos son:

1. Las Ruinas Industriales existentes en Bizkaia y Gipuzkoa representan el 93% y por contra, en la provincia de Araba se localizan únicamente el 7% del total de Ruinas de la Comunidad Autónoma del País Vasco.
2. La superficie ocupada por las ruinas vizcaínas supone un 84% del área total en ruinas, mientras que las guipuzcoanas representan únicamente un 10%. Por consiguiente, se observa que este fenómeno tiene mayor repercusión en Bizkaia debido a que las instalaciones afectadas son de mayor tamaño.

La industria guipuzcoana se ha caracterizado por tener una dimensión mediana que se ve reflejada en los resultados señalados. El proceso de transformación/recuperación parece en principio menos traumático y costoso.

3. Se hace patente un fenómeno de concentración geográfica de las Ruinas Industriales. Determinados municipios o áreas funcionales poseen una cantidad de Ruinas muy superior a la media.

En Gipuzkoa, los municipios de Donostia, Irún y Rentería; en Araba, Vitoria y Llodio; y en Bizkaia, Bilbao, Barakaldo y Erandio son los municipios más afectados por los procesos de reconversión industrial y por lo tanto los más sensibles a la aparición de Ruinas Industriales.

4. Otro hecho muy significativo es que del total de hectáreas afectadas por las Ruinas en la Comunidad Autónoma del País Vasco, el 72% están ubicadas en el área del Gran Bilbao. Los municipios que lo constituyen son, por consiguiente, los que mayor esfuerzo corrector deben realizar para paliar el deterioro.
5. En Bizkaia, son el sector siderúrgico y el de transformación del metal los que más han contribuido al total de Ruinas Industriales de esta provincia, con aproximadamente un porcentaje del 33%. En Gipuzkoa, a pesar de observarse una distribución más equitativa de la aportación por actividades industriales, son estos dos mismos sectores, junto con el de manufacturas, los que poseen un mayor peso proporcional (aproximadamente 35%). Araba puede considerarse un caso aparte, no sólo porque su número de Ruinas Industriales es mucho menor en términos absolutos sino también por el reparto más homogéneo de éstas entre los distintos sectores industriales.
6. A nivel global, los sectores industriales que más Ruinas Industriales han generado en la Comunidad Autónoma del País Vasco son el siderúrgico, el de transformación del metal y el de manufacturas, aportando un 39% del total. Ello indica el gran peso que estos sectores han tenido y como la crisis que han atravesado ha contribuido a generar el abandono de muchas de sus instalaciones.

Podemos concluir de lo señalado que, en la Comunidad Autónoma Vasca, la profunda crisis de las últimas décadas en sectores tradicionales con alto peso específico en la economía, ha originado y está originando la proliferación de lo que hemos denominado “Ruinas Industriales”.

3. METODOLOGÍA GENERAL

Para el establecimiento de la secuencia de trabajos a desarrollar en la recuperación de ruinas industriales se considera de forma general que el conjunto de actuaciones a realizar responde a tres tipos de situaciones que se pueden presentar tanto de forma independiente como combinadas entre sí. Estas son:

- Demolición de instalaciones.
- Saneamiento de suelos contaminados.
- Rehabilitación de edificios.

Tomando como punto de partida la definición de **ruina industrial** adoptada en la presente Guía, la recuperación de una ruina industrial implicará una o varias de las situaciones citadas. Cada una de ellas conllevará unos requerimientos específicos que se esquematizan en la Tabla 3.

El caso más complejo corresponderá a una ruina industrial en la que el suelo esté contaminado y existan edificios, o parte de ellos, que pueden ser reutilizados tras una operación de rehabilitación, junto con otros que será necesario demoler. Las actividades a desarrollar corresponderán a una metodología general que contemplará todos los aspectos a tener en cuenta y será desarrollada de forma específica en los **Procedimientos de Actuación** que acompañan a esta Guía. Estos son:

- Inventario caracterización y clasificación de materiales abandonados.
- Investigación de la contaminación de edificios.
- Plan de control y seguimiento ambiental.
- Gestión de la seguridad y la salud laboral.
- Proyecto tipo de recuperación ambiental.

No se han desarrollado procedimientos específicos sobre Investigación de Suelos Contaminados y Evaluación de Riesgos, ya que han sido suficientemente desarrollados en otras guía

Tabla 3. Fases de trabajo

| | DEMOLICIÓN | SANEAMIENTO DE SUELOS | REHABILITACIÓN DE EDIFICIOS |
|---|--|--|--|
| ESTUDIOS PREVIOS | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • PLANOS: <ul style="list-style-type: none"> -Localización -Alzado y secciones -Detalles • ESTUDIO HISTÓRICO • PLAN DE SEGURIDAD • INVESTIGACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO • INVESTIGACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DE EDIFICIOS • INVENTARIO, CARACTERIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE MATERIALES ABANDONADOS • EVALUACIÓN DE RIESGOS | ---- ---- ---- ---- ---- ---- ---- ---- | ---- ---- ---- ---- ---- ---- ---- | ---- ---- ---- ---- ---- ---- ---- |
| ACTUACIONES | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • PROYECTO • DEMOLICIÓN • ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE SANEAMIENTO • ENSAYO DE SANEAMIENTO • DESCONTAMINACIÓN DE EDIFICIOS | ---- ---- ---- ---- ---- | ---- ---- ---- ---- ---- | ---- ---- ---- ---- ---- |
| RECUPERACIÓN AMBIENTAL | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • SANEAMIENTO DE SUELOS • GESTIÓN DE RESIDUOS • RECUPERACIÓN DE MATERIALES • REHABILITACIÓN DE EDIFICIOS • ACONDICIONAMIENTO FINAL | ---- ---- ---- ---- ---- | ---- ---- ---- ---- ---- | ---- ---- ---- ---- ---- |

La metodología general de trabajo comprenderá:

- **Recopilación de información previa**: consistirá en la búsqueda y análisis de información gráfica y documental, que permitirá tener un conocimiento previo sobre el emplazamiento.
 - Topografía: plano de la parcela del terreno.
 - Plano de localización: situación y accesos.
 - Alzados, secciones y detalles.

- Fotografías terrestres y aéreas (eje vertical y panorámica).
- Documentación: historial, procesos industriales, etc.
- Entrevistas.

- **Inspección del emplazamiento** : permitirá confirmar sobre el terreno la información obtenida previamente.

A partir de esta inspección se realizará un “**informe preliminar**” previo al diseño del programa de investigación.

- **Programa de investigación** : comprende el diseño y ejecución de los programas de investigación correspondientes a:
 - Contaminación del suelo.
 - Contaminación de los edificios.
 - Materiales abandonados (materias primas, residuos, etc.)

Para cada uno de ellos existen procedimientos específicos.

- **Evaluación de riesgos** : a partir de los resultados obtenidos en la fase anterior se realizará la evaluación de los riesgos existentes, en función de cuyos resultados se planearán las actuaciones posteriores.
- **Proyecto de recuperación** : determinará las operaciones a realizar y desarrollará para cada una de ellas el correspondiente procedimiento de actuación, estableciendo un conjunto de instrucciones de trabajo documentadas que definirán el modo de llevar a cabo la operación en cuestión.

Las operaciones a realizar dependerán de los resultados obtenidos en las fases anteriores (investigación y evaluación de riesgos) y de los planes y usos previstos para el emplazamiento.

- **Actuaciones de recuperación** : en esta fase se ejecutarán las operaciones proyectadas que, de forma general, consistirán en:
 - Demolición total o parcial de instalaciones.
 - Descontaminación de suelos.
 - Descontaminación de edificios.
 - Rehabilitación de edificios.

La necesidad de ejecutar la totalidad o parte de las operaciones citadas

dependerá de la complejidad del emplazamiento y de los objetivos de la recuperación proyectada.

- **Gestión** : será necesario dar un destino adecuado a los materiales generados como producto de los trabajos de recuperación ejecutados:
 - Residuos de demolición.
 - Materiales abandonados.
 - Suelos (y aguas) contaminados.

El destino de estos materiales puede ser la gestión en instalaciones adecuadas, tratamientos específicos, reutilización, etc.

- **Acondicionamiento final del emplazamiento** : como colofón a los trabajos de recuperación ejecutados, se realizarán las labores necesarias para el acondicionamiento del emplazamiento. Estos trabajos consistirán, según los casos, el alcance del proyecto y el uso posterior, en la explanación, remodelación y/o revegetación del terreno, además de la evacuación de cualquier material, residuo, etc., procedente de la recuperación del emplazamiento.

Los trabajos descritos se desarrollarán de acuerdo a unos procedimientos de actuación específicos para cada uno de ellos.

3.1. PROCEDIMIENTOS DE ACTUACIÓN

Mediante la elaboración de procedimientos específicos se pretende la sistematización de las actuaciones, en forma de manuales eminentemente prácticos en los que se describan de forma clara todos los aspectos medioambientales de la recuperación de ruinas industriales y los trabajos necesarios para llevarla a cabo.

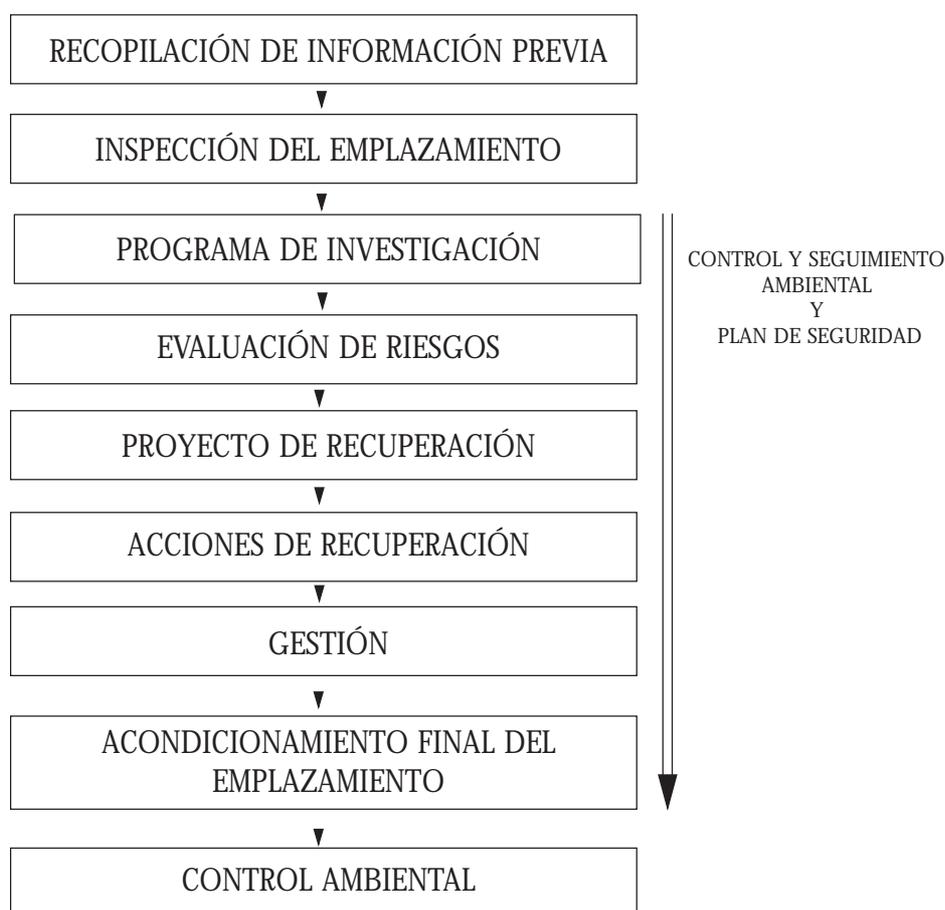
Como parte de la Guía se incluyen los siguientes Procedimientos:

- Inventario, caracterización y clasificación de materiales abandonados.
- Investigación de la contaminación de edificios.
- Plan de control y seguimiento ambiental.
- Gestión de la seguridad y de la salud laboral.
- Proyecto tipo de recuperación ambiental.

No se han desarrollado procedimientos específicos sobre Investigación de

Suelos Contaminados y Evaluación de Riesgos, ya que están suficientemente desarrollados en las *Guías Metodológicas de Investigación de la Contaminación del Suelo de la Política para la Protección del Suelo de la Comunidad Autónoma del País Vasco* siendo además los aspectos en los que más experiencias se han desarrollado.

METODOLOGÍA GENERAL DE RECUPERACIÓN DE RUINAS INDUSTRIALES



3.1.1. INVENTARIO, CARACTERIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE MATERIALES ABANDONADOS

El cese de las actividades desarrolladas en emplazamientos industriales se ve acompañado en muchas ocasiones por el abandono en condiciones insuficientemente controladas de diversos tipos de materiales que pueden representar riesgos para la salud humana y el medio ambiente.

La investigación ambiental integrada de una ruina industrial debe prestar atención a estos materiales abandonados que requieren consideraciones específicas para su correcta gestión.

En este procedimiento se establecerán los criterios y pautas generales de actuación para acometer las labores de inventariado y caracterización de los materiales abandonados, con vistas a establecer una clasificación de los mismos para su gestión.

3.1.2. INVESTIGACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DE EDIFICIOS

Las actividades desarrolladas y las sustancias manipuladas en las instalaciones industriales pueden haber originado la contaminación de elementos constitutivos de los edificios.

Dicha contaminación puede suponer un riesgo significativo para la salud humana y/o el medio ambiente en el caso de una futura reutilización de los edificios e incluso durante el período en el que la ruina industrial permanezca en estado de abandono.

Con la investigación de la contaminación de edificios se obtendrá una información suficiente para planificar las actuaciones específicas sobre estos elementos durante la recuperación en función de su destino (demolición total, demolición parcial, reutilización), así como la gestión adecuada de los residuos generados.

3.1.3. PLAN DE CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL

Las ruinas industriales son emplazamientos afectados por el desarrollo de una actividad que ha provocado, en mayor o menor grado, alteraciones ambientales en su entorno.

El Control y Seguimiento Ambiental comprende el conjunto de operaciones destinadas a controlar la posible afección ambiental que puedan originar los diferentes trabajos a realizar en el área. Por extensión, incluye también el control del saneamiento alcanzado con los trabajos de recuperación.

3.1.4. GESTIÓN DE LA SEGURIDAD Y LA SALUD LABORAL

En este procedimiento se establecen los criterios de actuación y la metodología de trabajo a utilizar para la definición y puesta en práctica de medidas de seguridad e higiene laboral durante la investigación y, especialmente, la recuperación de ruinas industriales.

La gestión de la seguridad en la investigación y recuperación de ruinas industriales se regirá por el marco general establecido en la *Guía Técnica de Seguridad para la Investigación y Recuperación de Suelos Contaminados*, a la cual se remite frecuentemente este procedimiento. Aquí se desarrollan aquellas consideraciones en materia de seguridad que pueden ser de particular relevancia en las ruinas industriales.

3.1.5. PROYECTO TIPO DE RECUPERACIÓN AMBIENTAL

Este procedimiento tiene como objetivo definir el alcance de un proyecto tipo de recuperación ambiental que sirva como guía y referencia de consulta para los técnicos encargados de redactar proyectos de recuperación de ruinas industriales. Tomará como punto de partida los estudios previos realizados, para alguno de los cuales se han descrito ya procedimientos de actuación.

El proyecto deberá recoger todos los criterios ambientales necesarios para minimizar los riesgos derivados de las obras proyectadas.

4. BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR, A. Reciclado de materiales de construcción. Una necesidad en aumento. En: Jornadas sobre reducción, recuperación, reciclado y reutilización de residuos de envase y embalaje, electrodomésticos, automoción y construcción (Gaiker). 1.994.
- AGUILAR, A., MONJE, G. Reciclado de residuos de construcción y demolición. Residuos (Abril 1.995, pp. 34-39).
- BROWN, S.K.: "Asbestos exposure to workers demolishing asbestos cement clad buildings". En: Proceedings of the Second International RILEM Symposium, Tokyo. 1.988.
- DARMENDRAIL, D. Sol, sous-sol et eau potable. En: ECOTOP 94. La reconquete des friches industrielles. BRGM-E.P.F. Nord-Pas de Calais. 1.994.
- DAVIES, V.J., TOMASIN, K.: "Construction safety handbook". Thomas Telford Ltd. 1.990.
- DELELIS-DUSOLLIER, A. Le projet de "pôle de compétence: gestion et traitement des anciens sites industriels pollués". En: ECOTOP 94. Le traitement des anciens sites industriels pollués. BRGM-DRIRE Nord-Pas de Calais. 1.994.
- EC-CONTRACT NO.REWA-CT91-009. Development of a model optimizing the reuse of building demolition waste and reducing the environmental impact on this waste. Commission of the European Communities Directorate General for Science Research and Development. 1.994
- ERNECQ, J.M. Les friches industrielles face aux sols industriels pollués. En: ECOTOP 94. Le traitement des anciens sites industriels pollués. BRGM-DRIRE Nord-Pas de Calais. 1.994.
- ERNECQ, J.M. Que faire face à une friche industrielle? En: ECOTOP 94. La reconquete des friches industrielles. BRGM-E.P.F. Nord-Pas de Calais.1.994.
- ERNECQ, J.M., BLANDIN, Ch., BATTIST, U., MILLER, J., KOPP, R., RICOUR, J. Table Ronde: "La friche, l'environnement et la ville". En: ECOTOP 94. La reconquete des friches industrielles. BRGM-E.P.F. Nord-Pas de Calais.1.994.

- FRIMAT, B. L'enjeu stratégique de la reconquête des friches industrielles pour les Régions. En: ECOTOP 94. La reconquete des friches industrielles. BRGM-E.P.F. Nord-Pas Calais. 1.994.
- GARCÍA VALCARCE, A. et al. Manual de edificación: Derribos y demoliciones. Actuaciones sobre el terreno. Ediciones Universidad de Navarra, S.A. 1.995.
- GOBIERNO VASCO. Estudio-inventario sobre ruinas industriales de la Comunidad Autónoma del País Vasco. 1.997.
- GOBIERNO VASCO. Reutilización de residuos de construcción y demolición. 1.994.
- IHOBE, Sociedad Pública de Gestión Ambiental: "Guía Técnica de Seguridad para la Investigación y Recuperación de Suelos Contaminados". Departamento de Urbanismo, Vivienda y Medio Ambiente, Gobierno Vasco.1.998.
- IHOBE. Plan Director para la Protección del Suelo. Documento Estratégico. 1.994.
- IHOBE. Plan Director para la Protección del Suelo. Guías metodológicas de investigación de la calidad del suelo. 1.994.
- JAKOBSEN, J.B. Recycling of demolition waste. Latest experience in the EC-Countries. En: The 6th. International Congress on Solid Waste ISWA'92. 1.992.
- MILLER, J. En Belgique. En: ECOTOP 94. La reconquete des friches industrielles. BRGM-E.P.F. Nord-Pas de Calais. 1.994.
- MÍNGUEZ FERNÁNDEZ, C., CERMEÑO MONGE, E., CASTRO SÁNCHEZ, M., ROLDÁN CALDERÓN, A., ALBIÑANA PÉREZ, R.: "Planificación y ejecución de la prevención. Evaluación de riesgos en construcción". Rubiplan. 1.997.
- MOTOHASHI, K., YUSA, S., TAKAHASHI, Y.: "Development of prevention techniques against asbestos hazard in building dismantling". En: Proceedings of the Second International RILEM Symposium, Tokyo. 1.988.
- PÉREZ GUERRA, S.A.: "Planificación de la seguridad e higiene en el trabajo en construcción y conservación de edificios". International Federation of Associations of Specialists in Occupational Safety and Industrial Hygiene.1.991.

- PUENTE, J., MIANGOLARRA, J.I.: “Seguridad en los Trabajos de Excavación y en Ruinas Industriales”. En: Curso sobre Condiciones de Seguridad e Higiene en el Estudio y Eliminación de Residuos Peligrosos. Gabinete de Seguridad e Higiene en el Trabajo de Bizkaia. Departamento de Trabajo y Seguridad Social. Gobierno Vasco. 1.995.
- Subsecretaría del Departamento y Dirección general de Trabajo. 24732 Orden de 31 de octubre de 1984 por la que se aprueba el Reglamento sobre Trabajos con Riesgo de Amianto. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, Noviembre 1984.
- TIHON, B. Démolition ou réhabilitation? En: ECOTOP 94. La reconquete des friches industrielles. BRGM-E.P.F. Nord-Pas de Calais. 1.994.
- ULRICI, W. International experience in remediation of contaminated sites. Federal Ministry of Education, Science, Research and Technology. 1.995.
- VARIOS AUTORES: “Affaldsrejledning”. A/S Øresundsforbindelsen-DEMEX A/S. 1.994.
- VARIOS AUTORES: “Asbestholdige materialer i bygninger. Vejledning i registrering, handlings-plan, renovering”. COWIconsult A/S (Dinamarca).1.990.
- VARIOS AUTORES: “Asbetholdige materialer i bygninger”. SBI-Anvisning 153. Statens Byggeforskningsinstitut (Dinamarca). 1.986.
- VARIOS AUTORES: “Compendium of ERT waste sampling procedures”. Office of Emergency and Remedial Response, United States Environmental Protection Agency. 1.991.
- VARIOS AUTORES: “Curso de vigilantes de seguridad”. SEOPAN-Comisión de Seguridad e Higiene en el Trabajo. 1.971.
- VARIOS AUTORES: “Demolición y reutilización de estructuras de hormigón”. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Grupo Español del Hormigón, Asociación Técnica Española del Pretensado. 1.997.
- VARIOS AUTORES: “Development of a model optimizing the reuse of building demolition waste and reducing environmental impact on this waste”. Commission of the European Communities. Directorate General for Science Research and Development. 1.994.
- VARIOS AUTORES: “Managing and minimizing construction waste: a practical guide”. Institution of Civil Engineers. Thomas Telford Services Ltd. 1.995.

- VARIOS AUTORES: “Manual til registrering og håndtering af forurenede materialer i bygninger”. COWIconsult A/S (Dinamarca). 1.994.
- VARIOS AUTORES: “Miljøundersøgelser. Bygninger Holmen”. COWIconsult A/S-Forsvarets bygningstjeneste (Dinamarca). 1.994.
- VARIOS AUTORES: “Nedrivning af bygninger og anlægskonstruktioner”. SBI-Anvisning 171. Statens Byggeforskningsinstitut (Dinamarca). 1.991.
- VARIOS AUTORES: “NMK 96, Nedbrydningsbrnachsens Miljøkontrolordning 1.996”. Ministerio de medio ambiente y energía - Sección de demoliciones de la Asociación de Contratistas (Dinamarca). 1.996.
- VARIOS AUTORES: Notas Técnicas de Prevención. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.
- VARIOS AUTORES: “Total project management of construction safety, health and environment”. European Construction Institute. Thomas Telford Services Ltd. 1.995.
- VARIOS AUTORES. Reciclado de los áridos de hormigones. En: Subproductes (nº 27. Julio-Agosto 1.997).

5. NORMATIVA

Aunque no existe una normativa específica para la recuperación de ruinas industriales, se recogen a continuación aquellas disposiciones relativas a gestión de residuos y seguridad a las que se hace referencia en los procedimientos técnicos que acompañan a esta guía.

- Ley 3/1.998, de 27 de febrero, General de Protección del Medio Ambiente del País Vasco.
- Decreto 423/1.994, de 2 de noviembre, sobre gestión de residuos inertes e inertizados.
- Orden de 15 de febrero de 1.995, del Consejero de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente, sobre el contenido de los proyectos técnicos y memorias descriptivas de instalaciones de vertederos de residuos inertes y/o inertizados, rellenos y acondicionamientos del terreno.
- Ley 10/1.998, de 21 de abril, de Residuos.
- Ley 20/1.986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos.
- Real Decreto 833/1.988, de 20 de Julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1.986 Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos.
- Real Decreto 1627/1.997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Directiva 92/57/CEE de 24 de junio de 1.991, relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud que deben aplicarse en las obras de construcción temporales o móviles.
- Directiva 91/382/CEE de 25 de junio de 1.991, por la que se modifica la Directiva 83/477/CEE sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al amianto durante el trabajo.
- Orden Ministerial de 26 de Julio de 1.993, que modifica los artículos 2º, 3º y 13º de la Orden de 31 de Octubre de 1.984, por la que se aprueba el Reglamento sobre trabajos con riesgo de amianto, y el artículo 2º de la Orden de 7 de enero de 1.987, por la que se establecen normas complementarias al citado Reglamento.

- Orden Ministerial de 31 de octubre de 1.984, por la que se aprueba el Reglamento sobre Trabajos con Riesgo de Amianto.
- Directiva 83/477/CEE de 19 de septiembre de 1.983, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al amianto durante el trabajo.

**II. PROCEDIMIENTO TÉCNICO:
INVENTARIO, CARACTERIZACIÓN Y
CLASIFICACIÓN DE MATERIALES
ABANDONADOS**

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento desarrolla el procedimiento específico de actuación para el inventario, caracterización y clasificación de los materiales abandonados que pueden formar parte de una ruina industrial.

El cese de las actividades desarrolladas en emplazamientos industriales puede verse acompañado en muchas ocasiones por el abandono en condiciones insuficientemente controladas de diversos tipos de materiales que a menudo representan riesgos para la salud humana y el medio ambiente. En términos genéricos, cabe diferenciar entre dichos materiales los siguientes tipos:

- Materias primas, productos y residuos de antiguos procesos de fabricación.
- Maquinaria.
- Instalaciones de almacenamiento y conducciones.

En el primer caso, los riesgos para la salud humana y el medio ambiente derivan básicamente de las propias características físico-químicas y toxicológicas de las materias primas, productos y residuos, así como de su situación escasamente controlada, que puede convertir en significativas determinadas vías de exposición (contacto, inhalación, transporte por aire fuera del emplazamiento, etc.). En el caso de maquinaria e instalaciones abandonadas, los riesgos derivan tanto de los productos residuales que puedan quedar en su interior como de posibles accidentes físicos (cortes, golpes, contactos eléctricos, etc.) favorecidos por la degradación asociada al abandono de tales elementos.

En general, cualquier actuación de recuperación de una ruina industrial en la que se encuentren presentes estos materiales abandonados exige una retirada de los mismos, independientemente del uso futuro que se pretenda dar al emplazamiento. Por tanto, la investigación ambiental integrada de una ruina industrial debe prestar atención a estos materiales abandonados que, convertidos por ese hecho en residuos, requieren consideraciones específicas para su correcta gestión en el marco de una actuación de recuperación del emplazamiento.

2. OBJETO

El objeto de este procedimiento es exponer los criterios y pautas generales de actuación para acometer las labores de inventariado y caracterización de los materiales abandonados en una ruina industrial, con vistas a establecer una clasificación de los mismos de cara a la gestión que deben recibir tras su desmantelamiento o retirada.

Conviene precisar que la adecuada gestión de los materiales abandonados en una ruina industrial constituye uno de los elementos de cualquier actuación de recuperación de la misma, independientemente del futuro uso que se pretenda dar al emplazamiento y de la solución que se adopte (en su caso) para los edificios de la ruina (demolición total o parcial, restauración, etc.).

Este procedimiento es, en ciertos aspectos, complementario del procedimiento de investigación de la contaminación de los edificios, si bien los materiales constitutivos de éstos quedan fuera del alcance y consideración de materiales abandonados, en el sentido que tienen en la Guía.

El objetivo básico de la investigación ambiental de los materiales abandonados es obtener información suficiente para definir la gestión de los mismos durante la fase de recuperación del emplazamiento. A este respecto, cabe señalar los siguientes objetivos concretos:

- Todos los materiales abandonados se clasifican según sus características y potencial contaminante, de modo que se facilite la posterior toma de decisiones en cuanto a la gestión más adecuada para cada uno de los mismos. A este respecto, se puede distinguir (en primera aproximación) entre materiales contaminados y materiales no contaminados.
- La gestión (transporte y eliminación) tanto de los materiales contaminados como de los no contaminados se realiza siguiendo prácticas ambientales adecuadas y acordes con las características de unos y otros.
- Se toman las precauciones necesarias con vistas a garantizar que los trabajos de recuperación se realizan en condiciones de seguridad tanto para el personal implicado en los mismos como para terceras personas.

3. CONSIDERACIONES PRELIMINARES

A efectos de este procedimiento, se entiende por materiales abandonados de una ruina industrial aquéllos no constitutivos de los edificios que, habiendo desempeñado una función durante el período en el que la actividad industrial se encontraba en funcionamiento, han sido dejados en el interior del recinto industrial al producirse el cese de la actividad y que pueden contener sustancias con un riesgo significativo para la salud humana o el medio ambiente.

Algunos ejemplos típicos de materiales abandonados son los siguientes:

- Tanques/depósitos superficiales (con o sin productos en su interior).
- Tanques, depósitos y elementos auxiliares (conducciones, separadores, tubos de ventilación, bocas de carga, etc.) subterráneos (con o sin productos en su interior).
- Maquinaria diversa asociada a la producción.
- Materias primas y productos de fabricación almacenados en diversas formas.
- Envases vacíos de materias primas y/o productos de fabricación.
- Residuos de producción de cualquier tipo y estado físico, contenidos o no, y depositados en distintas áreas (a la intemperie o en el interior de edificios).
- Canalizaciones, conducciones y redes interiores de servicios (agua, electricidad, gas, etc.).
- Otros materiales e instalaciones (equipos de laboratorio, etc.).

4. METODOLOGÍA

La investigación ambiental de los materiales abandonados en una ruina industrial se desarrollará por fases sucesivas enmarcadas en el programa general de investigación del emplazamiento. Tales fases son las siguientes:

1. Inventario de materiales abandonados.
2. Definición del programa de caracterización de los materiales abandonados.
3. Toma de muestras y análisis.
4. Evaluación, clasificación y diagnóstico.

Las conclusiones de la investigación deben traducirse, en todo caso, en actuaciones a incluir en el proyecto de recuperación del emplazamiento. Seguidamente se desarrollan las pautas generales de trabajo para acometer cada una de las fases señaladas.

4.1. INVENTARIO DE MATERIALES ABANDONADOS

Esta primera fase de la investigación tiene como finalidad disponer de una relación exhaustiva de todos los materiales abandonados que se encuentran dentro del recinto industrial, tanto en el interior de edificios como a la intemperie o bajo la superficie del terreno. La realización del inventario se conseguirá, en general, abordando dos tareas básicas:

- Un estudio histórico.
- La inspección del emplazamiento.

4.1.1. ESTUDIO HISTÓRICO

En lo referente a este procedimiento, el estudio histórico tiene como finalidad primaria recopilar la máxima información posible acerca de diversos aspectos relevantes para localizar posibles instalaciones abandonadas dentro de la ruina industrial que no sean fácilmente visibles.

El estudio histórico aquí mencionado comparte muchas características con el que habitualmente se realiza al inicio de una investigación de un suelo potencialmente contaminado. Así, las fuentes de información a las que acudir

son archivos públicos y privados, empresas de servicios (agua, electricidad, gas, etc.), entrevistas con personas clave en la construcción y explotación de las instalaciones, planos de los edificios e instalaciones, planos geográficos, fotos aéreas, etc.

El estudio histórico de una ruina industrial debe prestar especial atención a obtener información sobre, al menos, los siguientes aspectos:

- Características básicas de los procesos productivos desarrollados históricamente en el emplazamiento: composición química y cantidades de materias primas, productos y residuos generados.
- Localización por fechas de las instalaciones de proceso e instalaciones auxiliares (almacenes, laboratorios, transformadores, etc.) en edificios y áreas no construidas.
- Combustibles utilizados por la industria a lo largo de su historia.
- Materiales constitutivos de edificios e instalaciones.
- Usos de los diferentes recintos de los edificios a lo largo del tiempo (oficinas, talleres, procesos productivos, almacenes, etc.).
- Localización y antigüedad de instalaciones enterradas (depósitos, red de saneamiento, líneas de servicios de agua, electricidad, gas, etc.).
- Localización y fecha de ocurrencia de fugas y escapes de tuberías, tanques, etc.
- Localización y fecha de ocurrencia de accidentes relevantes (incendios, explosiones, etc.).
- Cualquier otra causa que indique una potencial contaminación del suelo.

Toda la información recopilada en el estudio histórico se analizará y resumirá en un documento que incluya además planos indicativos de la previsible situación y características de las instalaciones.

4.1.2. INSPECCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO

A partir de la información recopilada en el estudio histórico, se planificará una visita de inspección del emplazamiento, durante la cual se visitarán tanto los edificios como las áreas no construidas. Se recomienda organizar la inspección de forma que facilite la recogida sistemática de información.

A tal fin, cada recinto de cada uno de los edificios existentes se numerará o codificará (ver procedimiento de investigación de la contaminación de edificios). Para recoger información de las zonas no construidas, se recomienda trazar una malla regular en planta, de dimensiones variables en función de la superficie total del emplazamiento y de la previsible “densidad” de instalaciones. A título orientativo, una malla ortogonal compuesta por elementos de unos 10 m de lado puede ser suficiente en muchos casos. Una vez definida, los elementos de la misma se codificarán o numerarán.

Durante la inspección se cumplimentará una ficha (Anexo 1) en la que se recojan datos sobre, al menos, los siguientes elementos:

- **Conducciones:** de antiguos procesos productivos o de servicios. Para cada edificio y elemento de la malla se especificarán los siguientes datos:
 - Ubicación: subterránea, aérea o mixta.
 - Uso/tipo de producto al que se destinaba.
 - Material constitutivo de la conducción: plástico, fundición, fibrocemento, etc. Si se conoce la presencia de aislantes a base de amianto, debe reflejarse.
 - Estado de la conducción: indicando, en su caso, grietas, roturas, corrosión, etc.
 - Fugas detectadas: indicando en plano su ubicación y tipo de producto y afección (pavimento, suelo, etc.).
 - Propuesta de posibles puntos a muestrear posteriormente (incluyendo técnica de muestreo), reflejada en un esquema o dibujo.
 - Codificación y descripción de las fotografías tomadas durante la inspección.
- **Maquinaria e instalaciones:** en este apartado se incluyen tanto elementos fijos como móviles ligados a antiguos procesos de producción. Para cada edificio, recinto y elemento de la malla se especificarán los siguientes datos:
 - Tipo de maquinaria: hornos, generadores, decantadores, reactores, transformadores, etc. Se hará referencia al material constitutivo y a cualquier señal de peligro que incorporen.
 - Tamaño/peso: dimensiones aproximadas, volumen que ocupa y peso estimado o registrado.

- Estado de conservación: defectos, fugas de fluidos, observaciones organolépticas, etc.
- Dificultad de desmantelamiento.
- Contenido (detectado o estimado) de sustancias peligrosas (aceites, PCBs, lodos, cenizas, etc.), indicando volumen de las mismas y afecciones.
- **Depósitos:** en este apartado se incluyen los depósitos de almacenamiento. Para cada edificio, recinto y elemento de la malla se especificarán los siguientes datos:
 - Tipo de depósito: enterrado o aéreo. Se hará referencia al material constitutivo y a cualquier señal de peligro que incorpore.
 - Tamaño/peso: dimensiones aproximadas, volumen que ocupa y peso estimado.
 - Estado de conservación: defectos, fugas de fluidos, observaciones organolépticas, etc.
 - Dificultad de desmantelamiento.
 - Contenido (detectado o estimado) de sustancias peligrosas (aceites, PCBs, lodos, cenizas, etc.), indicando volumen de las mismas y afecciones.
- **Materias primas, productos y residuos de fabricación:** en este apartado se incluyen todos los materiales de estas clases que no hayan sido registrados previamente y que se encuentren en sacos, bidones, contenedores o sin contención. Para cada edificio, recinto y elemento de la malla se especificarán los siguientes datos:
 - Tipo de material: materia prima, producto, residuo de proceso, indicando su composición conocida o estimada.
 - Procedencia: proceso productivo que lo utilizaba o generaba.
 - Almacenamiento: forma y lugar de acumulación (tanque, fosa, sobre suelo, etc.).
 - Estado: físico (sólido, líquido, etc.) y apariencia (color y olor).
 - Cantidad: volumen y peso estimados.
 - Afecciones: sobre el suelo, pavimentos, soleras, etc.

- Propuesta de posibles puntos a muestrear posteriormente (incluyendo técnica de muestreo), reflejada en un esquema o dibujo.
- Codificación y descripción de las fotografías tomadas durante la inspección.

Como práctica habitual, no se tomarán muestras durante la inspección del emplazamiento. No obstante, puede ser recomendable realizar algunas mediciones de parámetros básicos de algunos residuos (pH, conductividad, etc.) o de indicadores de la calidad del ambiente interior en recintos confinados. En todo caso, se pueden llevar a cabo algunas pruebas sencillas que ayuden a identificar ciertos materiales abandonados.

En todo caso, la inspección visual del emplazamiento puede complementarse con métodos de investigación no destructivos (métodos geofísicos) que faciliten la localización de instalaciones, bidones, residuos, etc., enterrados y, por tanto, difíciles de identificar. Los métodos geofísicos proporcionan información continua y de forma no destructiva de prácticamente todo el área investigada, permitiendo obtener una visión global de la zona a estudiar.

Los métodos geofísicos más utilizados en este tipo de trabajos son el georadar y las prospecciones eléctricas, electromagnéticas y magnéticas.

- La **prospección magnética** se basa en la detección de anomalías en el campo magnético terrestre, causadas por la presencia de objetos que presentan alta susceptibilidad magnética. Esta anomalía modifica el valor del campo total, por lo que permite detectar la presencia del cuerpo que la origina.
- La **prospección eléctrica** se basa en el estudio de las variaciones de la resistividad eléctrica del subsuelo y permite obtener información sobre la estructura y composición del subsuelo a partir de las relaciones existentes entre la resistividad eléctrica y el tipo de litología o la salinidad del fluido contenido en el suelo. Existen dos tipos de prospecciones eléctricas: los sondeos eléctricos verticales (S.E.V.) y las calicatas eléctricas.
- La **prospección electromagnética** se basa en el hecho de que cuando el campo electromagnético producido por una antena o bobina por la que pasa una corriente alterna, se propaga a través del subsuelo, induce otras corrientes alternas en todo cuerpo conductor que encuentre en su camino. Estas corrientes originan campos magnéticos secundarios que alteran el campo primario, variando su intensidad, fase y dirección.

Este método se utiliza para la localización de zonas de relleno o zonas excavadas, así como de bidones enterrados o para cartografiar penachos

contaminantes, permitiendo determinar la dirección y velocidad de propagación del contaminante.

- El **georadar** es uno de los métodos geofísicos de mayor resolución, adaptado para la investigación a poca profundidad de las características geológicas, hidrogeológicas y geotécnicas del terreno, así como para la localización de todo tipo de objetos y estructuras enterradas (conducciones, tanques, zonas contaminadas, rellenos, etc.). Se trata del método no destructivo más eficaz para las características de los estudios e investigaciones aquí descritas. En el Anexo 2 se ofrece una información más detallada del mismo y una tabla comparativa de los distintos métodos.

La información obtenida durante el estudio histórico y durante la inspección del emplazamiento se analizará y evaluará, dando lugar a un documento de inventariado exhaustivo de todos los materiales abandonados presentes en la ruina industrial. Asimismo puede incluirse una propuesta de programa de caracterización de dichos materiales.

4.2. DEFINICIÓN DEL PROGRAMA DE CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES ABANDONADOS

En la medida que se considere preciso acometer una caracterización cuantitativa de la composición química y/o características peligrosas de algunos de los materiales abandonados en una ruina industrial, será preciso definir previamente el programa de tales trabajos, que, al menos, debe contemplar los siguientes aspectos:

- Puntos de muestreo (localización y tipo de material a muestrear).
- Técnicas y equipos de muestreo.
- Medidas de seguridad e higiene a adoptar durante el muestreo.
- Determinaciones analíticas a efectuar en cada muestra.

Los contenidos del programa de caracterización vendrán condicionados básicamente por dos factores:

- La posibilidad de reutilizar materias primas, productos o instalaciones que se encuentren en buenas condiciones de conservación puede aconsejar una caracterización apoyada en un muestreo limitado de las mismas tendente a confirmar tal posibilidad.
- La gestión a dar a todos aquellos materiales abandonados no suscepti-

bles de ser reutilizados directamente y que, por tanto, han de considerarse como residuos. En este caso, el tipo de tratamiento y la consideración legal que ha de merecer cada residuo puede requerir una caracterización analítica tendente, al menos, a determinar cuales son tóxicos y peligrosos y cuales pueden gestionarse como residuos inertes.

De acuerdo con lo anterior, y como norma general, el muestreo se limitará a aquellos materiales de los que no se posea certeza razonable sobre su carácter legal (peligroso o inerte). En general, se recomienda no tomar muestras compuestas, a menos que se esté seguro de que el material de todas las muestras simples a componer es idéntico.

El programa de muestreo y análisis en laboratorio se puede desarrollar en una o varias fases, en función de las previsiones del programa global de investigación ambiental y de los resultados que se obtengan.

4.3. TOMA DE MUESTRAS Y ANÁLISIS

Una vez diseñado el programa de caracterización de los materiales abandonados, su puesta en práctica se llevará a cabo de acuerdo con las previsiones del mismo. A continuación se presentan algunas consideraciones generales sobre los siguientes aspectos:

- Precauciones generales referentes a la toma de muestras.
- Técnicas de muestreo.
- Programa analítico.

4.3.1. PRECAUCIONES GENERALES REFERENTES A LA TOMA DE MUESTRAS

Es muy importante que los equipos utilizados para la toma de muestras se encuentren totalmente limpios. En ocasiones, las técnicas de muestreo conllevan el uso de disolventes, en cuyo caso se considerará la conveniencia de emplear equipos de un solo uso para evitar contaminación cruzada. Asimismo, se recomienda utilizar siempre guantes desechables y nuevos para cada muestra.

Todas las muestras irán convenientemente identificadas y se almacenarán en condiciones refrigeradas y a salvo de la luz. En este tipo de caracterización es frecuente llevar a cabo la duplicación de las muestras, a fin de poder realizar contrastes de los resultados analíticos. En cualquier caso, se deben

extremar las precauciones durante el transporte de este tipo de muestras.

En cuanto a las medidas de seguridad a adoptar en el muestreo, pueden encontrarse algunas recomendaciones al respecto en el procedimiento específico de seguridad.

Todos los puntos de muestreo se indicarán en planos. Asimismo, se procederá a rellenar las correspondientes fichas de muestreo y se realizará un reportaje fotográfico que complemente esta información.

4.3.2. TÉCNICAS DE MUESTREO

Las técnicas de muestreo a utilizar en la caracterización de los materiales abandonados dependerán básicamente del estado físico y previsible composición química de los mismos. A continuación se describen brevemente algunas prácticas recomendables para el muestreo del contenido de bidones y tanques y para el muestreo de residuos sólidos o pastosos.

- **Muestreo del contenido de bidones y tanques:** antes de tomar muestras de bidones o tanques hay que proceder a abrirlos con sumo cuidado, para lo cual se utilizarán herramientas que no puedan provocar chispas. En caso de tratarse de bidones herméticos (sin tapa), se aconseja utilizar un punzón montado en el extremo del brazo de una máquina pesada (por ejemplo, una retroexcavadora), a fin de reducir el riesgo de salpicaduras o las consecuencias de efectos imprevistos (explosiones, etc.). Nunca se deben abrir bidones que presenten indicios de hinchamiento.

Antes y después de tomar una muestra hay que realizar una medición con un explosímetro y con un PID (detector de fotoionización) para evaluar el riesgo de explosión o incendio. Como regla general, no se trabajará si hay un nivel superior al 25% LEL (límite inferior de explosión), debiendo esperarse a que esté por debajo de 10% LEL. Si hay indicios de presencia de materiales radiactivos se medirá la radiactividad.

Para bidones o tanques que contengan líquidos, las muestras se tomarán con un tomamuestras tipo “bailer” o, en su defecto, con un tubo de vidrio que se introduce en el líquido y cuyo extremo superior se cierra con la mano, ejerciendo un efecto pipeta. A continuación se vierte el contenido directamente en el envase de muestreo (frasco de vidrio con cierre roscado y tapón de teflón). Se aconseja emplear un bailer o tomamuestras similar por muestra. Debido al riesgo de reacción, se aconseja

seja no añadir reactivos a estas muestras.

- **Muestreo de residuos sólidos y pastosos:** para la toma de muestras sólidas o pastosas superficiales, se puede utilizar una paleta o espátula. Si se desea una muestra más profunda, se tomará con un equipo de sondeo manual. En ambos casos, hay que limpiar la superficie a muestrear antes de realizar la toma de muestra propiamente dicha.

4.3.3. PROGRAMA ANALÍTICO

La estrategia a adoptar para la analítica en laboratorio de las muestras tomadas dependerá básicamente de las características físico-químicas previsibles de cada muestra y de los objetivos específicos de la caracterización (calificación legal de un residuo, conocimiento de la composición química, etc.).

En caso de buscarse la calificación de un residuo de acuerdo con la legislación vigente, se deberá seguir básicamente lo dispuesto para caracterización de residuos peligrosos. En caso de desear conocer la composición química básica de un material del que apenas se posee información, la analítica puede iniciarse aplicando técnicas de barrido para posteriormente cuantificar los compuestos identificados o más significativos.

En cuanto a las técnicas analíticas a utilizar, hay que hacer referencia a las reconocidas y aplicadas en el ámbito de la caracterización de residuos peligrosos.

4.4. EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO

Los resultados obtenidos en las fases anteriores se evaluarán conjuntamente para elaborar un diagnóstico acerca de los diferentes materiales abandonados presentes en la ruina industrial y sus respectivas características físico-químicas y toxicológicas.

El diagnóstico debe orientarse especialmente a establecer los tipos y cantidades respectivas de materiales abandonados de acuerdo con una clasificación de los mismos. A efectos prácticos, se recomienda adoptar una clasificación que se encuentre estrechamente relacionada con el tipo de gestión (tratamiento) que requiere cada material/residuo.

En consecuencia, la clasificación que se maneje en cada caso estará fuertemente condicionada por el marco legal aplicable en materia de gestión de residuos. A este respecto, existe actualmente un desarrollo legislativo que regula la gestión de los residuos peligrosos. En menor medida, existe legisla-

ción referente a la gestión de los residuos inertes. Asimismo, existe un marco general para la gestión de los residuos sólidos urbanos.

A la vista de lo anterior, se recomienda clasificar los materiales abandonados en una ruina industrial que permita asignar a cada uno de los inventariados y caracterizados, al menos, una de las siguientes categorías:

- Residuo peligroso.
- Residuo asimilable a RSU.
- Residuo inerte.

En lo que se refiere a los materiales abandonados, el diagnóstico-conclusión de la investigación ambiental de una ruina industrial debe contener además consideraciones sobre los siguientes aspectos:

- Alternativas de gestión para cada material, a la vista de sus características, calificación legal y viabilidad de reutilización o reciclado. En la medida de lo posible, se recomienda identificar incluso posibles instalaciones de gestión para los distintos tipos de residuos.
- Posibles actuaciones de emergencia (previas a la recuperación) tendientes a paliar situaciones de riesgo evidente como consecuencia del estado de ciertos materiales o instalaciones abandonadas.
- Medidas de seguridad y precauciones básicas para la manipulación de los diferentes materiales abandonados durante la recuperación del emplazamiento. A este respecto, cabe señalar las siguientes recomendaciones genéricas:
 - Antes de poner en práctica las actuaciones de recuperación se señalarán claramente los diferentes tipos de materiales/residuos según la gestión prevista para cada uno.
 - Los residuos líquidos contenidos en tanques, depósitos, etc. se bombearán y transportarán en condiciones acordes con sus características y, en todo caso, separadamente unos de otros.
 - Los residuos sólidos se separarán en diferentes contenedores según los tipos.
 - Toda la maquinaria e instalaciones abandonadas que contenga algún producto o residuo debe ser vaciada y limpiada de forma adecuada antes de proceder a su desmantelamiento.

5. BIBLIOGRAFÍA

- DAVIES, V.J. TOMASIN, K.: “Construction safety handbook”. Thomas Telford Ltd. 1.990.
- IHOBE, Sociedad Pública de Gestión Ambiental: “Guía Metodológica para la Investigación de la Contaminación del Suelo. Estudio Histórico y Diseño de Muestreo”. Propuesta de Plan Director para la Protección del Suelo. Departamento de Urbanismo, Vivienda y Medio Ambiente, Gobierno Vasco. 1.994.
- VARIOS AUTORES: “Affaldsvejledning”. A/S resundsforbindelsen-DEMEX A/S. 1.994.
- VARIOS AUTORES: “Compendium of ERT waste sampling procedures”. Office of Emergency and Remedial Response, United States Environmental Protection Agency. 1.991.
- VARIOS AUTORES: “Development of a model optimizing the reuse of building demolition waste and reducing the environmental impact on this waste”. Commission of the European Communities. Directorate General for Science Research and Development. 1.994.
- VARIOS AUTORES: “Managing and minimizing construction waste: a practical guide”. Institution of Civil Engineers. Thomas Telford Services Ltd. 1.995.
- VARIOS AUTORES: “Manual til registrering og håndtering af forurenede materialer i bygninger”. COWIconsult A/S (Dinamarca). 1.994.
- VARIOS AUTORES: “Miljundergelser. Bygninger Holmen”. COWIconsult A/S-Forsvarets bygningstjeneste (Dinamarca). 1.994.
- VARIOS AUTORES: “Nedrivning af bygninger og anlægskonstruktioner”. SBI-Anvisning 171. Statens Byggeforskningsinstitut (Dinamarca). 1.991.
- VARIOS AUTORES: “NMK 96, Nedbrydningsbranchens Miljøkontrolordning 1.996”. Ministerio de medio ambiente y energía-Sección de demoliciones de la Asociación de Contratistas (Dinamarca). 1.996.
- VARIOS AUTORES: “Regulativ for erhvervsaffald i Københavns Kommune”. Københavns borgerrepræsentation. 1.997.

ANEXO I: FICHAS DE CAMPO

FICHA DE CAMPO: «MATERIALES ABANDONADOS»

| Nº de plano | Nº de malla | Nº de edificio | Recinto | Uso |
|-------------|-------------|----------------|---------|-----|
| | | | | |

MAQUINARIA E INSTALACIONES:

Tipo de máquina

| | |
|------------------------------|-------------------|
| Identificaciones de peligro: | Tipo de material: |
|------------------------------|-------------------|

Tamaño/peso:

Estado de conservación:

| | |
|------------|---------------------|
| Bueno: | Malo: |
| Corrosión: | Pérdida de fluidos: |
| Olor: | Color: |

Dificultad de desmantelamiento:

| | | |
|--------|--------|----------|
| Fácil: | Medio: | Difícil: |
|--------|--------|----------|

Contaminante/
Contenido:

Detectados:

Estimados:

Afecciones:

Volumen:

DEPÓSITOS:

| | | |
|---------------------------------|---|------|
| Tipo de depósito | Identificaciones de peligro: Tipo de material: | |
| Tamaño/peso: | m ² /m ³ | kg/t |
| Estado de conservación: | Bueno: Malo: Corrosión: Deformaciones: Pérdida de fluidos: Olor: Color: | |
| Dificultad de desmantelamiento: | Fácil: Medio: Difícil: | |
| Contaminante/ Contenido: | Detectados: | |
| | Estimados: | |
| | Afecciones: | |
| | Volumen: | |

MATERIAS PRIMAS/PRODUCTOS/RESIDUOS:

| | | | | | | | | |
|----------------------|--|----------------------|----------|----------------------|--------------|-------------|--------|--------|
| Tipo | <input type="text"/> | | | | | | | |
| Procedencia: | <input type="text"/> | | | | | | | |
| Almacenamiento: | <table border="1"><tr><td>Tanque:</td><td>Fosa:</td><td>Otros:</td></tr><tr><td>Sobre suelo:</td><td>Aire libre:</td><td>Naves:</td></tr></table> | Tanque: | Fosa: | Otros: | Sobre suelo: | Aire libre: | Naves: | |
| Tanque: | Fosa: | Otros: | | | | | | |
| Sobre suelo: | Aire libre: | Naves: | | | | | | |
| Estado: | <table border="1"><tr><td>Sólido:</td><td>Líquido:</td></tr><tr><td>Acuoso:</td><td>Aceitoso:</td><td>Pastoso:</td></tr><tr><td>Olor:</td><td>Color:</td></tr></table> | Sólido: | Líquido: | Acuoso: | Aceitoso: | Pastoso: | Olor: | Color: |
| Sólido: | Líquido: | | | | | | | |
| Acuoso: | Aceitoso: | Pastoso: | | | | | | |
| Olor: | Color: | | | | | | | |
| Cantidad: | <table border="0"><tr><td><input type="text"/></td><td>m3</td><td><input type="text"/></td><td>kg</td></tr></table> | <input type="text"/> | m3 | <input type="text"/> | kg | | | |
| <input type="text"/> | m3 | <input type="text"/> | kg | | | | | |
| Afecciones: | <input type="text"/> | | | | | | | |

Ubicación de puntos potenciales de muestreo y técnica de muestreo a utilizar:

| | |
|--------------------------------|--------------------------|
| Dibujo: Puntos de muestreo: | Fotos: Descripción: |
| | nº de foto: |
| Técnica: | Fecha: Realizado por: |

FICHA DE CAMPO: «CONDUCCIONES»

| Nº de plano | Nº de malla | Nº de edificio | Orientación | Coordenadas |
|-------------|-------------|----------------|-------------|-------------|
| | | | | |

Ubicación: Subterránea: Aérea: Mixta:

Uso/tipo de producto:

Material constitutivo:

Estado de la conducción:
 Bueno: Malo:

 Grietas: Corrosión: Roturas:

Fugas detectadas:
 Tipo:

 Afecciones:

Ubicación de puntos potenciales de muestreo y técnica de muestreo a utilizar:

| | |
|--------------------------------|--------------------------|
| Dibujo: Puntos de muestreo: | Fotos: Descripción: |
| | nº de foto: |
| Técnica: | Fecha: Realizado por: |

ANEXO II: MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN NO DESTRUCTIVOS

GEORADAR

Es un método de prospección geofísica muy preciso, de análisis continuo y no destructivo. El equipo dispone de una instrumentación ligera y portátil, de fácil colocación en el emplazamiento y rápida puesta en marcha.

Realiza la investigación de la zona más superficial del subsuelo (profundidad menor de 30 m.), identificando y localizando detalladamente distintos materiales, estructuras u objetos enterrados, representando los datos en perfiles longitudinales continuos.

Está basado en las distintas propiedades dieléctricas de los materiales y consta de una antena emisora, que emite impulsos electromagnéticos de muy corta duración, y otra receptora, que es la que registra la energía reflejada en las distintas interfases encontradas (suelo/objeto enterrado, suelo/roca,...).

La geometría de los registros de las diagrfías dependerán de la orientación relativa y forma de los objetos enterrados con respecto de la dirección del perfil, teniendo que:

- Cuando la hipérbola es muy pronunciada, se debe a que el objeto está paralelo a la dirección del perfil.
- Cuando la hipérbola es poco pronunciada, el objeto se encuentra transversal a la dirección del perfil.

La profundidad de la investigación depende fundamentalmente de los siguientes factores:

- Frecuencia de la antena emisora. A mayor frecuencia menor profundidad de investigación.
- Conductividad eléctrica de los materiales, bien sean suelos naturales, rellenos, bidones o tanques enterrados.

La velocidad de propagación de las ondas está directamente relacionada con la humedad del suelo. Para determinar dicha velocidad se realizan perfiles de gran ángulo, denominados CMP (Comon Mid Point), que sirven para reconocer el perfil de velocidad de los diferentes niveles del terreno, así como detectar los tipos de ondas presentes en el perfil.

Los CMP son perfiles de separación variable entre el emisor, receptor, separándose ambas antenas con intervalos fijos desde un punto central común. La superficie reflectante definirá una hipérbola de reflexión en el diagrama “distancia-tiempo recorrido”, debido al progresivo aumento del tiempo de tránsito de las ondas.

El tamaño mínimo de los objetos a identificar está en función de la frecuencia utilizada y de la distancia entre los puntos de medición. Dicha identificación será más exacta cuanto mayor sea la frecuencia y cuanto menor sea la distancia entre los puntos de medición.

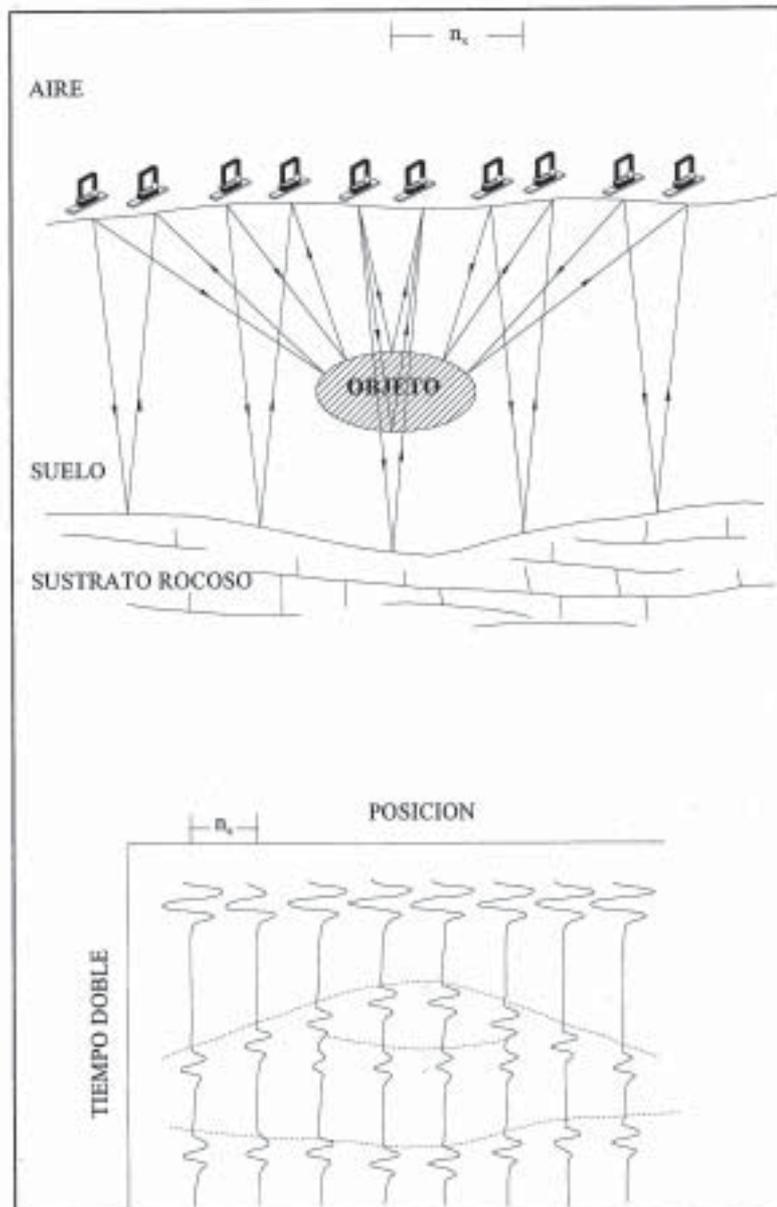


Figura 1: Reflexión de la onda de radar debido a las heterogeneidades del subsuelo y su representación en el perfil

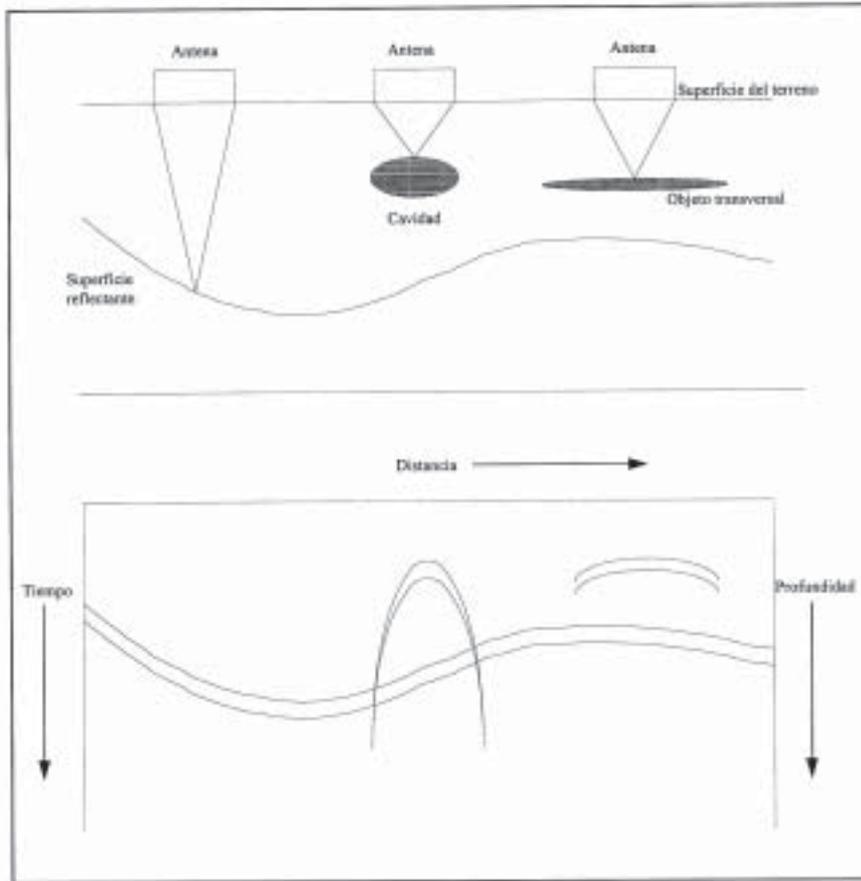


Figura 2: Esquema general del registro e interpretación de diferentes objetos y/o superficies encontradas por las ondas

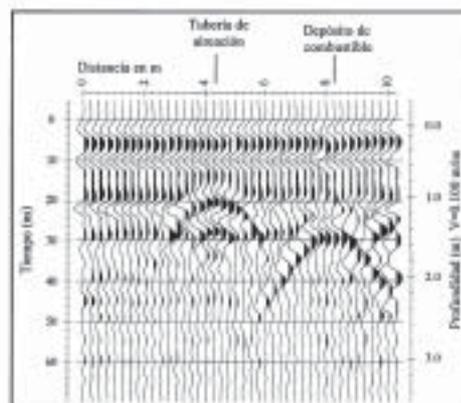


Figura 3: Diagrafía con las hipérbolas de difracción correspondientes a un depósito de combustible y una tubería de aireación

Tabla 1. Características principales de cada método

| | MAGNÉTICOS | ELÉCTRICOS | ELECTROMAGNÉTICOS | GEORADAR |
|---|--|--|--|--|
| Profundidad de alcance en metros | Depende de la masa enterrada. Un bidón hasta 6 m. | Hasta 20 m. si existe posibilidad de gran abertura de alas. | 1-60 m. Sólo hasta 15 m. para datos continuos. | 1-30 m. A mayor profundidad menor resolución. |
| Susceptibilidad al ruido | Cualquier objeto metálico y líneas de alta tensión. | Mal contacto de electrodos con el suelo: Capas muy poco definidas. | Líneas de alta tensión y objetos metálicos muy cercanos. | Líneas de alta tensión y objetos metálicos muy cercanos. |
| Característica más destacada | Detección de objetos metálicos. | Determinación de la resistividad en profundidad y lateralmente. | Profundidades de alcance mayores con menor cobertura entre antena y transmisor. | Método de mayor resolución. |
| Localización y semicuantificación de objetos metálicos enterrados | Método muy efectivo para determinar objetos metálicos. | No se utiliza. | Método alternativo. | Método más efectivo, ya que puede determinar cualquier tipo de objeto. |
| Localización y determinación de los límites y la profundidad de un relleno | Efectivo si el relleno es de materiales metálicos. | Método alternativo. | Método muy efectivo. | Método más efectivo. |
| Cartografía de lixiviados conductivos y penachos contaminantes | No se utiliza. | Establece una aproximación de la cantidad de contaminante. | Puede controlar el movimiento del penacho mediante medidas hechas en diferentes tiempos. | Método alternativo. |
| Cartografiar características hidrogeológicas (N.F.) | No se utiliza. | Método más efectivo. | Método alternativo. | Método más efectivo. |

**III. PROCEDIMIENTO TÉCNICO:
INVESTIGACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DE
EDIFICIOS**

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento desarrolla el procedimiento específico de actuación para la investigación de la contaminación de los edificios que pueden formar parte de una ruina industrial.

Las actividades desarrolladas y las sustancias manipuladas en las instalaciones industriales pueden haber originado la contaminación de elementos constitutivos de los edificios. La tipología, forma de presencia de la contaminación y persistencia de la misma dependerán, en general, tanto de las características de los diferentes materiales constructivos implicados como de las propiedades de los contaminantes relevantes. Dicha contaminación puede suponer un riesgo significativo para la salud humana y/o para los recursos ambientales en el caso de una futura reutilización de los edificios afectados e incluso durante el período en que la ruina industrial permanezca en un estado de abandono.

Por otra parte, en edificios de cierta antigüedad e independientemente del uso que tuvieron en el pasado, pueden encontrarse presentes como parte de elementos constructivos sustancias cuya permanencia supone de por sí un riesgo para la salud humana, siendo el caso más relevante a este respecto el del amianto utilizado con diferentes propósitos (aislamiento térmico, paneles interiores, cubiertas, etc.).

En consecuencia, la investigación ambiental de cualquier ruina industrial debe incluir una investigación específica de la contaminación de los edificios existentes, que permita diagnosticar el estado ambiental de los mismos y diseñar las actuaciones de recuperación que se consideren oportunas.

2. OBJETO

El objeto de este procedimiento es exponer los criterios y pautas generales de actuación para acometer la investigación de la contaminación presente en cualquier elemento constitutivo de un edificio de una ruina industrial.

El objetivo básico de tal investigación es obtener información suficiente para planificar las actuaciones específicas sobre estos elementos del emplazamiento durante la fase de recuperación del mismo. Dichas actuaciones están condicionadas por, entre otros factores, el destino/uso que se vaya a dar a cada edificio o recinto del mismo tras la recuperación del emplazamiento. A este respecto, cabe distinguir las siguientes posibilidades:

- El edificio va a ser totalmente demolido y sustituido por otro de nueva planta o por suelo exento de edificación.
- El edificio se va a demoler parcialmente (algunos de sus elementos se van a conservar y otros se van a eliminar y/o sustituir).
- El edificio se va a conservar para ser destinado a otro uso tras la recuperación del emplazamiento.

Durante la fase de investigación ambiental es preciso contemplar (en la medida que se conozca) el futuro destino/uso de cada edificio existente, ya que este aspecto puede condicionar algunas de las técnicas a aplicar para la investigación de la contaminación de los edificios.

En definitiva, los resultados de la investigación de la contaminación de los edificios deben incorporarse al proyecto de recuperación del emplazamiento, de modo que se cumplan los siguientes objetivos concretos:

- Siempre que resulte técnicamente viable, los materiales contaminados se separan de los no contaminados, a fin de optimizar la posterior gestión de unos y otros.
- La gestión (transporte, reutilización y/o eliminación) de los materiales contaminados se realiza siguiendo prácticas ambientales adecuadas y acordes con las características de los mismos.
- Se toman las precauciones necesarias con vistas a garantizar que los trabajos de recuperación se realizan en condiciones de seguridad tanto para el personal implicado en los mismos como para terceras personas (ver procedimiento de seguridad).

- En caso de preverse la reutilización de un edificio contaminado, se toman las medidas oportunas para evitar futuros problemas de ambiente interior.

3. CONSIDERACIONES PRELIMINARES

Se entiende por *edificios contaminados* aquéllos que, debido a la utilización de determinados materiales constructivos o a las actividades industriales desarrolladas en su interior o proximidades, contienen en alguno de sus elementos constitutivos sustancias que suponen un riesgo significativo para la salud humana o el medio ambiente. Algunos ejemplos típicos de elementos constitutivos de edificios contaminados son los siguientes:

- Techos, paredes, puertas de incendios y suelos que contengan amianto.
- Aislamientos de instalaciones a base de amianto (codos de tubos, calderas, etc.).
- Superficies contaminadas por compuestos orgánicos (aceites, otros), metales, etc.
- Superficies alteradas como consecuencia de procesos agresivos para los materiales (por ejemplo, procesos de galvanización).

Como caso más relevante de material constructivo que confiere a un edificio el carácter de contaminado se encuentra el del amianto. El amianto se ha utilizado durante muchos años en la construcción, tanto como material constitutivo de diversas piezas (tubos y placas) como material auxiliar, dadas sus características aislantes e ignífugas.

Bajo la denominación de amianto se incluyen diferentes variedades de silicatos fibrosos. Entre ellos cabe destacar el amianto blanco (crisotilo), que es el más común, el amianto azul (crocidolita) y el amianto marrón (amosita). Se ha comprobado que la exposición a las fibras de amianto en el ambiente laboral (en determinadas condiciones y niveles) es causa de patologías como la asbestosis, el carcinoma primitivo de bronquio y pulmón y el mesotelina pleural o peritoneal por asbesto. Este hecho hace que los trabajos en los que pueda darse una exposición significativa a las fibras de amianto (entre los cuales se encuentran determinadas labores de investigación y, sobre todo, recuperación de ruinas industriales), se hallen estrictamente regulados por la legislación en materia de higiene laboral.

Si bien, por los motivos anteriores, la utilización del amianto en la construcción ha disminuido en los últimos años (llegando a estar prohibido el uso

del amianto azul o de cualquier variedad por medio de proyección), la posibilidad de que se encuentre en determinados elementos de edificios antiguos no es desdeñable. Por tanto, la localización y cuantificación del amianto constituye un aspecto esencial de la investigación de la contaminación de los edificios de una ruina industrial.

En lo relativo a otros contaminantes que puedan estar presentes en elementos constitutivos de edificios y que sean dignos de consideración durante la investigación de los mismos, hay que referirse a aquellos compuestos químicos que, en forma de polvo, líquido o vapores hayan podido quedar depositados, adheridos o penetrar en elementos constructivos. La naturaleza de dichos contaminantes dependerá en cada caso de las actividades desarrolladas históricamente en el interior o proximidades de cada edificio en cuestión.

4. METODOLOGÍA

La investigación de la contaminación de los edificios de una ruina industrial se desarrollará por fases sucesivas enmarcadas en el programa general de investigación ambiental del emplazamiento. Tales fases son las siguientes:

1. Análisis preliminar mediante un estudio histórico.
2. Inspección exhaustiva de los edificios.
3. Definición del programa de caracterización de la contaminación.
4. Toma de muestras y análisis.
5. Evaluación y diagnóstico de la contaminación.

Las conclusiones de la investigación deben traducirse, en todo caso, en actuaciones a incluir en el proyecto de recuperación del emplazamiento. En los casos en que tal recuperación incluya la demolición (total o parcial) de elementos constitutivos de edificios, será preciso contemplar además la gestión de los residuos de demolición, teniendo en cuenta si se encuentran contaminados o no.

Seguidamente se desarrollan las pautas generales de trabajo para acometer cada una de las fases de investigación antes señaladas.

4.1. ANÁLISIS PRELIMINAR MEDIANTE UN ESTUDIO HISTÓRICO

En lo referente a este procedimiento, el estudio histórico tiene como finalidad recopilar la máxima información posible acerca de diversos aspectos relevantes para evaluar la contaminación de los edificios. Dicha información debe dar lugar a un análisis preliminar que se utilizará como base para acometer las restantes fases de la investigación.

El estudio histórico aquí mencionado comparte muchas características con el que habitualmente se realiza al inicio de una investigación de un suelo potencialmente contaminado. Así, las fuentes de información a las que acudir son archivos públicos y privados, entrevistas con personas clave en la construcción y explotación de las instalaciones, planos de los edificios (en su estado actual y en estados anteriores), planos geográficos, fotos aéreas, etc.

El estudio histórico de una ruina industrial debe prestar especial atención a obtener información sobre, al menos, los siguientes aspectos:

- Características básicas de los procesos productivos desarrollados históricamente en el emplazamiento: composición química y cantidades de materias primas, productos y residuos generados.
- Localización por fechas de las instalaciones de proceso e instalaciones auxiliares (almacenes, laboratorios, transformadores, etc.) en edificios y áreas no construidas.
- Materiales constitutivos de edificios e instalaciones.
- Usos de los diferentes recintos de los edificios a lo largo del tiempo (oficinas, talleres, procesos productivos, almacenes, etc.).
- Localización y antigüedad de instalaciones enterradas (depósitos, red de saneamiento, líneas de servicios de agua, electricidad, gas, etc.).
- Localización y fecha de ocurrencia de fugas y escapes de tuberías, tanques, etc.
- Localización y fecha de ocurrencia de accidentes relevantes (incendios, explosiones, etc.).
- Cualquier otra causa que indique una potencial contaminación del suelo y/o los edificios.

Toda la información recopilada en el estudio histórico se analizará y resu-

mirá en un documento que incluya además planos indicativos de la contaminación potencial del suelo y los edificios.

4.2. INSPECCIÓN EXHAUSTIVA DE LOS EDIFICIOS

A partir de las conclusiones preliminares obtenidas del estudio histórico, se planificará una visita de inspección al emplazamiento. Durante la inspección de una ruina industrial se visitarán todos los edificios en detalle a fin de recopilar sistemáticamente el conjunto de datos necesarios para elaborar el diagnóstico ambiental. En lo que se refiere a los edificios, también es preciso obtener información sobre sus características estructurales y constructivas, con vistas a planificar las actuaciones de demolición y/o restauración. No obstante, estos aspectos no son objeto explícito del presente procedimiento.

Se recomienda organizar la inspección ambiental de los edificios de forma que facilite la recogida sistemática de información. A tal fin, cada recinto de cada uno de los edificios existentes se numerará o codificará. La inspección debe extenderse a todas las construcciones e instalaciones.

Durante la inspección se cumplimentará una ficha (Anexo 1) en la que se recojan, al menos, los siguientes datos:

- Para cada edificio:
 - Número o código del edificio y del plano en que se sitúa.
 - Estado de conservación: bueno, ruina parcial, ruina total.
 - Tipo de estructura: hormigón (armado, pretensado), metálica, mixta.
 - Estado de la estructura: bueno, grietas (localizadas, generalizadas), inestable (flechas, pandeo), riesgo de derrumbe.
- Para cada recinto:
 - Número o código del recinto.
 - Usos a que se ha destinado.
 - Superficie.
 - Volumen.
 - Descripción de los elementos aparentemente afectados por contaminación: pavimento, paredes, techos, pilares, vigas, puertas, ventanas, etc.

- Orientación y coordenadas aproximadas de los elementos afectados, si se estima necesario para facilitar su localización.
- Material de construcción del elemento afectado: hormigón, metal, ladrillo, mampostería, madera, plástico, etc.
- Tipo de superficie del elemento afectado: desnuda, pintada, enyesada, revoco de cemento, etc.
- Observaciones organolépticas de la afección: olor y color.
- Contaminación potencial del elemento (amianto, aceites, PCBs, metales, disolventes, etc.), distinguiendo los tipos de contaminantes que pueden detectarse de aquellos que sólo son sospechosos, e indicando una estimación preliminar de la extensión de la afección.
- Presencia de residuos, maquinaria y materiales abandonados (ver detalles sobre los mismos en el procedimiento de inventario, caracterización y clasificación de materiales abandonados).
- Propuesta de posibles puntos a muestrear posteriormente (incluyendo técnica de muestreo), reflejada en un esquema o dibujo.
- Codificación y descripción de las fotografías tomadas durante la inspección.

El reportaje fotográfico de los recintos interiores se complementará con fotos panorámicas y detalles del exterior de los edificios.

Como práctica habitual, no se tomarán muestras durante la inspección de los edificios. No obstante, si es recomendable realizar algunas mediciones de parámetros indicadores de la calidad del ambiente interior mediante aparatos portátiles. Ello es particularmente aplicable (también por razones de seguridad) en recintos confinados. En todo caso, se pueden llevar a cabo algunas pruebas sencillas que ayuden a identificar ciertos materiales (por ejemplo, quemar una porción de material sospechoso de contener amianto).

La información obtenida durante la inspección de los edificios se analizará junto con la recopilada en el estudio histórico, dando lugar a un documento en el que se estime la extensión y tipología de la contaminación presente en los edificios de la ruina industrial. Asimismo puede incluirse una propuesta de programa de caracterización de dicha contaminación.

4.3. DEFINICIÓN DEL PROGRAMA DE CARACTERIZACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN

En la medida que se considere preciso acometer una caracterización cuantitativa de la contaminación de (todos o parte de) los elementos constitutivos de los edificios de una ruina industrial, será preciso definir previamente el programa de tales trabajos, que, al menos, debe contemplar los siguientes aspectos:

- Puntos de muestreo (localización y tipo de material a muestrear).
- Técnicas y equipos de muestreo.
- Medidas de seguridad e higiene a adoptar durante el muestreo.
- Determinaciones analíticas a efectuar en cada muestra.

Los contenidos del programa de caracterización de la contaminación de los edificios vendrán condicionados básicamente por cuatro factores:

- El previsible alcance espacial de la contaminación, que orientará el número de muestras a tomar.
- Los materiales a muestrear (su dureza y “permeabilidad” a la previsible contaminación).
- Los contaminantes previsibles y su capacidad de penetración en distintos materiales.
- El futuro destino de los materiales del edificio (en la medida que se conozca): a este respecto hay que distinguir esencialmente si los materiales se van a extraer/demoler y gestionar los correspondientes residuos o si van a permanecer donde se encuentran como parte de una rehabilitación y futura reutilización del edificio para otros usos. En el primer caso, la caracterización analítica de la contaminación debe ayudar a decidir el método más adecuado de demolición y posterior gestión de los residuos. En el segundo, su objetivo es aportar información para decidir en qué medida es preciso eliminar la contaminación presente de cara a garantizar unas condiciones aceptables de ambiente interior en el futuro.

Como norma general, se recomienda limitar el muestreo a aquellos materiales supuestamente afectados de los que no se posea certeza sobre el tipo y orden de magnitud de la contaminación que contienen, una vez realizada la inspección exhaustiva de los edificios. En general, se recomienda no tomar muestras compuestas, a menos que se esté seguro de que el material y tipo de contaminación son idénticos.

El programa de muestreo y análisis en laboratorio se puede desarrollar en una o varias fases, en función de las previsiones del programa global de investigación ambiental y de los resultados que se obtengan.

4.4. TOMA DE MUESTRAS Y ANÁLISIS

Una vez diseñado el programa de caracterización de la contaminación de los edificios, su puesta en práctica se llevará a cabo de acuerdo con las previsiones del mismo. A continuación se presentan algunas consideraciones generales sobre los siguientes aspectos:

- Precauciones generales referentes a la toma de muestras.
- Técnicas de muestreo.
- Programa analítico.

4.4.1. PRECAUCIONES GENERALES REFERENTES A LA TOMA DE MUESTRAS

Es muy importante que los equipos utilizados para la toma de muestras se encuentren totalmente limpios. En ocasiones, las técnicas de muestreo conllevan el uso de disolventes, en cuyo caso se considerará la conveniencia de emplear equipos de un solo uso para evitar contaminación cruzada. Asimismo, se recomienda utilizar siempre guantes desechables y nuevos para cada muestra.

No se añadirá ningún conservante ni aditivo a estas muestras. Las muestras se introducirán en tarros de cierre roscado dotados de tapón de teflón. Cada muestra irá convenientemente identificada y se almacenará en condiciones refrigeradas y a salvo de la luz.

Cuando sea oportuno, después de la toma de muestra debe taparse el agujero remanente (con cinta adhesiva u otro medio). Ello es especialmente importante en el caso de muestras de amianto, a fin de impedir la dispersión de las fibras que hayan podido quedar al aire. En cuanto a las medidas de seguridad a adoptar en el muestreo, pueden encontrarse algunas recomendaciones al respecto en el procedimiento específico de seguridad.

Todos los puntos de muestreo se indicarán en planos. Asimismo, se realizará un reportaje fotográfico que complemente esta información y se procederá a rellenar las fichas de muestreo.

4.4.2. TÉCNICAS DE MUESTREO

La técnica de muestreo a utilizar en la caracterización de la contaminación de los edificios depende básicamente de las características físicas y estado del material a muestrear, así como del poder de penetración de los contaminantes implicados en cada caso en los materiales afectados. La tabla adjunta ofrece una orientación general sobre las técnicas más adecuadas en varias situaciones.

| TIPO/ESTADO DEL MATERIAL | CONTAMINACIÓN PENETRANTE | CONTAMINACIÓN NO PENETRANTE |
|--|-----------------------------|---|
| Polvo/fibras Poroso, no duro Superficie lisa, duro | - Rascado Perforación | Barrido/Cinta de gel Rascado Secado |

A continuación se describen brevemente los principios y ámbitos de aplicación habituales de las técnicas mencionadas.

- **Barrido** : si el supuesto contaminante se encuentra en forma de polvo depositado sobre una superficie horizontal, se puede “barrer” (*sweep test*) con un cepillo una determinada área de ésta, para introducir el polvo directamente en el envase de muestreo.
- **Cinta de gel** : como técnica alternativa a la anterior, se puede utilizar una cinta con gel en una de sus caras, el cual recoge el polvo o fibras que están en superficie. Este método suele aplicarse en caso de que haya fibras de amianto.
- **Rascado** : esta técnica (*chip test*) se puede utilizar para evaluar tanto la contaminación superficial como la profunda. Sin embargo, normalmente se aplica para la primera. Los contaminantes a los que típicamente se destina son compuestos no volátiles con cierta capacidad de penetración (por ejemplo, mercurio, amianto, fenoles, alquitrán, aceites, etc.). La forma de operar consiste en raspar una superficie hasta una profundidad determinada (0,5-1,0 cm) y recoger el material directamente en el envase de muestreo.
- **Perforación** : si el material a muestrear es duro (difícil de raspar) y los contaminantes previsiblemente lo han podido penetrar, se puede tomar un testigo o probeta mediante perforación con una corona de diamante.

- **Secado** : en caso de sospecharse la presencia de contaminación no penetrante y difícil de detectar organolépticamente en superficies lisas y duras, se suele aplicar la técnica de secado (*wipe test*), particularmente en la evaluación de posibles problemas de ambiente interior. Los contaminantes típicos para los que se utiliza son compuestos no volátiles (con punto de ebullición superior a unos 200 °C), como metales, PCBs, ftalatos, ciertos pesticidas, etc.

El procedimiento básico de operación se inicia mojando un pañuelo de papel (tipo kleenex) en el agente de extracción adecuado. Con él se seca una superficie de 30x30 cm, tanto en vertical como en horizontal, para asegurarse de que se produce una absorción completa de los contaminantes de la zona muestreada. El pañuelo se envía al laboratorio en el envase de muestreo. Es importante tomar en todo caso una muestra “blanco” para comprobar la validez de la muestra.

4.4.3. PROGRAMA ANALÍTICO

La estrategia a adoptar para la analítica en laboratorio de las muestras tomadas dependerá básicamente de la tipología y extensión previsible de la contaminación, así como de los planes existentes (demolición o rehabilitación) para los materiales de los edificios investigados.

En cuanto a las técnicas analíticas a utilizar, hay que hacer referencia a las reconocidas y aplicadas en el ámbito de la caracterización de residuos peligrosos y de la higiene industrial.

4.5. EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA CONTAMINACIÓN

Los resultados obtenidos en las fases anteriores se evaluarán conjuntamente para elaborar un diagnóstico acerca de la tipología y extensión de la contaminación de los materiales constitutivos de los edificios de la ruina industrial.

En este punto se tendrán muy en cuenta las previsiones existentes (si es el caso) en cuanto al futuro de los edificios. Si éstos se van a demoler, el diagnóstico de la contaminación se orientará hacia los riesgos y correspondientes medidas a adoptar durante la demolición (incluyendo la posibilidad de efectuar demolición selectiva de materiales contaminados), así como a las implicaciones de las diferentes opciones de demolición en la posterior ges-

ción de los residuos (transporte, reciclado, reutilización, vertido controlado).

En aquellos casos que se prevea rehabilitar (total o parcialmente) y reutilizar edificios contaminados, el diagnóstico debe incluir una evaluación específica de los riesgos para la salud humana derivados de la presencia de los contaminantes en los edificios, tanto durante las labores de rehabilitación como durante la futura vida útil de aquéllos, considerando los usos y actividades que van a soportar.

A partir de los datos disponibles sobre localización, tipología y cuantía de la contaminación y usos futuros de los edificios/recintos afectados, se acometerá la evaluación de riesgos señalada, la cual puede estructurarse (con carácter orientativo) en la ejecución de las siguientes tareas:

- Identificación de contaminantes de referencia, localización, estado físico y concentraciones de los mismos.
- Identificación de vías de exposición relevantes para los seres humanos potencialmente expuestos a dichos contaminantes.
- Estimación de niveles de exposición de los seres humanos a los contaminantes de referencia teniendo en cuenta las vías relevantes.
- Comparación de los niveles de exposición estimados con los aceptables para garantizar la protección de la salud (dosis aceptables o tolerables).

En caso de que los resultados de la evaluación de riesgos indicaran la necesidad de acometer actuaciones correctoras, el diagnóstico incluiría un primer avance de alternativas a detallar y valorar posteriormente en el proyecto de recuperación de la ruina industrial.

5. GESTIÓN DE RESIDUOS DE DEMOLICIÓN

La recuperación de ruinas industriales implica, en la mayor parte de los casos, la demolición de edificios con la consiguiente generación de residuos. Estos residuos deben gestionarse adecuadamente al objeto de evitar cualquier incidencia ambiental negativa. Una de estas formas de gestión es la recuperación y reaprovechamiento de determinados tipos de residuos destinándolos a construcción y obras públicas en sustitución de áridos y productos de cantera.

La situación ambiental de la mayoría de las canteras de la Comunidad Autónoma del País Vasco presenta graves impactos que han creado una sensibilidad social específica que dificulta considerablemente el establecimiento de nuevas explotaciones. En consecuencia, la recuperación de residuos de

demolición plantea una oportunidad de contribuir a la solución de la situación creada y apoyar el desarrollo de unas técnicas que conllevarán la gestión integral de los mismos.

Asimismo, debe tenerse en cuenta que parte de los residuos generados en la demolición pueden estar contaminados, con lo que la demolición selectiva cobra un interés aún mayor al conseguir, no solamente separar y reutilizar los distintos tipos de materiales, sino también gestionar de forma adecuada aquellos que presentan contaminación.

Es práctica habitual retirar de forma previa a la demolición propiamente dicha aquellos materiales fácilmente extraíbles que pueden tener cierto valor en el mercado de la reutilización, como pueden ser metales (tuberías, conducciones, etc.), madera (puertas, ventanas, suelos, etc.) y algunos materiales cerámicos (tejas), cristales.

En cuanto al resto de materiales obtenidos en el proceso de demolición, la práctica común ha sido su transporte y vertido en un lugar lo más próximo posible al emplazamiento objeto de demolición.

Por otra parte, existe una tendencia generalizada a incrementar en lo posible las cantidades de residuos de demolición que se recuperan, así como a habilitar instalaciones de vertido controlado para las fracciones no recuperables.

Los materiales procedentes de la demolición de ruinas industriales que técnicamente son aprovechables por no estar contaminados, se pueden clasificar en función de sus posibilidades de aprovechamiento en:

- Materiales reutilizables.
- Materiales reciclables.
- Materiales destinados a la fabricación de productos secundarios.
- **Materiales reutilizables** : constituidos fundamentalmente por piezas de acero estructural, elementos de maderas de calidad y/o recuperados en buen estado, piezas de fábricas (ladrillo, bloque, mampostería), tejas (cerámicas y de pizarra) y tierras de excavación. En ciertos casos, la mezcla de residuos de demolición no seleccionados pero libres de contaminación puede ser directamente utilizada como material de relleno, sub-bases de carreteras o pavimento en vías temporales de tránsito de vertederos.
- **Materiales reciclables** : constituidos fundamentalmente por metales (férricos y no férricos), plásticos y vidrio. Estas fracciones, en la medida que

pueden recuperarse libres de impurezas, son susceptibles de incorporarse al mercado del reciclado para dar lugar a los mismos o similares productos que originaron el residuo.

- **Materiales destinados a la fabricación de productos secundarios** : aparte de los metales, plásticos y vidrio que, además de reciclarse se pueden destinar a este fin, son fundamentalmente los materiales pétreos, cerámicos (ladrillos), hormigón y pavimentos bituminosos los que pueden dedicarse a la fabricación de productos secundarios.

Los residuos de demolición no pueden emplearse, de forma general, tal como son producidos. Es necesario proceder a una adecuación de los mismos con anterioridad a su aplicación o aprovechamiento definitivo. Para ello, resulta imprescindible disponer de instalaciones de tratamiento (plantas de trituración) que generan un material secundario apto para su uso posterior.

El esquema adjunto presenta el ciclo de aprovechamiento de los materiales de construcción procedentes de la demolición de ruinas industriales.

De forma genérica, la principal aplicación de estos materiales es la producción de áridos que a su vez pueden destinarse a la fabricación de hormigón o servir directamente como bases para carreteras.



En la tabla nº 1 adjunta se citan algunas de las posibilidades de reutilización de ladrillos y hormigón.

Tabla 1. Ejemplo de posibilidades de reutilización de ladrillos y hormigón

| APLICACIÓN | EJEMPLOS | RESIDUO |
|----------------------------|--|---|
| Agregado en hormigón nuevo | <ul style="list-style-type: none"> • Pavimentos • Conducciones de saneamiento • Alcantarillados • Puentes • Construcción de puertos • Instalaciones medioambientales: <ul style="list-style-type: none"> - Plantas de tratamiento de aguas - Estaciones de bombeo de agua - Tanques de fertilización - Plantas de tratamiento de residuos • Construcción: <ul style="list-style-type: none"> - Cimentaciones - Soleras - Tabiques - Muros • Cimentaciones en general | Hormigón triturado Hormigón triturado Hormigón triturado Hormigón triturado Hormigón triturado Hormigón triturado Hormigón y ladrillo triturado Hormigón y ladrillo triturado |
| Agregado en asfalto nuevo | <ul style="list-style-type: none"> • Material de base en pavimentos | Hormigón triturado |
| Subbases | <ul style="list-style-type: none"> • Carriles para bicicleta • Pistas forestales • Pavimentos • Carreteras • Pistas de aeropuerto • Aparcamientos y patios | Hormigón y ladrillo triturado Hormigón y ladrillo triturado Hormigón y ladrillo triturado Hormigón, ladrillo y asfalto triturado Hormigón, ladrillo y asfalto triturado Hormigón, ladrillo y asfalto triturado |
| Material de relleno | <ul style="list-style-type: none"> • Zanjas para conducciones | Hormigón y ladrillo triturado |

Los materiales no aprovechables que no presenten contaminación, serán trasladados a instalaciones de vertido autorizadas, de acuerdo con lo dispuesto en el **Decreto 423/1.994, de 2 de Noviembre sobre gestión de residuos inertes e inertizados**.

Por otro lado, aquellos materiales que, tras la investigación correspondiente, se consideren contaminados serán gestionados conjuntamente con los suelos contaminados y con los materiales abandonados que requieran una gestión especial (residuos peligrosos, etc).

6. BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR, A., MONJE, G. 1.995. Reciclado de residuos de construcción y demolición. En: Residuos (Abril 1.995, pp. 34-39).
- AGUILAR, A. 1.994. Reciclado de materiales de construcción. Una necesidad en aumento. En: Jornadas sobre reducción, recuperación, reciclado y reutilización de residuos de envase y embalaje, electrodomésticos, automoción y construcción (GAIKER).
- DAVIES, V.J., TOMASIN, K.: "Construction safety handbook". Thomas Telford Ltd. 1.990.
- IHOBE, Sociedad Pública de Gestión Ambiental: "Guía Metodológica para la Investigación de la Contaminación del Suelo. Estudio Histórico y Diseño de Muestreo". Propuesta de Plan Director para la Protección del Suelo. Departamento de Urbanismo, Vivienda y Medio Ambiente, Gobierno Vasco 1.994.
- JAKOBSEN, J.B. 1.992. Recycling of demolition waste. Latest experience in the EC-Countries. En: The 6th. International Congress on Solid Waste ISWA'92.
- VARIOS AUTORES. Reciclado de los áridos de hormigones. En: Subproductes, nº 27, Julio-Agosto 1.997.
- VARIOS AUTORES: "Asbestholdige materialer i bygninger. Vejledning i registrering, handlings-plan, renovering". COWIconsult A/S (Dinamarca). 1.990.
- VARIOS AUTORES: "Asbestholdige materialer i bygninger". SBI-Anvisning 153. Statens Byggeforskningsinstitut (Dinamarca). 1.986.
- VARIOS AUTORES: "Compendium of ERT waste sampling procedures". Office of Emergency and Remedial Response, United States Environmental Protection Agency. 1.991.
- VARIOS AUTORES: "Manual til registrering og håndtering af forurenede materialer i bygninger". COWIconsult A/S (Dinamarca). 1.994.
- VARIOS AUTORES: "Miljøundersøgelser. Bygninger Holmen". COWIconsult A/S-Forsvarets bygningstjeneste (Dinamarca). 1.994.
- VARIOS AUTORES: "Nedrivning af bygninger og anlægskonstruktioner". SBI-Anvisning 171. Statens Byggeforskningsinstitut (Dinamarca). 1.991.

ANEXO I: FICHA DE CAMPO

FICHA DE CAMPO: «ESTADO EDIFICACIONES»

| Nº de plano/edificio | Estado de conservación | Tipo de estructura | Estado estructura |
|----------------------|------------------------------------|--------------------|-------------------|
| | Bueno: Ruina parcial: Ruina total: | | |

| Nº de recinto | Uso | Superficie (m2) | Volumen (m3) |
|---------------|-----|-----------------|--------------|
| | | | |

Elemento afectado:

Orientación:

Coordenadas:

Material de construcción:

Tipo de superficie:

Observaciones:

| | |
|-------|--------|
| Olor: | Color: |
|-------|--------|

Contaminantes:

Detectados:

Estimados:

Afecciones:

Ubicación de puntos potenciales de muestreo y técnica de muestreo a utilizar:

Dibujo:

Fotos:

| | |
|---------------------|--------------------------|
| Puntos de muestreo: | Descripción: |
| | nº de foto: |
| Técnica: | Fecha: Realizado por: |

**IV. PROCEDIMIENTO TÉCNICO:
PLAN DE CONTROL Y SEGUIMIENTO
AMBIENTAL**

1. INTRODUCCIÓN

En la mayor parte de los proyectos de recuperación de ruinas industriales, el control y seguimiento ambiental ha sido considerado como un aspecto secundario o no ha sido siquiera tenido en cuenta. De esta forma, muchos proyectos carecen de un plan de actuación destinado a comprobar la afección ambiental derivada de la ejecución de las obras proyectadas. Asimismo, es habitual que tampoco contemplen el estudio y definición de la situación ambiental dejada tras la recuperación.

Las ruinas industriales son emplazamientos afectados por el desarrollo de una actividad que ha provocado, en mayor o menor grado, alteraciones ambientales en su entorno. Por tanto, a las posibles afecciones generadas por la ejecución de las obras, debe añadirse en este caso lo que constituye uno de los objetivos principales de la recuperación, y objeto de esta guía, que no es otro que eliminar o reducir en lo posible la degradación ambiental generada por la actividad industrial desarrollada y devolver al emplazamiento la capacidad de uso perdida.

Por Control y Seguimiento Ambiental en la Recuperación de Ruinas Industriales se entiende el conjunto de operaciones destinadas a controlar la posible afección ambiental que puedan originar los diferentes trabajos a ejecutar en el área, así como garantizar el cumplimiento de los objetivos de recuperación previstos desde el punto de vista ambiental.

2. OBJETO

El Plan de Control y Seguimiento Ambiental comprende el conjunto de operaciones destinadas a controlar la posible afección ambiental que puedan originar los diferentes trabajos a realizar en el área. Por extensión, incluye también el control del saneamiento alcanzado con los trabajos de recuperación de la ruina industrial.

El Plan de Seguimiento Ambiental representa únicamente un control y seguimiento y, no un plan de minimización de afecciones ya que éste debe integrarse en el proyecto de recuperación.

El seguimiento ambiental, considerado en su perspectiva más amplia, comprende un antes, un durante y un después. Sin conocer la situación preoperacional, difícilmente se podrán verificar posibles afecciones ya que en muchos casos, ante un problema descubierto en el transcurso de las obras, o

después de ellas, se plantearían dudas sobre su origen. Por ello, resulta imprescindible determinar el estado medioambiental previo a la recuperación para, con los controles efectuados durante la ejecución y con posterioridad a la misma, poder deducir qué afecciones ha habido y actuar, si procede, en consecuencia. El conocimiento del estado previo corresponde en gran parte a los trabajos descritos en otros procedimientos (Investigación de la contaminación de suelos y edificios, Evaluación de riesgos, Inventario, caracterización y clasificación de materiales).

Por tanto, el control ambiental al que se refiere este procedimiento comprenderá principalmente el seguimiento durante los trabajos de recuperación y una vez finalizados, permitiendo asimismo garantizar el cumplimiento de los objetivos de recuperación previstos.

3. METODOLOGÍA

De forma general, los controles a efectuar en cada una de las tres etapas serán de dos tipos:

- **Factor es climáticos** , que pueden influir o condicionar en cierto modo la calidad ambiental del emplazamiento y su entorno. Se recogerán datos de:
 - Precipitación.
 - Temperatura.
 - Viento.
 - Humedad.
 - Insolación.
 - Radiación.
 - Evaporación.
- **Medios afectados**, son aquellos sobre los que pueden influir las labores de recuperación medioambiental del emplazamiento. Se controlará, de forma general:
 - Aguas superficiales.
 - Aguas subterráneas.
 - Suelo.
 - Atmósfera.

FACTORES CLIMÁTICOS

La climatología nos aportará datos fundamentales para conocer el medio en el que nos encontramos y evaluar los resultados obtenidos en los demás controles. Así por ejemplo, precipitaciones más o menos importantes, fuertes vientos o diferencias de temperatura, pueden influir en la dispersión de los contaminantes y en su mayor o menor afección sobre el suelo, el agua o la atmósfera.

Precipitaciones

Determinan de forma directa el volumen de agua que se moviliza dentro del ciclo hidrológico local, es decir, la cantidad de agua potencialmente afectada en primera instancia tanto en el ámbito superficial como subterráneo. Respecto a las precipitaciones interesa conocer no sólo los volúmenes totales sino también su repartición a lo largo del año, ya que el alcance de una posible afección podrá variar según se trate de precipitaciones distribuidas más o menos uniformemente o de precipitaciones torrenciales que sumen la misma cantidad de agua pero en un período de tiempo mucho más reducido.

Las precipitaciones influyen también en la dispersión atmosférica del polvo y en la disolución aérea de sustancias que, de esta forma, pueden entrar a formar parte de la composición de aguas superficiales y subterráneas en lugares relativamente distantes del foco emisor sin que haya existido un flujo hídrico directo.

Temperaturas

Las temperaturas condicionan también el volumen de agua que se moviliza dentro del ciclo hidrológico local al incidir directamente sobre las tasas de evapotranspiración del agua precipitada. Estas tasas permiten deducir la lluvia útil que se produce en el área, es decir, la cantidad de agua precipitada que se convierte en escorrentía superficial y/o subterránea.

La temperatura influye, en otro orden, en la movilidad de determinados compuestos y sustancias ya que es un factor que se relaciona estrechamente con la volatilidad, viscosidad, etc., de los mismos.

Viento

El viento es el factor más directamente relacionado con la propagación atmosférica de polvos, humos y, en general, con la dispersión aérea de posibles sustancias contaminantes. Respecto a los vientos interesa conocer las

direcciones predominantes así como sus intensidades. El primer parámetro determinará la dirección más probable de transporte y propagación de los polvos mientras que el segundo condicionará el alcance de la misma.

Humedad

La humedad atmosférica (cantidad de vapor de agua contenido en el aire) es un carácter climatológico que se relaciona con la nubosidad, la precipitación y, de forma muy especial, con la temperatura. La cantidad de agua en forma de vapor que puede encontrarse en la atmósfera es función directa de la temperatura.

Insolación

Se entiende por insolación el número de horas de sol. Su importancia es clara en ciertos tipos de actividades humanas (construcción, etc.) y para el crecimiento de las plantas. Su interés radica en que condiciona en muchos casos el cronograma de realización de diferentes trabajos cuando estos sólo pueden efectuarse con luz natural.

Radiación

Su importancia no es directa. En algunos casos se utiliza para calcular otros rasgos climáticos (evapotranspiración, etc.).

Evaporación-Evapotranspiración

La evaporación (agua transferida a la atmósfera a partir de superficies libres y mediante fenómenos físicos) junto con la transpiración (transferencia de vapor de agua a la atmósfera a través de mecanismos físicos y biológicos de la vegetación) conforman el concepto genérico de evapotranspiración. Este concepto presenta un gran interés por cuanto que condiciona la cantidad de agua precipitada que finalmente, discurre superficial y/o subterráneamente.

MEDIOS AFECTADOS

Por otra parte, las aguas (superficiales o subterráneas) el suelo y la atmósfera van a ser los medios a controlar, para evitar los efectos negativos que pueda originar la recuperación del emplazamiento, y los objetivos a recuperar.

Los aspectos a controlar y la metodología que se describe a continuación pretenden abarcar todos los aspectos y situaciones que se deben tener en cuenta en la recuperación ambiental de una ruina industrial. Es decir, responde a la metodología a utilizar en el caso hipotético más complejo. Por tanto,

debe entenderse que en la mayor parte de los casos las condiciones del emplazamiento no harán necesarios o simplificarán algunos de los controles que se indican. Así por ejemplo, en un emplazamiento en el que no existan aguas superficiales o subterráneas, evidentemente no se realizarán los controles correspondientes.

El esquema propuesto diferencia los controles a realizar en relación a la ejecución de los trabajos de recuperación (antes, durante y después). Este modelo supone la realización de los estudios previos (investigación de la contaminación de suelos y edificios, etc.) con anterioridad al inicio de los trabajos, pero puede verse modificado si en algún caso se produce una alteración en este orden. Por ejemplo, puede darse el caso de que por condicionantes del emplazamiento, de las instalaciones o externos deba realizarse la demolición de edificios con anterioridad a la investigación del suelo. En estos casos, obviamente, se modificará la secuencia de los controles.

No obstante, el esquema propuesto considera el orden lógico de actuación, admitiendo cualquier modificación razonablemente justificada en el Proyecto de Recuperación.

3.1. ANTES DE LA RECUPERACIÓN

Con anterioridad al inicio de la recuperación se establecerán los controles a efectuar en cada una de las fases.

En esta primera etapa se recopilarán los datos climatológicos que pueden influir en la calidad ambiental del emplazamiento. Para ello se recurrirá a los observatorios más cercanos.

Asimismo, se llevarán a cabo los controles de los medios que se considere que pueden verse afectados, que, en el caso más complejo, serán: aguas superficiales, aguas subterráneas, suelos y atmósfera. Estos controles nos ofrecerán información de referencia sobre las situación previa a la recuperación.

3.1.1. AGUAS SUPERFICIALES

El control de las aguas superficiales anterior a la recuperación comprende la obtención de datos de caudal y de calidad de las aguas superficiales, tanto aguas arriba como abajo del emplazamiento.

Estos datos de caudal y calidad se basarán en la realización de un inventa-

rio hidrológico exhaustivo, del emplazamiento y su entorno, con medida directa de caudales, si se considera necesario, y toma de muestras y posterior análisis químico. La selección de los parámetros a analizar dependerá de cuáles sean los contaminantes que se prevea encontrar en el emplazamiento, en función de la actividad desarrollada, las sustancias inventariadas y los estudios de contaminación.

Debido a la íntima relación entre momento hidrológico (aguas altas-medias-bajas) y calidad de las aguas, el control de las aguas superficiales con anterioridad a las obras se basará en, al menos, dos campañas de inventario hidrológico, medidas, muestreo y análisis. No obstante, la frecuencia y número de controles a realizar dependerá de la magnitud de la intervención proyectada.

Las campañas se asociarán siempre con los datos climatológicos referidos a los días de toma de datos y anteriores. Asimismo, se deberá escoger al menos un punto de cursos superficiales que evidentemente no se hayan visto afectados (arroyos aguas arriba) para medir en ellos tanto caudal como calidad y establecer patrones hidrológicos en ambos sentidos. Con todo ello podrá evidenciarse, en su caso, el origen de cualquier incidencia: obras objeto del proyecto, otras obras o circunstancias ajenas producidas aguas arriba.

Cada campaña de toma de datos se recogerá en el preceptivo informe donde se detallarán técnicas empleadas y resultados obtenidos.

3.1.2. AGUAS SUBTERRÁNEAS

Se incluyen aquí las aguas subsuperficiales, hipodérmicas, etc.

Al igual que es necesario certificar la situación preoperacional de las aguas superficiales, es necesario adoptar el mismo criterio respecto a las aguas subterráneas en el emplazamiento y su entorno.

Se utilizarán los datos obtenidos en la investigación de suelos contaminados y se completarán con otros nuevos si fuera necesario.

Para la toma de nuevos datos:

- Se utilizarán los pozos existentes.
- Se construirán pozos de control.

En ellos se realizarán, en casos concretos, ensayos de bombeo con toma de muestras y posterior análisis. Asimismo, se dotarán de sistemas para el control continuo de niveles y de parámetros de calidad.

Los parámetros a determinar se seleccionarán en función de la actividad desarrollada en el emplazamiento y de los resultados de trabajos anteriores.

En los pozos de control se efectuarán al menos dos campañas de bombeo, muestreo y análisis con objeto de minimizar errores y, sobre todo, evidenciar variaciones hidroquímicas debidas a fluctuaciones hidrológicas (aguas altas-medias-bajas).

Tanto la construcción de los pozos de control (si fuera necesario), como las campañas de toma de datos se recogerán en los preceptivos informes donde se detallarán técnicas empleadas y resultados obtenidos.

3.1.3. SUELOS

Con idéntico criterio al anteriormente reflejado para las aguas, se controlará antes de la recuperación el estado de los suelos, para lo cual se habrá realizado una investigación de la contaminación del suelo, objeto de otro procedimiento.

3.1.4. ATMÓSFERA

Con anterioridad al inicio de la recuperación se realizará un reconocimiento organoléptico del emplazamiento, identificando y representando sobre un plano las diferentes áreas en las que se perciba olor a alguna de las sustancias presentes en el emplazamiento objeto de recuperación. Además deberán registrarse las posibles emanaciones de gas y/o emisiones de polvo existentes.

3.1.5. INFORME

Todos los controles efectuados en el marco del seguimiento ambiental antes de la recuperación serán recogidos en un informe.

3.2. DURANTE LA RECUPERACIÓN

Durante la recuperación, se establecerán los controles necesarios para garantizar por una parte la correcta realización de los trabajos proyectados de acuerdo a los objetivos de recuperación marcados y, por otra, que las labores de recuperación de la ruina industrial no afecten de forma negativa a la calidad ambiental en el emplazamiento y su entorno.

Para ello se recogerá información diaria sobre los factores climáticos determinados en la etapa previa y en los mismos observatorios.

Además se realizarán controles de las aguas superficiales y subterráneas, los suelos y la atmósfera, con el alcance y la periodicidad establecida previamente en función de la magnitud de la recuperación y su importancia medioambiental.

3.2.1. AGUAS SUPERFICIALES

El control de las aguas superficiales durante la recuperación comprende la obtención de datos de caudal y calidad de las aguas superficiales de la zona de trabajo y su entorno.

La frecuencia de los controles dependerá de la magnitud y duración de los trabajos de recuperación y deberá ser determinada para cada caso concreto en el proyecto de recuperación. Estos controles también variarán en cada una de las fases de trabajo (demolición, retirada de residuos, saneamiento de suelos, etc.).

La analítica a realizar en estos controles será la misma que la determinada para la fase previa a los trabajos de recuperación.

En función de la marcha de la recuperación y de los resultados que se vayan obteniendo, se ajustará la cantidad de análisis a efectuar.

Cada control se registrará de acuerdo con el procedimiento de gestión de información establecido.

3.2.2. AGUAS SUBTERRÁNEAS

El control de las aguas subterráneas durante la recuperación se efectuará con criterio similar al indicado para las aguas superficiales. La previa instalación de sistemas de registro continuo en los pozos de control permitirá registrar de forma continua la profundidad del nivel freático y diversos parámetros (conductividad, Tª, pH, etc.).

Al igual que para las aguas superficiales, la frecuencia de los controles dependerá de la magnitud y duración de los trabajos de recuperación y deberá ser determinada para cada caso concreto en el proyecto de recuperación.

Los controles variarán en cada una de las fases del proyecto (demolición, retirada de residuos, saneamiento de suelos, etc.).

Los parámetros a controlar coincidirán con los determinados en la fase previa a los trabajos de recuperación.

En función de la marcha de las obras y de los resultados que se vayan obteniendo, se ajustará la cantidad de bombeos y de análisis a efectuar.

Cada control se recogerá adecuadamente según el procedimiento establecido.

3.2.3. SUELOS

Al objeto de controlar los trabajos de saneamiento de suelos, si fuera preciso, y garantizar que las labores de recuperación no afectan de forma negativa a la calidad del suelo, en todos los casos, se llevarán a cabo los oportunos controles.

Se tomarán muestras de suelo y se analizarán los mismos parámetros que en las fases anteriores.

En función de la marcha de las obras y de los resultados que se vayan obteniendo, se ajustará el tipo y número de análisis a efectuar.

3.2.4. ATMÓSFERA

Durante la recuperación se deberá realizar un continuo seguimiento de la emisión de polvo y gases. La cuantificación de los niveles de contaminación se efectuará, en caso necesario, mediante muestreo periódico del polvo y gases, utilizando colectores convencionales, y posterior análisis químico. Todas las mediciones quedarán registradas de acuerdo con el procedimiento de gestión de información establecido.

3.2.5. INFORME

Todos los controles efectuados en el marco del control y seguimiento ambiental durante las labores de recuperación deberán ser recogidos y recapitulados en un informe.

3.3. DESPUÉS DE LA RECUPERACIÓN

Todo trabajo de recuperación de terrenos debe incluir un Plan de Control y Seguimiento Ambiental que tendrá por objeto establecer un sistema de comparación entre la situación previa y la situación posterior al saneamiento, a la vez que garantizar el cumplimiento de los objetivos de recuperación previstos.

En este sentido, se efectuará la recogida de datos climatológicos con la periodicidad adecuada en cada caso y se realizarán controles de los medios potencialmente afectados.

Adicionalmente, se controlarán otros aspectos de la recuperación, relacionados con el estado general del emplazamiento recuperado.

Dado que los potenciales focos de emisión de gases habrán desaparecido, no se prevé, salvo circunstancias anómalas, la realización de controles de emisión de gases después de la finalización de las obras.

La duración del seguimiento posterior a la recuperación y la frecuencia de los controles se determinará para cada caso concreto, en función de la magnitud y alcance de los trabajos, y de las características concretas del emplazamiento.

3.3.1. CONTROL INICIAL. INFORME

Al finalizar las obras, y sin perjuicio de que algunos controles efectuados próximos a su terminación puedan ser válidos para ello, se efectuará un completo y exhaustivo control de todos y cada uno de los aspectos indicados anteriormente al objeto de certificar el estado medioambiental en ese momento.

Este control se recogerá en el correspondiente informe, en el que, además, se precisará el programa de controles y mediciones subsiguientes a la luz de los resultados obtenidos.

3.3.2. AGUAS SUPERFICIALES

El control de las aguas superficiales una vez finalizadas las labores de recuperación del emplazamiento comprenderán la toma de datos de caudal y calidad de las aguas superficiales de la zona de trabajo y su entorno.

La frecuencia y duración de los controles dependerá de la magnitud y alcance de los trabajos de recuperación, y serán determinadas en el Plan de Control y Seguimiento Ambiental comprendido en el proyecto de recuperación.

Los parámetros a determinar en los controles coincidirán con los analizados en las fases anteriores.

Cada control se registrará de acuerdo con el procedimiento de gestión de información establecido.

3.3.3. AGUAS SUBTERRÁNEAS

Para el control de las aguas subterráneas después de los trabajos de recuperación se utilizarán los pozos de control existentes (dotados si se considera conveniente de registro continuo).

Los controles puntuales a efectuar en ellos se refieren en cada caso a ensayo de bombeo, muestreo y la determinación analítica de los parámetros analizados en los controles anteriores.

El programa de controles (frecuencia y duración) a llevar a cabo en el seguimiento ambiental de la calidad del agua subterránea se determinará para cada caso concreto en el correspondiente proyecto de recuperación.

Cada control se registrará de acuerdo con el procedimiento de gestión de información establecido.

3.3.4. SUELOS

Se realizará, en principio, un único control de los suelos al finalizar la recuperación. Este control permitirá evidenciar, por comparación con el realizado antes de las obras, posibles afecciones en este sentido y, certificar la recuperación de suelos prevista.

Este control consistirá en la toma de muestras y posterior analítica de los contaminantes objeto de la recuperación.

La frecuencia y duración del seguimiento deberá determinarse en el proyecto de recuperación en función de la magnitud y alcance de la misma.

Cada control de calidad se recogerá de acuerdo con el procedimiento de gestión de información establecido.

3.3.5. ESTADO GENERAL

El control del estado general del emplazamiento comprende el conjunto de inspecciones y mediciones a efectuar respecto a:

- Construcciones e instalaciones.
- Otras infraestructuras.
- Uso del terreno.
- Actividades del entorno.
- Etc.

El programa general se propondrá en el proyecto correspondiente y, en general, podrá coincidir con las visitas al emplazamiento previstas para realizar otro tipo de controles (suelo, agua, etc.).

Cada control se recogerá de acuerdo con el procedimiento de gestión de información establecido y, servirá, como el resto de controles en otros ámbitos, para arbitrar en su caso las medidas oportunas.

3.3.6. INFORME

Todos los controles efectuados en el marco del seguimiento ambiental después de la recuperación serán recogidos y recapitulados periódicamente en un informe.

3.4. INSTALACIONES

El Plan de Control y Seguimiento Ambiental tal como ha sido definido en los capítulos anteriores implicará en ocasiones la construcción de determinados elementos e instalaciones de forma paralela al resto de la obra en su conjunto (por ejemplo, pozos de control). Al finalizar las obras, todas las instalaciones de seguimiento ambiental deben quedar en funcionamiento y aptas para ser utilizadas, sin que su construcción deba plantearse a posteriori del resto.

4. RESULTADOS Y GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN

El desarrollo del Plan de Control y Seguimiento Ambiental requiere el establecimiento de procedimientos de gestión de la información que aseguren la salvaguarda y utilidad de los datos obtenidos.

Todos los controles, fases, actividades, resultados, etc., deben estar perfectamente documentados y registrados, acompañándose en cada caso de los datos técnicos (métodos, sistemas, etc.) que procedan.

Sin perjuicio de lo anterior, se llevará y diligenciará un Libro de Seguimiento Ambiental en el que consten sucesivamente los controles efectuados y sus resultados comenzando por la propia construcción de las instalaciones. Este libro se archivará junto con los informes técnicos detallados de cada control.

Los resultados obtenidos del Control y Seguimiento Ambiental permitirán conocer si se han conseguido los objetivos de recuperación ambiental propuestos y comprobar que los trabajos se han efectuado con todas las garantías necesarias, sin provocar efectos negativos sobre el medio ambiente.

En caso contrario será necesario determinar si los efectos negativos corresponden a mala práctica en la ejecución de los trabajos o a defectos del proyecto.

5. RECOMENDACIONES

El procedimiento de Control y Seguimiento Ambiental a diferencia del resto de los procedimientos (a excepción del de Seguridad) que acompañan a la *Guía de criterios ambientales para la recuperación de ruinas industriales*, no corresponde propiamente a ninguna de las fases de trabajo necesarias para llevar a cabo la recuperación de ruinas industriales, sino que se dirige a garantizar la correcta ejecución de todas ellas, desde el punto de vista ambiental.

Por tanto, en el caso de que los resultados se correspondan con lo esperado, es decir, si los trabajos de recuperación no han afectado de forma negativa al entorno y se han cumplido los objetivos de recuperación previstos, las recomendaciones a efectuar no irán más allá de continuar el seguimiento durante el período de tiempo previsto en el Plan de Control y Seguimiento Ambiental.

Si por el contrario, se ha producido algún tipo de afección ambiental o los objetivos de recuperación ambiental de la ruina industrial no se han alcanzado por completo, se efectuarán las recomendaciones oportunas tendentes a la corrección de los errores detectados.

**V. PROCEDIMIENTO TÉCNICO:
GESTIÓN DE LA SEGURIDAD Y LA SALUD LABORAL**

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento desarrolla el procedimiento específico de actuación en materia de seguridad durante la investigación y, especialmente, la recuperación de ruinas industriales.

Ambos tipos de trabajos plantean a menudo situaciones que pueden poner en peligro la seguridad y salud de las personas, así como la integridad de bienes materiales y recursos ambientales. El carácter de buena parte de estos peligros difiere del de los presentes en entornos de trabajo convencionales, debido fundamentalmente a la existencia de sustancias peligrosas no controladas en los emplazamientos objeto de investigación o recuperación.

La incertidumbre acerca de las sustancias dañinas presentes en una ruina, y, en muchos casos, su estado y distribución espacial, unida a la incertidumbre acerca de la estabilidad e integridad de edificios e instalaciones abandonadas, son factores que condicionan el enfoque de las medidas de seguridad e higiene a adoptar en los trabajos de investigación y recuperación. Tales incertidumbres deben traducirse por sistema en la adopción de actitudes conscientes y extremadamente cautas por parte de los responsables de planificar, ejecutar y supervisar dichos trabajos.

En consecuencia, la investigación y recuperación de ruinas industriales debe incluir sistemáticamente un análisis específico de las condiciones de seguridad e higiene de los trabajos, una evaluación de los riesgos implicados y la consecuente adopción de medidas preventivas y correctoras.

2. OBJETO

El objeto de este procedimiento es establecer los criterios de actuación y la metodología de trabajo a utilizar para la definición y puesta en práctica de la gestión de la seguridad y salud laboral durante los trabajos de investigación y recuperación de ruinas industriales.

A este respecto, es preciso señalar la existencia de la *Guía Técnica de Seguridad para la Investigación y Recuperación de Suelos Contaminados*, elaborada por IHOBE, que constituye un marco general en esta materia al cual se remite frecuentemente el presente procedimiento. En consecuencia, aquí se repasa brevemente la metodología propuesta por la mencionada Guía Técnica para la gestión de la seguridad, y se incide más (con un enfoque eminentemente práctico) en aquellas consideraciones que pueden ser de particular relevancia en las ruinas industriales.

En todo caso, conviene señalar que el procedimiento orienta sus contenidos hacia los trabajos que son exclusivos o más típicos dentro de la investigación y recuperación de ruinas industriales, recomendándose la consulta de publicaciones y manuales especializados a la hora de resolver cuestiones en materia de seguridad relacionadas con trabajos comunes a otros campos de la técnica.

3. METODOLOGÍA

La gestión de la seguridad en la investigación y recuperación de ruinas industriales seguirá los principios y la metodología plasmados en la *Guía Técnica de Seguridad para la Investigación y Recuperación de Suelos Contaminados*.

En la práctica, la gestión de la seguridad se apoya en la elaboración de dos documentos clave:

- El *Programa de Seguridad*, genérico para todos los trabajos de investigación y recuperación de suelos contaminados, que elabora la empresa consultora o contratista y refleja el sistema de prevención de riesgos laborales adoptado por la misma. Toda empresa que realice trabajos de recuperación de ruinas industriales debe disponer del mismo, siendo aconsejable también para aquéllas que sólo realizan trabajos de investigación.
- El *Plan de Seguridad*, específico para cada trabajo de investigación o recuperación de ruinas industriales, que, entre otros contenidos, debe incluir una evaluación de los riesgos asociados a las diferentes tareas previstas en el programa de trabajo y la consecuente determinación de medidas de seguridad y equipos de protección a adoptar.

En los siguientes capítulos se desarrollan las recomendaciones relativas a la evaluación de los riesgos laborales y a la determinación de medidas de seguridad y equipos de protección necesarios en la investigación y recuperación de ruinas industriales.

4. EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES

Tal como señala la *Guía Técnica de Seguridad*, el proceso de evaluación de riesgos asociados a un determinado programa de trabajo puede resumirse en los siguientes pasos:

1. Identificación de situaciones de trabajo.
2. Identificación de factores de riesgo relevantes en cada situación de trabajo.
3. Identificación de riesgos específicos asociados a cada situación de trabajo.
4. Evaluación de riesgos específicos asociados a cada situación de trabajo.
5. Elaboración del diagnóstico de seguridad.

Seguidamente se desarrollan las consideraciones específicas para ruinas industriales en cada uno de los pasos anteriores, diferenciando (cuando es oportuno) trabajos de investigación y de recuperación.

4.1. IDENTIFICACIÓN DE SITUACIONES DE TRABAJO

En sintonía con la metodología propuesta por la *Guía Técnica de Seguridad*, se identifican a continuación aquellas situaciones de trabajo que pueden ser frecuentes en investigación y recuperación de ruinas industriales y que no están explícitamente contempladas en aquélla. Dichas situaciones corresponden a la ejecución de determinadas actividades en una ruina genérica (no se distinguen en esta Guía tipologías de ruinas), por lo cual la identificación y codificación de las actividades coincide con la de las situaciones de trabajo.

Como **situaciones de trabajo en investigación** adicionales a las mencionadas en la *Guía Técnica de Seguridad* se definen y codifican las siguientes:

- Toma de muestras de elementos constitutivos de edificios (I-13).
- Toma de muestras de materiales abandonados (I-14).

Como **situaciones de trabajo en recuperación** adicionales a las mencionadas en la *Guía Técnica de Seguridad* se definen y codifican las siguientes:

- Trabajos de demolición de edificios (RD/ON/H):
 - Demoliciones manuales (RD/ON/H1).
 - Demoliciones con medios mecánicos (RD/ON/H2).

- Demoliciones mediante explosivos (RD/ON/H3).
- Desmantelamiento de instalaciones abandonadas (RD/ON/I):
 - Desmantelamiento de tuberías y tanques enterrados (RD/ON/I1).
 - Desmantelamiento de maquinaria abandonada (RD/ON/I2).
 - Desmantelamiento de instalaciones eléctricas (RD/ON/I3).
- Actividades de restauración de edificios (RD/ON/J):
 - Obras estructurales (RD/ON/J1).
 - Restauración de cerramientos, cubiertas y acabados interiores (RD/ON/J2).
 - Restauración/renovación de instalaciones (alumbrado, fontanería, gas, etc.) (RD/ON/J3).

4.2. IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE RIESGO RELEVANTES EN CADA SITUACIÓN DE TRABAJO

La Tabla 1 adjunta proporciona una indicación genérica de los tipos de factores de riesgo (materiales y ambientales) típicamente asociados a cada una de las situaciones de trabajo antes identificadas y codificadas.

A semejanza de las pautas establecidas por la *Guía Técnica de Seguridad*, esta tabla no incorpora los factores de riesgo personales y organizativos, dado que éstos son relevantes para todas las situaciones de trabajo.

Tabla 1. Identificación de factores de riesgo

| Situación de trabajo | FACTORES DE RIESGO | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|--------------------|------------|-----------|----------|-----------------------|-------------|-------|------------------|---------------|----------|-----------|------------|------------|--|
| | MATERIALES | | | | AMBIENTALES | | | | | | | | | |
| | Equipos | Sustancias | Mecánicos | Térmicos | Físicos Eléctricos | Radiaciones | Ruido | Contacto dérmico | Contacto ojos | Químicos | Ingestión | Inhalación | Biológicos | |
| I-13 | X | | X | | | | X | X | X | | | X | | |
| I-14 | X | | X | | | | X | X | X | X | | X | | |
| RD/ON/H1 | X | | | | | | X | X | X | | | X | | |
| RD/ON/H2 | X | | X | | X | | X | X | X | | | X | | |
| RD/ON/H3 | X | X | | | | | X | X | X | | | X | | |
| RD/ON/I1 | X | | X | X | X | | | X | X | | | X | X | |
| RD/ON/I2 | X | | X | X | | | | X | | | | | | |
| RD/ON/I3 | X | | X | | X | | | X | | | | | | |
| RD/ON/J1 | X | X | X | | X | | X | X | | | | X | | |
| RD/ON/J2 | X | X | X | | | | | X | X | | | X | | |
| RD/ON/J3 | X | | X | | X | | | X | | | | X | | |

4.3. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS ESPECÍFICOS ASOCIADOS A CADA SITUACIÓN DE TRABAJO

A fin de facilitar su identificación durante la evaluación de riesgos, en este epígrafe se repasan brevemente los riesgos específicos más relevantes asociados a las situaciones de trabajo habituales en investigación y recuperación de ruinas industriales. La *Guía Técnica de Seguridad* aporta consideraciones adicionales al respecto. Como puede observarse a continuación, algunos de los riesgos hacen referencia a factores de tipo ambiental, mientras que otros incluyen factores materiales y ambientales.

La descripción de los mismos se realiza agrupándolos en riesgos físicos y riesgos químicos.

4.3.1. RIESGOS FÍSICOS

La mayoría de los riesgos que se describen a continuación contribuyen a aumentar el riesgo intrínseco de una situación de trabajo. En este grupo cabe destacar los siguientes:

- *Frío y calor*: los trabajadores expuestos a condiciones extremas de frío, acompañado de viento y lluvia, pueden ver afectada a largo plazo su salud, dependiendo de la intensidad y tiempo de exposición. El frío puede ocasionar una pérdida temporal de las facultades mentales, disminución en la rapidez de respuesta, procesos bronquíticos y artríticos, etc. En trabajos que conllevan pesadas operaciones manuales junto a máquinas, en lugares con deficiente ventilación (zanjas, excavaciones, etc.), se pueden producir situaciones de estrés térmico, cuyos síntomas son dolor de cabeza, fatiga y dolor muscular.
- *Ruido y vibraciones*: muchos de los daños producidos por el ruido suelen ser irreversibles y normalmente están causados por la exposición a niveles elevados procedentes de maquinaria que opera en el emplazamiento. La vibración normalmente se encuentra asociada a la exposición a frecuencias elevadas procedentes de la utilización de herramientas como martillos neumáticos, equipos de trituración de bloques de hormigón, máquinas perforadoras, etc. Los síntomas empiezan con la falta de sensibilidad y ausencia de riego sanguíneo en los dedos, finalizando con convulsiones dolorosas en las manos.
- *Radiaciones ionizantes*: en algunas instalaciones presentes en ruinas industriales (estaciones eléctricas, plantas de proceso, laboratorios, etc.)

pueden existir radiaciones ionizantes que pueden poner en peligro la salud de los operarios. Para evitar los riesgos derivados de la exposición a las mis mas, sólo personal autorizado debe realizar los trabajos, estando dotado de equipos de protección adecuados y respetando la normativa existente al respecto.

4.3.2. RIESGOS QUÍMICOS

Según la vía de exposición a los mismos, se distinguen aquí:

- *Riesgos por contacto con la piel:* la patología más común a este respecto es la dermatitis. Existen numerosas materias primas y productos que son consideradas potencialmente peligrosas y cuya manipulación debe realizarse adecuadamente para evitar o minimizar los correspondientes riesgos. Entre estos productos cabe destacar el cemento (especialmente cuando se encuentra húmedo), ciertas resinas epoxídicas, pegamentos y adhesivos, ácidos, álcalis, disolventes, tintas, pinturas, barnices, resinas acrílicas y formaldehídicas, alquitrán y productos bituminosos.
- *Riesgos por contacto con los ojos:* la entrada en contacto con los ojos de productos utilizados en este tipo de trabajos puede dar lugar a patologías de diversa gravedad, desde escozores y conjuntivitis hasta lesiones graves con pérdida parcial o total de visión. Los agentes que pueden causar dichos problemas son numerosos en este tipo de trabajos (polvo, partículas desprendidas en operaciones de corte de elementos metálicos, ácidos, álcalis, disolventes, etc.
- *Riesgos por inhalación de productos químicos:* la inhalación de polvo, humos, gases, vapores puede ocasionar riesgos para la salud de muy diversa índole, desde alteraciones en el ritmo respiratorio, envenenamiento y /o asfixia, hasta cáncer. A continuación se indican los productos más significativos en este tipo de trabajos:
 - Polvo de amianto: todos los tipos de polvo de amianto son peligrosos y respirarlos puede producir patologías como asbestosis, dificultad en la respiración provocada por heridas en los pulmones, o incluso cáncer de pulmón o mesotelioma. El amianto se encuentra presente en numerosos elementos empleados en la construcción (placas de cubiertas, placas de revestimiento, tuberías, elementos aislantes e ignífugos, etc.). El manejo de estos productos puede ocasionar la formación de polvo de amianto, por ejemplo, durante el corte de placas. Por otra parte, la superficie externa del cemento revestido con amianto, tras

estar expuesta durante años a las inclemencias del tiempo, experimenta una pérdida gradual de cemento, formándose una ligera capa superficial de amianto, que puede causar emisiones de fibras durante las operaciones de demolición de edificios viejos.

- Monóxido de carbono: es uno de los gases más peligrosos y comunes que pueden encontrarse en emplazamientos de este tipo. Es inodoro y produce dolor de cabeza, náuseas y pérdida de coordinación con bajos niveles de exposición, llegando a producir la muerte con exposición elevada. Son fuentes potenciales de monóxido de carbono las combustiones incompletas de fuel o las soldaduras con dióxido de carbono. El riesgo es especialmente elevado en áreas confinadas con escasa o nula ventilación.
- Dióxido de carbono: la concentración elevada de este gas en lugares confinados ocasiona deficiencia de oxígeno en la atmósfera. Han ocurrido muchos accidentes por esta razón en redes de alcantarillado en las que los trabajadores no tenían sospecha de la presencia del gas.
- Sulfuro de hidrógeno: en elevadas concentraciones puede originar la muerte, aunque a bajos niveles produce irritación en los ojos, nariz y garganta, y dolor de cabeza. Se encuentra habitualmente en sistemas de alcantarillado o en lugares en los que se produce descomposición de materia orgánica o en excavaciones.
- Humos nitrosos: son especialmente tóxicos. La exposición a niveles elevados puede tener consecuencias fatales; si los niveles de exposición son bajos puede producirse bronquitis. Una de las fuentes potenciales causante de la aparición y existencia de humos nitrosos es la utilización de explosivos en las operaciones de excavación y demolición, sobre todo si se realizan en áreas confinadas.
- Plomo: pueden aparecer afecciones por plomo debido a la respiración de polvo o de vapores de plomo, originando fatiga, anemia, cólicos, etc. Las operaciones de corte o combustión de viejas estructuras cubiertas con pinturas con base de plomo puede producir tal polvo o vapor, siendo este riesgo particularmente significativo en trabajos de demolición.
- Disolventes: numerosos productos empleados en la construcción incorporan una amplia variedad de disolventes (sellantes, pinturas, adhesivos, lubricantes, lacas, etc.). Estos no sólo pueden provocar dermatitis, sino también constituir una fuente de vapores que, inhalados, pueden ocasionar dolores de cabeza, vómitos y, en casos severos de intoxicación, pérdida del conocimiento. Este riesgo se considera elevado en espacios confinados.

- Otros productos: en las operaciones de corte y/o soldadura de metales se forman una gran variedad de vapores que pueden causar fiebre, entre otras patologías.
- *Ingestión de productos químicos peligrosos*: en las actividades de construcción y demolición se encuentra siempre presente el riesgo de ingerir sustancias químicas dañinas por error o por falta de higiene personal. Una buena higiene personal, la provisión de un equipo adecuado de protección, instalaciones sanitarias, así como un programa de entrenamiento y supervisión, se consideran elementos esenciales para prevenir la transmisión de productos químicos a la boca desde las manos, brazos, guantes, etc. Además, es necesario etiquetar adecuadamente las sustancias consideradas peligrosas, especialmente en el caso de los líquidos.

4.4. EVALUACIÓN DE RIESGOS ESPECÍFICOS ASOCIADOS A CADA SITUACIÓN DE TRABAJO

Una vez identificados los riesgos específicos asociados a cada situación de trabajo existente dentro de un programa concreto, es preciso proceder a su evaluación individualizada. Para ello se recomienda seguir la metodología, pautas y recomendaciones recogidas en la *Guía Técnica de Seguridad*.

Siendo esta fase una de las más críticas de cara a establecer un diagnóstico de seguridad fiable, se insiste en la conveniencia de utilizar, siempre que se encuentren disponibles, datos estadísticos acerca de las magnitudes de los daños y de las probabilidades de materialización de los riesgos específicos que en cada caso parezcan más relevantes.

En todo caso, se recomienda efectuar un chequeo del conjunto de la evaluación, a fin de detectar y corregir posibles incoherencias, antes de dar por terminada esta fase. Asimismo, se recomienda presentar los resultados de la evaluación de riesgos en una tabla en la que, para cada situación de trabajo y riesgo específico, aparezcan las valoraciones asignadas a la magnitud y probabilidad de los daños, así como la evaluación (puntuación) del riesgo resultante.

4.5. ELABORACIÓN DEL DIAGNÓSTICO DE SEGURIDAD

Una vez efectuada la evaluación pormenorizada de cada uno de los riesgos específicos asociados a cada situación de trabajo, se elaborará el correspon-

diente diagnóstico de seguridad, para lo cual se recomienda seguir las indicaciones recogidas en la *Guía Técnica de Seguridad*.

El diagnóstico debe identificar, para cada situación de trabajo analizada, los riesgos más significativos, de acuerdo con los resultados de la evaluación efectuada. Sobre ellos se centrará la posterior definición de medidas a adoptar, es decir, la acción preventiva.

Además, es conveniente incorporar al diagnóstico de seguridad un esquema de dependencias funcionales de las distintas situaciones de trabajo que componen el programa de trabajo, con el fin de facilitar la optimización de las medidas preventivas que puedan servir para varias situaciones, los requisitos organizativos y las combinaciones de equipos de protección individual.

5. DETERMINACIÓN DE MEDIDAS DE SEGURIDAD Y EQUIPOS DE PROTECCIÓN

La principal consecuencia de la evaluación de riesgos sobre seguridad y salud laboral en una actuación concreta de investigación o recuperación de una ruina industrial debe ser la definición y posterior puesta en práctica de un conjunto de medidas tendentes a disminuir los riesgos evaluados hasta niveles aceptables.

Tales medidas han de diseñarse teniendo en cuenta la secuencia prevista para la ejecución de las distintas labores constitutivas del programa de trabajo y, en todo caso, han de ser coherentes con la evaluación de riesgos previamente efectuada.

Los siguientes epígrafes presentan algunas recomendaciones de medidas a adoptar en los trabajos más típicamente ligados a la investigación y recuperación de ruinas industriales. Otras recomendaciones adicionales se pueden encontrar en la *Guía Técnica de Seguridad* repetidamente mencionada a lo largo de este procedimiento.

Las recomendaciones aquí expuestas se presentan en tres grupos:

- Planificación y organización de los trabajos.
- Medidas concretas a adoptar en determinados trabajos.
- Equipos de protección.

5.1. PLANIFICACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

La habitual complejidad de las labores de investigación y recuperación de ruinas industriales precisa una cuidadosa planificación y organización del proceso, dividiéndolo en fases. La ejecución del proyecto de recuperación de esta manera permite alcanzar unos objetivos ambientales más ambiciosos (recuperación de materiales de demolición, adecuada gestión de residuos contaminados, prevención de afecciones al emplazamiento y su entorno, etc.), así como gestionar correctamente los aspectos relacionados con la seguridad y salud laboral.

De forma genérica, el proceso completo puede desglosarse en las siguientes fases:

- Fase I: Estudio histórico e inspección de reconocimiento.
- Fase II: Investigaciones complementarias.
- Fase III: Proyecto de recuperación.
- Fase IV: Ejecución de la recuperación.

Seguidamente se dan algunas orientaciones básicas sobre los contenidos y enfoques de cada una de ellas.

5.1.1. ESTUDIO HISTÓRICO E INSPECCIÓN DE RECONOCIMIENTO

Esta fase comienza con la recopilación exhaustiva de cualquier información relativa a la ruina que pueda considerarse de interés, tanto para la elaboración del diagnóstico ambiental como para la evaluación de las condiciones de seguridad. Dicha información hace referencia no sólo a aspectos de la situación actual del emplazamiento, sino también a su historia y los cambios de todo tipo que se han producido en las actividades, edificios e instalaciones a lo largo de la misma.

Una vez llevado a cabo el estudio histórico, es preciso comprobar la información obtenida y complementarla mediante una inspección de reconocimiento, durante la cual se debe prestar atención, como mínimo, a los siguientes aspectos:

- Tipo de construcción: contribución de los elementos estructurales a la estabilidad de las partes y del conjunto, descripción detallada de las estructuras, etc.

- Estado de la estructura: deben anotarse las condiciones de los elementos estructurales, áreas dañadas, reparaciones previas, alteraciones, etc.
- Evaluación de la necesidad de apuntalamientos temporales, especialmente en el caso de existir edificaciones anexas o de preverse una rehabilitación parcial o total de los edificios.
- Inventario de materiales o sustancias químicas peligrosas presentes (amianto, pinturas de plomo, residuos inflamables, vapores en tanques de almacenamiento, productos peligrosos abandonados, suelos contaminados, etc.). Esta información permitirá establecer una primera estimación de las cantidades de residuos contaminados/no contaminados, suelo a excavar y productos a gestionar.
- Inventario de toda la maquinaria y tanques de almacenamiento que pudieran existir en el emplazamiento.
- Trazado de las redes de servicios existentes (líneas de energía eléctrica, agua, gas, etc.).

Toda la información recopilada durante esta fase debe permitir identificar las zonas problemáticas y definir los métodos de recuperación más adecuados de cara a limitar el número de personas expuestas a los riesgos.

Además de ello, la inspección de reconocimiento permitirá identificar las lagunas de información y proponer posteriores investigaciones previas al proyecto de recuperación.

5.1.2. INVESTIGACIONES COMPLEMENTARIAS

En la medida que las conclusiones de la fase anterior lo consideren necesario, durante esta fase se realizarán investigaciones adicionales que pueden afectar a distintos elementos (estructuras, materiales abandonados, suelos contaminados, etc.). Normalmente esta fase irá orientada al muestreo y caracterización analítica de dichos elementos, a fin de disponer de la información precisa para efectuar el diagnóstico del emplazamiento y las correspondientes actuaciones de recuperación.

5.1.3. PROYECTO DE RECUPERACIÓN

Una vez elaborado el diagnóstico y decididas las actuaciones de recuperación a llevar a cabo, éstas se plasmarán en un documento técnico con estruc-

tura de proyecto. Desde el punto de vista de la seguridad, es particularmente importante establecer las secuencias y métodos de trabajo para las distintas actuaciones, los cuales se definirán con suficiente detalle y de forma clara y entendible, indicando las normas a seguir y prescripciones a adoptar antes, durante y después de las operaciones.

En materia de seguridad, el proyecto de recuperación de una ruina industrial debe incluir consideraciones sobre, al menos, los siguientes aspectos:

- Revisión de tanques de combustibles y almacenamiento de materiales con riesgo de explosión. Retirada de los mismos en caso necesario.
- Desmantelamiento de equipos y retirada de elementos no estructurales (escaleras, barandillas, tabiques, etc.).
- Secuencia de operaciones, equipos que han de ser utilizados, organización de las áreas de trabajo y las rutas de acceso.
- Medidas de protección de terceras personas y del personal empleado en el emplazamiento.
- Desconexión o aislamiento de las redes de servicios existentes.
- Descripción detallada de la posterior gestión de los materiales peligrosos y los productos procedentes de la demolición (por ejemplo, amianto, residuos de tanques, etc.).
- Asignación e identificación de responsabilidades sobre cada una de las operaciones implicadas y consecuente organización del personal.

5.1.4. EJECUCIÓN DE LA RECUPERACIÓN

La ejecución de las actuaciones de recuperación con la máxima seguridad posible hace necesaria la supervisión y dirección de, al menos, una persona experta. En ruinas dónde la recuperación exija trabajos de demolición, es importante que el supervisor tenga conocimientos y experiencia en edificación, construcción y métodos de demolición. Por otro lado, debe ser el responsable de que se cumplan cuantas disposiciones se han establecido en el programa específico, así como de tomar decisiones de urgencia a la vista de cómo se desarrollan los trabajos.

5.2. MEDIDAS DE SEGURIDAD A ADOPTAR EN DETERMINADOS TRABAJOS

Se exponen a continuación algunas medidas de seguridad básicas cuya aplicación se ha de considerar durante la ejecución de determinadas labores de investigación o recuperación de ruinas industriales. La necesidad o no de ponerlas en práctica y, en caso afirmativo, la forma de hacerlo, vendrán dadas en cada caso concreto por las conclusiones de la evaluación de riesgos efectuada.

5.2.1. INVESTIGACIÓN

En la investigación de ruinas industriales, las actividades de inspección del emplazamiento, muestreo de elementos constructivos y de sustancias/materiales abandonados son las que presentan características más específicas desde el punto de vista de la seguridad.

Las principales medidas de seguridad a adoptar en la ejecución de la inspección y el muestreo de sustancias/materiales abandonados se encuentran recogidas en la *Guía Técnica de Seguridad*. No obstante, conviene hacer hincapié aquí en la necesidad de tener en cuenta además la estabilidad de las estructuras de los edificios, así como la de los elementos constructivos no estructurales (tabiques, techos, escaleras, cubiertas, etc.).

Debido a las especiales características de los métodos de muestreo empleados para elementos constructivos, se recomienda considerar para la ejecución de esta labor las siguientes medidas de seguridad:

- Antes del inicio de la investigación, debe confirmarse la estabilidad de la estructura y/o elementos constructivos a muestrear.
- También debe comprobarse si existen en los puntos de muestreo conducciones (gas, agua, electricidad). En caso de existir y encontrarse en servicio, se recomienda proceder a su desconexión temporal.
- Establecer y aplicar procedimientos de muestreo claros y concisos, incluyendo en ellos una descripción de los potenciales riesgos y los equipos de protección a emplear.
- Utilizar para el muestreo material nuevo o libre de sospecha de potencial contaminación. En caso de reutilizar algunos elementos, proceder a su limpieza entre un punto y otro de muestreo.

En ruinas donde se conozca o sospeche la presencia de elementos constructivos con amianto, se recomienda adoptar unas medidas de seguridad específicas, entre las que cabe destacar las siguientes:

- Antes de iniciarse los trabajos, se establecerá un plan en el que se indicará la naturaleza de aquéllos, su duración, los trabajadores implicados, la forma en que se realizarán y las medidas preventivas a contemplar para limitar la generación y dispersión de fibras de amianto en el ambiente.
- Se reducirá en lo posible el personal implicado, el cual será informado de los riesgos a los que está expuesto durante el muestreo.
- Se delimitarán y señalizarán adecuadamente áreas de acceso restringido en aquellas zonas donde exista certeza de que hay posibilidad de contaminación por amianto.
- Se prohibirá fumar en las zonas señalizadas.
- Toda persona que se encuentre en el área señalizada deberá ir equipada adecuadamente.

5.2.2. RECUPERACIÓN

En este epígrafe se desarrollan algunas recomendaciones sobre medidas de seguridad a adoptar en determinadas actividades que son frecuentes durante la recuperación de ruinas industriales. En todo caso, el contenido aquí expuesto tiene tan sólo un carácter orientativo, aconsejándose la consulta de manuales especializados a la hora de resolver los aspectos de seguridad relacionados con muchos de estos trabajos. A efectos de este procedimiento se consideran las siguientes actividades de recuperación:

- Excavaciones.
- Demoliciones de edificios.
- Desmantelamiento de tanques y conducciones enterradas.
- Otros trabajos.

Para la determinación de medidas de seguridad y equipos de protección en otros trabajos que pueden estar presentes en la recuperación de ruinas industriales y que son comunes en el mundo de la construcción (obras estructurales, trabajos con grúas, trabajos con andamios, cerramientos, etc.) se aconseja consultar publicaciones especializadas en la materia.

5.2.2.1. Excavaciones

Las excavaciones forman parte, en mayor o menor medida, de los trabajos de recuperación de las ruinas industriales. Durante los mismos o los que les siguen, existen riesgos genéricos entre los que cabe destacar: deslizamientos o desprendimientos del terreno, caídas de personas y objetos desde el borde de la excavación, emanación de gases tóxicos, etc.

Para evitar en lo posible la materialización de estos riesgos, se debe considerar la adopción de medidas de seguridad en cada una de las fases de la excavación, principalmente al inicio de la misma y durante su desarrollo.

Antes del inicio de los trabajos, es necesario conocer una serie de circunstancias que pueden incidir en la seguridad de los mismos, como son las siguientes: características del terreno que influyen en su estabilidad, proximidad de edificaciones y características de sus cimentaciones, existencia de fuentes de vibraciones, existencia y proximidad de instalaciones (agua, gas, electricidad, alcantarillado, etc.).

Algunas de las medidas de seguridad a considerar durante los trabajos de excavación son las siguientes:

- Se evaluará la necesidad de entibar el área excavada para evitar desprendimientos del terreno.
- Se evitará el almacenamiento de materiales y equipos junto al talud de la excavación, reduciéndose a lo imprescindible el tránsito de maquinaria pesada en sus proximidades.
- Para evitar caídas a distinto nivel desde el borde de la zona excavada, se señalará la zona afectada (con postes luminosos si es necesario) y se colocarán barandillas en torno suyo. Se proveerá de redes de nylon o mallazos metálicos, para la prevención de caídas de material suelto.
- La entrada y salida de personas de la excavación debe hacerse por escaleras adecuadas. Se prohibirá saltar al fondo de la excavación, escalar el talud o usar la propia entibación para subir o bajar.
- En caso de existir tendidos eléctricos en las proximidades de la excavación, se cortará la corriente eléctrica o, en su defecto, se desviará la línea, se protegerá mediante apantallamientos y se ubicarán las máquinas a la correspondiente distancia de seguridad, que nunca debe ser inferior a 5 m.
- Se evitará el paso de máquinas sobre los cables de alimentación eléctrica

a la obra, en caso de que no estén acondicionados para ello. Si no se pueden desviar, se colocarán elevados y fuera del alcance de los vehículos, o bien enterrados y protegidos por una canalización resistente.

- En caso de utilización de máquinas (que deben ir dotadas de cabinas o pórticos de seguridad), es necesario disponer de unas normas de seguridad que detallen los medios de protección que deben llevar incorporados (señales acústicas y luminosas de marcha, estribos o accesos a la máquina con material antideslizante, extintores, etc.) Asimismo, se establecerán unas normas de comportamiento para los operadores, quienes deben estar informados de los principios mínimos de prevención en el uso de las mismas y poseer formación y experiencia suficiente en su manejo.

5.2.2.2. Demoliciones de edificios

Tradicionalmente se ha distinguido en el campo de la construcción entre demolición y derribo, considerando la primera como la destrucción total o parcial de una obra (estructura, edificio, etc.) realizada ordenadamente, de modo que da lugar a unos residuos clasificados. El derribo constituye una destrucción total de una obra que, debido a los métodos aplicados, tiene como resultado un conjunto de residuos no clasificados.

Además de la influencia que la planificación de esta actividad tiene sobre las posibilidades de recuperar/reutilizar los residuos procedentes de la misma, no debe olvidarse que habitualmente constituye una de las fases más críticas desde el punto de vista de la seguridad en la recuperación de ruinas industriales.

Los riesgos genéricos que suelen darse en las demoliciones se pueden resumir en los siguientes: derrumbamientos (antes de la demolición o como consecuencia de la misma), caídas de objetos (elementos que se están demoliendo, herramientas, etc.), caídas de personas, daños a propiedades cercanas, daños a personas ajenas a la obra, etc.

Los métodos de demolición de uso más generalizado pueden clasificarse en primera aproximación en demolición manual, demolición mecánica y demolición con explosivos. En muchos casos, varias de estas técnicas son complementarias.

Aunque los riesgos y medidas de seguridad a adoptar en trabajos de demolición dependen en gran medida de las técnicas y métodos utilizados para la

misma, a continuación se presentan algunas recomendaciones y procedimientos de carácter general, cuya aplicabilidad debe estudiarse caso por caso.

Además de las consideraciones efectuadas para las fases de investigación y elaboración del proyecto de recuperación (ver epígrafes 5.1 y 5.2.1 de este procedimiento), durante la ejecución de las demoliciones se establecerán las siguientes medidas de seguridad:

- Debe realizarse un estudio previo detallado de la forma en la que se realizará la demolición, considerando, por ejemplo, la posibilidad de que existan derrumbamientos u otros fenómenos de inestabilidad.
- Como norma general, debe hacerse la demolición de arriba a abajo.
- En caso de encontrarse la estructura a demoler junto a edificaciones cuya estabilidad pueda verse afectada, es conveniente dejar algún muro perpendicular a dichas edificaciones, a modo de contrafuerte, hasta tener absoluta certeza de que las mismas no han sido afectadas o de que se ha restituido la estabilidad.
- Si hay necesidad de apeas, los apeos deben hacerse en sentido inverso a la demolición, es decir, de abajo hacia arriba, procurando referirlos a un punto capaz de resistir las cargas que van a actuar sobre los apeos.
- Se evitará en todo momento la acumulación de materiales procedentes de la demolición en las plantas o forjados del edificio, a fin de no sobrecargarlo.
- La tabiquería interior se ha de derribar a nivel de cada planta. Las vigas, armaduras y elementos pesados se desmontarán por medio de poleas.
- Para la demolición de chimeneas, cornisas y voladizos susceptibles de desprendimientos, se dispondrá un sólido andamiaje.
- Los escombros producidos por la demolición deben humedecerse con regularidad, a fin de evitar la formación de polvo.
- Se debe evitar trabajar en condiciones climatológicas adversas (especialmente, en días de lluvia o nieve).
- Se definirá un área de seguridad de acceso restringido en torno a la zona de trabajo. La distancia de seguridad a establecer depende de diversos factores (sistema de demolición, tipo de construcción a demoler, etc.). No obstante, algunas reglas de carácter general a este respecto son las siguientes:

- La distancia de seguridad será, como mínimo, de 6 m o la mitad de la altura de la edificación a demoler, definida desde el punto de caída de los escombros, para que la caída de éstos pueda producirse libremente. Si ello no es posible, los escombros deben ser retirados mediante grúas, o rampas.
 - En caso de emplearse medios mecánicos, es necesario establecer un área mínima de 6 m de ancho desde la vertical del edificio a demoler.
 - Si la demolición se realiza mediante cables metálicos, la zona de restricción debería ser de 0,75 veces la distancia entre el cabrestante y el edificio a cada lado del cable y en la parte frontal de la máquina empleada.
 - En la demolición de chimeneas o edificios elevados, la distancia de seguridad se establecerá con un radio mínimo de 1,5 veces la altura del edificio medida desde su base.
- Se señalizará el área de trabajo mediante señales visuales y acústicas, para que tanto el personal de obra como el ajeno a la misma tenga conocimiento de los trabajos.
 - Asegurarse de la correcta instalación y protección de las fuentes de alimentación de los equipos que se vayan a emplear. Los combustibles necesarios deben localizarse en zonas aisladas, fuera del área de seguridad, procurando una señalización y protección adecuadas. Los equipos eléctricos deben tener conexión a tierra, debiendo estar los cables debidamente aislados para evitar descargas.

En el caso de las demoliciones con explosivos, es preciso considerar además las siguientes medidas:

- Realizar cálculos precisos del tipo y cantidad de carga necesaria para llevar a cabo la voladura.
- Almacenar y transportar con cuidado los explosivos y detonadores, los cuales deben mantenerse alejados unos de otros hasta que se requieran para su uso. Los explosivos nunca se situarán junto a vehículos, fuentes de calor o próximos al área de trabajo, para evitar la caída de objetos sobre ellos.

5.2.2.3. Desmantelamiento de tanques y conducciones enterradas

El desmantelamiento de tanques y conducciones enterradas puede realizarse, en general, mediante clausura y extracción de su ubicación o bien mediante clausura y sellado de los mismos.

En cualquier caso, se recomienda contemplar las siguientes medidas de seguridad:

- Cortar las líneas de suministro, en caso de que éstas sigan en servicio.
- Proceder al vaciado del producto remanente en tanques y tuberías.
- En el caso de tanques, proceder a su limpieza mediante la extracción de los residuos (fondos), degasificación y limpieza de las paredes interiores, garantizando la posterior gestión de todos los residuos generados durante estas operaciones de acuerdo con sus características.
- Realizar mediciones de explosividad, en caso de que el producto almacenado sea un combustible o un disolvente.
- Si se opta por la extracción de tanques y/o conducciones, se deberá excavar la zona con los medios adecuados y aplicar las consiguientes medidas de seguridad.
- En caso de mantener los tanques en su posición original, será necesario realizar una prueba de integridad para comprobar su estanqueidad, tras lo cual se procederá a su llenado con arena hasta su colmatación.

5.2.2.4. Trabajos en espacios confinados

Se consideran como tales los trabajos realizados en zanjas, pozos, galerías, tanques, sistemas de alcantarillado, drenajes, conducciones, etc.

El principal riesgo asociado a estos trabajos es la presencia de gases y vapores tóxicos y/o inflamables, que pueden producir deficiencia de oxígeno en la atmósfera. Otros riesgos potenciales son caídas a distinto nivel y la aparición de procesos infecciosos en los operarios que realizan estas labores.

Las principales medidas de seguridad a contemplar durante la realización de trabajos en espacios confinados son las siguientes:

- Informar al personal implicado de las condiciones de trabajo y de los riesgos potenciales asociados.
- Elaborar y poner en práctica unos procedimientos de trabajo específicos que tengan en cuenta las especiales características de estos lugares.
- Para prevenir altas concentraciones de gases y vapores, es esencial disponer de un buen sistema de ventilación y realizar medidas diarias al inicio de la actividad y a su finalización.

- En caso de alcanzarse concentraciones elevadas de gases, se procederá a la evacuación inmediata del personal implicado.
- Se prohibirá fumar en estos espacios y en la zona colindante a los mismos.
- Se mantendrá una continua comunicación con el exterior.
- Se señalizará la zona de trabajo y se rodeará su perímetro mediante vallas para evitar el peligro de caídas de personas u objetos.

5.3. EQUIPOS DE PROTECCIÓN A UTILIZAR EN DETERMINADOS TRABAJOS

Los equipos de protección tienen como objetivo principal suministrar al usuario protección y/o aislamiento frente a un riesgo dado. La diversidad de actividades y riesgos implicados en los trabajos de investigación y recuperación de ruinas industriales dificulta la elaboración de unas recomendaciones exhaustivas acerca de los equipos de protección a utilizar en cada caso. Por ello, el contenido de este epígrafe se limita a presentar algunas consideraciones generales sobre los equipos más comunes en trabajos típicos de investigación y recuperación de ruinas industriales, diferenciando entre equipos de protección colectiva y equipos de protección individual (EPI).

5.3.1. EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA

Entre los equipos de protección colectiva, cobran especial relevancia en la recuperación de ruinas industriales la señalización y los equipos de protección frente a caídas desde altura.

5.3.1.1. Señalización

La señalización, más que un equipo de protección como tal, constituye una medida de protección colectiva. El objetivo genérico de la señalización es informar al usuario (operarios y terceros) de la presencia de unos riesgos inherentes a una actuación, a fin de adaptar el comportamiento de aquéllos a las circunstancias específicas de la misma.

La señalización debe estudiarse al inicio de las obras, considerando que cada caso requiere una solución propia y distinta según las circunstancias concurrentes. Asimismo, es necesario prever el mantenimiento y reposición de la señalización a lo largo de la obra.

Dependiendo de la duración y tipo del riesgo, la señalización específica se hará por medio de paneles, colores de seguridad, señales luminosas, acústicas o mediante comunicación verbal. La tabla 2 adjunta resume los colores de seguridad a utilizar.

Tabla 2. Color es de seguridad, significado y aplicaciones

| COLOR | SIGNIFICADO | INDICACIONES Y PRECISIONES |
|--------------------------------|------------------------|---|
| Rojo | Prohibición | Comportamientos peligrosos. |
| | Peligro-alarma | Alto, parada, dispositivos de desconexión de emergencia. Evacuación. |
| Amarillo o amarillo anaranjado | Advertencia | Atención, precaución. Verificación. |
| Azul | Obligación | Comportamiento o acción específica de llevar un equipo de protección individual. |
| Verde | Salvamento, auxilios | Puertas, salidas, paisajes, material, puesto de salvamento o de socorro. locales. |
| | Situación de seguridad | Vuelta a la normalidad. |

Para que la señalización sea eficaz, se recomienda seguir los siguientes criterios generales:

- El número de señales y la ubicación de las mismas dependerá de la importancia de los riesgos, de la zona a cubrir y del número de personas afectadas.
- No se deben utilizar demasiadas señales en forma de panel ni estar situadas muy cerca unas de otras.
- No se deben emplear al mismo tiempo dos señales luminosas ni dos señales sonoras.

- Las señales luminosas y paneles deben situarse en lugares bien visibles.
- El texto empleado en la comunicación verbal debe ser corto, simple y claro, conocido perfectamente de antemano por el emisor y los receptores.
- Las señales luminosas provocarán un contraste sin producir deslumbramientos. En general, las señales intermitentes se utilizarán para indicar un mayor grado de peligro respecto a las continuas.
- Los recipientes empleados para el almacenamiento de sustancias peligrosas, así como las tuberías visibles que contengan o canalicen dichas sustancias, deberán tener el etiquetado previsto en la legislación, el cual se colocará en un lado bien visible, en forma rígida, autoadhesiva o pintada.
- El nivel sonoro de las señales acústicas debe ser superior al nivel de ruido ambiental, sin llegar a ser excesivo ni doloroso. Deberá ser fácilmente reconocible por la duración de los impulsos y distinguirse de otras señales acústicas. La frecuencia variable se empleará para indicar un mayor peligro o urgencia de intervención que el anunciado por la señal acústica de frecuencia estable.
- Si el ruido ambiental es intenso, no se debe emplear una señal sonora.

5.3.1.2. Equipos de protección frente a caídas desde altura

Dentro de este grupo se incluyen como equipos más habituales los siguientes:

- Barandillas o quitamiedos, que habitualmente tienen una altura de un antepecho normal.
- Plataformas: son estructuras portantes, generalmente planas y horizontales, constituidas por tableros arriostrados y enlazados. En función del uso al que se destinen las plataformas, los requisitos de seguridad varían.
- Pantallas: son elementos verticales o inclinados que proporcionan una protección específica contra accidentes originados por la caída de materiales o herramientas de niveles superiores. Según la función a la que se destinan, pueden ser desde unas simples lonas hasta unas tablas de madera o chapas metálicas.

- Redes: su objetivo es reducir el efecto de la caída de personas u objetos. Normalmente, no deben soportar cargas estáticas notables, aunque a veces soportan elevados esfuerzos dinámicos. Pueden ser de diversos materiales (fibras o metálicas) y su ancho debe ser tal que corte necesariamente la trayectoria de caída prevista.
- Escaleras de mano.

5.3.2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Los EPI constituyen un conjunto de elementos, cada uno de los cuales cumple una función específica de protección de uno o más miembros del cuerpo.

La siguiente tabla 3 resume los EPI de uso más habitual para la protección frente a los riesgos más comunes presentes en la mayoría de las actividades de investigación y recuperación de ruinas industriales.

Tabla 3. Equipos de protección individual más comunes

| TIPO DE PROTECCIÓN | EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL |
|---|--|
| Protección frente a caídas desde altura | <ul style="list-style-type: none"> • Cinturones de seguridad de caída o suspensión • Arnese • Poleas • Cascos de protección frente a choques e impactos (1) • Calzado de suela antideslizante y puntera reforzada • Guantes • Rodilleras • Portaherramientas |
| Protección frente a golpes y choques | <ul style="list-style-type: none"> • Cascos de protección frente a choques e impactos (1) • Calzado de seguridad con puntera reforzada • Gafas con protección perimetral • Pantallas faciales o gafas de seguridad |
| Protección frente a inhalación de fibras de amianto | <ul style="list-style-type: none"> • Equipos de protección de las vías respiratorias con filtro mecánico o sistemas de respiración con aporte de aire y presión positiva • Mono de trabajo que impida la adherencia de fibras • Guantes • Cubrecabeza |
| Protección frente a inhalación de polvo | <ul style="list-style-type: none"> • Equipos filtrantes de partículas |
| Protección frente a inhalación de sustancias químicas volátiles | <ul style="list-style-type: none"> • Equipos filtrantes de gases y vapores • Equipos filtrantes de sustancias químicas (2) |

(1) Los cascos a emplear en trabajos con riesgo de golpes en la cabeza deben ser resistentes al envejecimiento, fuego, aplastamiento y/o perforación. Deben ser sólidos, ligeros y cómodos, con posibilidad de aireación.

(2) Las mascarillas antigás filtrantes por filtración química se basan en filtros impregnados con reactivos químicos que transforman los gases que pasan a través de ellos. Los filtros deben ser elegidos en función del tipo de contaminante contra el que debe proteger.

6. BIBLIOGRAFÍA

- BROWN, S.K.; "Asbestos exposure to workers demolishing asbestos cement clad buildings". En: Proceedings of the Second International RILEM Symposium, Tokyo.1988.
- DAVIES, V.J., TOMASIN, K.; "Construction safety handbook". Thomas Telford Ltd. 1990.
- IHOBE, Sociedad Pública de Gestión Ambiental; "Guía Técnica de Seguridad para la Investigación y Recuperación de Suelos Contaminados". Departamento de Urbanismo, Vivienda y Medio Ambiente, Gobierno Vasco. 1.998.
- MÍNGUEZ FERNÁNDEZ, C., CERMEÑO MONGE, E., CASTRO SÁNCHEZ, M., ROLDÁN CALDERÓN, A., ALBIÑANA PÉREZ, R.; "Planificación y ejecución de la prevención. Evaluación de riesgos en construcción". Ed. Rubiplan. 1.997.
- MOTOHASHI, K., YUSA, S., TAKAHASHI, Y.; "Development of prevention techniques against asbestos hazard in building dismantling". En: Proceedings of the Second International RILEM Symposium, Tokyo.1988.
- PÉREZ GUERRA, A.; "Planificación de la seguridad e higiene en el trabajo en construcción y conservación de edificios". International Federation of Associations of Specialists in Occupational Safety and Industrial Hygiene. 1.991.
- PUENTE, J.; MIANGOLARRA, J.I.; "Seguridad en los Trabajos de Excavación y en Ruinas Industriales". En: Curso sobre Condiciones de Seguridad e Higiene en el Estudio y Eliminación de Residuos Peligrosos. Gabinete de Seguridad e Higiene en el Trabajo de Bizkaia. Departamento de Trabajo y Seguridad Social. Gobierno Vasco. 1.995.
- VARIOS AUTORES; "Asbestholdige materialer i bygninger". SBI-Anvisning 153. Statens Byggeforskningsinstitut (Dinamarca). 1.986.
- VARIOS AUTORES; "Curso de vigilantes de seguridad". SEOPAN-Comisión de Seguridad e Higiene en el Trabajo. 1971.
- VARIOS AUTORES; "Demolición y reutilización de estructuras de hormigón". Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Grupo Español del Hormigón, Asociación Técnica Española del Pretensado. 1.997.

- VARIOS AUTORES; “Total project management of construction safety, health and environment”. European Construction Institute. Thomas Telford Services Ltd. 1.995.
- VARIOS AUTORES; Notas Técnicas de Prevención. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.

ANEXO I: MARCO LEGISLATIVO Y NORMATIVO DE REFERENCIA

MARCO LEGISLATIVO Y NORMATIVO DE REFERENCIA

El marco legislativo y normativo aplicable a la gestión de la seguridad en la investigación y recuperación de ruinas industriales queda recogido esencialmente en la *Guía Técnica de Seguridad* antes mencionada.

No obstante, algunas disposiciones específicas tienen particular relevancia para las ruinas industriales. Dichas disposiciones se relacionan en la Tabla 1 adjunta.

Tabla 1. Legislación más relevante en materia de seguridad en investigación y recuperación de ruinas industriales

| TÍTULO | CÓDIGO/FECHA |
|--|------------------------------------|
| Se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción | R.D. 1627/1997 de 24 de octubre |
| Modifica los artículos 2º, 3º y 13º de la Orden de 31 de octubre de 1984, por la que se aprueba el Reglamento sobre trabajos con riesgo de amianto, y el artículo 2º de la Orden de 7 de enero de 1987, por la que se establecen normas complementarias al citado Reglamento | O.M. de 26 de julio de 1993 |
| Reglamento sobre Trabajos con Riesgo de Amianto | O.M. de 31 de octubre de 1984 |
| Directiva relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud que deben aplicarse en las obras de construcción temporales o móviles | 92/57/CEE 24 de junio de 1992 |
| Directiva por la que se modifica la Directiva 83/477/CEE sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al amianto durante el trabajo | 91/382/CEE 25 de junio de 1991 |
| Directiva sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al amianto durante el trabajo | 83/477/CEE 19 de setiembre de 1983 |

**VI. PROCEDIMIENTO TÉCNICO:
PROYECTO TIPO DE RECUPERACIÓN AMBIENTAL**

1. INTRODUCCIÓN

En el marco de la Guía sobre criterios ambientales en la recuperación de ruinas industriales se ha desarrollado un procedimiento técnico denominado proyecto tipo de recuperación ambiental.

El objetivo de este procedimiento técnico es definir ordenadamente aquellos aspectos de índole medioambiental que deben integrarse en la redacción de proyectos de recuperación de ruinas industriales. No es su objetivo realizar una descripción pormenorizada (desde un punto de vista constructivo) de los diferentes trabajos a realizar en un proyecto de esta naturaleza.

A pesar de la casuística tan variada que puede presentarse en la recuperación de ruinas industriales (derribos, rehabilitación de edificios, saneamiento de suelos contaminados, etc.), el procedimiento se desarrolla en la forma de un **proyecto tipo genérico** que contempla las diferentes posibilidades suponiendo que las ruinas contienen:

- Materiales abandonados (tuberías, tanques, etc.), aéreos y enterrados, sin contaminar y contaminados.
- Edificios contaminados que van a ser parcialmente derribados y parcialmente remodelados.
- Suelos contaminados que deben, en sí mismos, ser recuperados.

2. PLANTEAMIENTO GENERAL

La recuperación de ruinas industriales debe sustentarse imprescindiblemente en el correspondiente proyecto técnico. El alcance de este proyecto será diferente dependiendo de la situación de las ruinas a recuperar y de los objetivos de esta recuperación pero, en cualquier caso, debe integrar criterios ambientales.

Desde un punto de vista metodológico, un proyecto constructivo describe, justifica, representa, establece las condiciones de ejecución y valora lo proyectado. Además, debe contener los estudios y planes correspondientes a seguridad y salud y control de calidad. Por último, debe incluir y desarrollar los aspectos ambientales que sean precisos. La redacción de cualquiera de estos apartados exige necesariamente el conocimiento de la situación sobre la que se quiere actuar.

La adquisición del conocimiento de la situación de partida se efectúa a través de la ejecución de una serie de estudios previos. En el caso de los proyectos de recuperación de ruinas industriales, de acuerdo con el planteamiento de integración de criterios ambientales, serán necesarios un conjunto de estudios iniciales que cubran no sólo la situación de partida desde una perspectiva estrictamente constructiva sino que den a conocer el estado previo medioambiental del emplazamiento en cuestión:

- Topografía.
- Geología-Hidrogeología-Geotecnia.
- Inventario, caracterización y clasificación de materiales abandonados.
- Investigación de la contaminación de edificios.
- Investigación de suelos contaminados.

Por todo ello, el presente procedimiento contempla los estudios e investigaciones ambientales que deben acometerse en el caso de la recuperación de ruinas industriales. De esta forma se obtiene una guía apta para todo el conjunto de la actuación estableciendo, desde su inicio, el plan de trabajo más idóneo desde un punto de vista ambiental.

La legislación ambiental impone una serie de condiciones y requisitos para la recuperación de ruinas industriales. Estas condiciones y requisitos están destinados a proteger el medioambiente y derivan en un conjunto de obligaciones y procedimientos de índole medioambiental referidos a la gestión de los materiales abandonados, la descontaminación de los edificios a conservar, la demolición y excavación selectiva, la gestión de los residuos de demolición y excavación, la recuperación del suelo, la evaluación del impacto ambiental, etc. Por ello, resulta obligado la introducción de criterios ambientales en los proyectos de recuperación de ruinas industriales tal como se recoge, entre otras, en la siguiente normativa:

- Ley 10/1.998, de 21 de Abril, de Residuos.
- Ley 3/1.998, de 27 de Febrero, General de Protección del Medio Ambiente del País Vasco.
- Decreto 423/1.994, de 2 de Noviembre, sobre gestión de residuos inertes e inertizados.
- Ley 20/1.986, de 14 de Mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos.
- Real Decreto 833/1.988, de 20 de Julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1.986 Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos.

3. PROYECTO TIPO

Cualquier proyecto de recuperación de ruinas industriales (incluyendo bajo esta denominación tanto al proyecto de demolición-rehabilitación-etc. como al proyecto de recuperación de suelos contaminados) debe integrar un conjunto de estudios destinados a determinar la situación de partida (*fig. 1*). Para su exposición ordenada estos estudios, pueden agruparse en los siguientes epígrafes:

- Topografía.
- Geología-Hidrogeología-Geotecnia.
- Inventario, caracterización y clasificación de materiales abandonados.
- Investigación de la contaminación de edificios.
- Investigación de suelos contaminados.

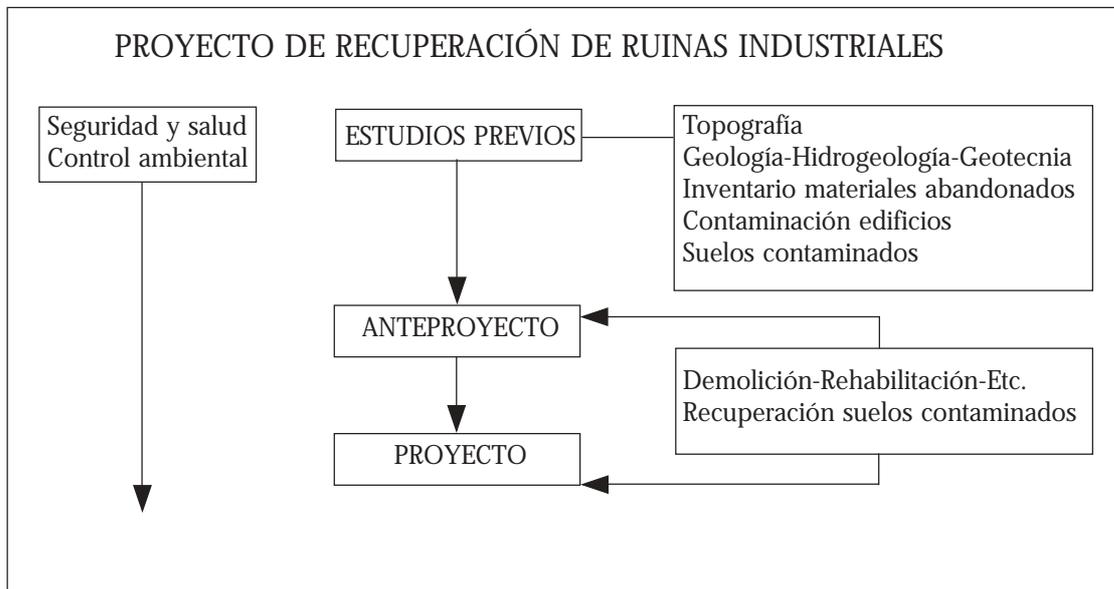


Figura 1: Desarrollo de un proyecto de recuperación de ruinas industriales

El orden de ejecución de estos trabajos no tiene que ser necesariamente el indicado pudiendo simultanearse dos o más de ellos.

Dependiendo de la situación real de la ruina industrial objeto de recuperación, así como del alcance pretendido para esta misma recuperación, el desarrollo efectivo de cada uno de los apartados anteriormente citados podrá ser mayor o menor pero siempre deberán considerarse. En cualquier caso, al igual que la propia recuperación, deberán estar precedidos de los correspondientes planes de seguridad y salud así como de control y seguimiento ambiental.

De cara al desarrollo de estos apartados se ha partido del supuesto de un proyecto completo y complejo de recuperación relativo a unas ruinas industriales, es decir, se supone que las ruinas contienen:

- Materiales abandonados (tuberías, tanques, etc.), aéreos y enterrados, sin contaminar y contaminados.
- Edificios contaminados que van a ser parcialmente derribados y parcialmente remodelados.
- Suelos contaminados que deben, en sí mismos, ser recuperados.

3.1. TOPOGRAFÍA

La redacción del proyecto de recuperación requiere la consecución de una topografía del emplazamiento a escala adecuada. Esta topografía deberá cumplir los siguientes requisitos:

- La escala general deberá ser la necesaria para reflejar con el suficiente detalle los diversos edificios y estructuras (mínimo 1:500). Esta escala deberá detallarse para aquellos elementos que lo requieran.
- Deberá estar referenciada a coordenadas U.T.M. al objeto de poder relacionar con precisión el emplazamiento y su entorno.
- El área a cubrir será mínimamente aquella que entrará en el proyecto de recuperación. En función de las necesidades de otro tipo de estudios (investigación de suelos contaminados por ejemplo) el área deberá desbordar el ámbito estricto del proyecto.
- La topografía reflejará la situación actual del emplazamiento, debiendo desecharse aquellas cartografías obsoletas o poco precisas.

- La ejecución de los trabajos de campo para el levantamiento topográfico deberá contar con las medidas de seguridad y salud que procedan.

Desde un punto de vista medioambiental, la topografía de las ruinas industriales representa una herramienta de trabajo imprescindible ya que, contando con ella, será posible establecer las diferentes áreas y/o elementos que pueden distinguirse: zonas con suelos contaminados, acúmulos de residuos, etc.

3.2. GEOLOGÍA-HIDROGEOLOGÍA-GEOTECNIA

La redacción de los proyectos de recuperación de ruinas industriales requiere el conocimiento tanto de las construcciones y estructuras como del terreno donde se asientan. El estudio del terreno es imprescindible:

- Para definir el medio físico y la situación ambiental del mismo, en particular como base para la investigación de suelos contaminados y para el modelo conceptual de la evaluación de riesgos.
- Para proyectar excavaciones, movimientos de tierras, etc.

Por ello, se deberá realizar un estudio geológico-hidrogeológico-geotécnico cuyo alcance exacto quedará determinado por las características del terreno y de las ruinas a recuperar (*tabla 1*). En cualquier caso deberá informar sobre:

- Aspectos geológicos: estratigrafía, geomorfología, tectónica, riesgos geológicos...
- Aspectos hidrogeológicos: puntos de agua, comportamiento hidrogeológico, funcionamiento hidráulico, riesgos hidrológicos...
- Aspectos geotécnicos: descripción de los materiales, comportamiento mecánico, riesgos geotécnicos...

Tabla 1. Trabajos geológicos-hidrogeológicos-geotécnicos

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Recopilación de antecedentes e información previa• Reconocimiento detallado del emplazamiento• Cartografía geológica-hidrogeológica• Sondeos mecánicos, catas, etc• Prospección geofísica (georadar, etc.)• Construcción de pozos de control• Ensayos geotécnicos in situ (SPT, etc.)• Ensayos de bombeo y de permeabilidad• Ensayos de laboratorio• Etc |
|---|

La planificación de estos trabajos deberá efectuarse, con las medidas correspondientes de seguridad y salud y de control ambiental, coherentemente con el resto de las labores, en particular con la investigación de suelos contaminados.

3.3. INVENTARIO, CARACTERIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE MATERIALES ABANDONADOS

La investigación de los materiales abandonados en una ruina industrial (*tabla 2*) se desarrollará por fases sucesivas enmarcadas en el programa general de investigación del emplazamiento. Tales fases son las siguientes:

1. Inventario.
2. Programa de caracterización.
3. Toma de muestras y análisis.
4. Evaluación, clasificación y diagnóstico.

Tabla 2. Ejemplos típicos de materiales abandonados

- Tanques/depósitos superficiales (con o sin productos en su interior)
- Tanques, depósitos y elementos auxiliares (conducciones, separadores, tubos de ventilación, bocas de carga, etc.) subterráneos (con o sin productos en su interior)
- Maquinaria diversa asociada a la producción
- Materias primas y productos de fabricación almacenados en diversas formas
- Envases vacíos de materias primas y/o productos de fabricación
- Residuos de producción de cualquier tipo y estado físico, contenidos o no, y depositados en distintas áreas (a la intemperie o en el interior de edificios)
- Canalizaciones, conducciones y redes interiores de servicios (agua, electricidad, gas, etc.)
- Otros materiales e instalaciones (equipos de laboratorio, etc.)

En todo momento se deberá planificar los trabajos de acuerdo con el plan de seguridad y salud y el plan de control y seguimiento ambiental correspondiente.

Las conclusiones de la investigación deben traducirse, en todo caso, en actuaciones a incluir en el proyecto de recuperación del emplazamiento.

3.3.1. INVENTARIO

Esta primera fase de la investigación (*tabla 3*) tiene como finalidad disponer de una relación exhaustiva de todos los materiales abandonados que se encuentran dentro del recinto industrial, tanto en el interior de edificios como a la intemperie o bajo la superficie del terreno.

Tabla 3. Trabajos que comprende el inventario de materiales abandonados

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Estudio histórico• Inspección del emplazamiento |
|--|

3.3.1.1. Estudio histórico

El estudio histórico tiene como finalidad recopilar la máxima información posible acerca de diversos aspectos relevantes para localizar posibles instalaciones abandonadas dentro de la ruina industrial que no sean fácilmente visibles.

El estudio histórico aquí mencionado comparte muchas características con el que habitualmente se realiza en el marco de la investigación de suelos contaminados. Así, las fuentes de información a las que acudir son archivos públicos y privados, empresas de servicios (agua, electricidad, gas, etc.), entrevistas con personas clave en la construcción y explotación de las instalaciones, planos de los edificios e instalaciones, planos geográficos, fotos aéreas, etc.

3.3.1.2. Inspección del emplazamiento

A partir de la información recopilada en el estudio histórico, se planificará la inspección del emplazamiento, durante la cual se reconocerán tanto los edificios como las áreas no construidas.

Durante la inspección se recogerán datos exhaustivos sobre los siguientes elementos:

- **Conducciones** : de antiguos procesos productivos o de servicios (ubicación, uso, constitución, dimensiones, estado, fugas, posibles puntos de muestreo, fotografías, etc.).
- **Maquinaria e instalaciones** : tanto elementos fijos como móviles ligados a antiguos procesos de producción (ubicación, tipo, constitución, uso, dimensiones, estado, fugas, contenido en sustancias, fotografías, etc.).
- **Depósitos** : depósitos de almacenamiento aéreos y subterráneos (tipo, ubicación, dimensiones, estado, fugas, contenido en sustancias, fotografías, etc.).
- **Materias primas, productos y residuos de fabricación** : materiales de estas clases que no hayan sido registrados previamente y que se encuentren en sacos, bidones, contenedores o sin contención (tipo, procedencia, ubicación, estado, cantidad, afecciones, puntos de muestreo, fotografías, etc.).

La inspección del emplazamiento puede complementarse con métodos de investigación no destructivos (métodos geofísicos) que faciliten la localización de instalaciones, bidones, residuos, etc., enterrados y, por tanto, difíciles de identificar.

3.3.2. PROGRAMA DE CARACTERIZACIÓN

Los contenidos del programa de caracterización (*tabla 4*) vendrán condicionados básicamente por dos factores:

- La posibilidad de reutilizar materias primas, productos o instalaciones que se encuentren en buenas condiciones de conservación. Esta posibilidad puede aconsejar una caracterización apoyada en un muestreo limitado de las mismas tendente a confirmarla.
- La gestión a dar a todos aquellos materiales abandonados no suscepti-

bles de ser reutilizados directamente y que, por tanto, han de considerarse como residuos. En este caso, el tipo de tratamiento y la consideración legal que ha de merecer cada residuo puede requerir una caracterización analítica tendente, al menos, a determinar cuales son tóxicos y peligrosos y cuales pueden gestionarse como residuos inertes.

Tabla 4. Contenido del programa de caracterización de materiales abandonados

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Puntos de muestreo (localización y tipo de material a muestrear)• Técnicas y equipos de muestreo• Medidas de seguridad y salud• Determinaciones analíticas |
|---|

El programa de muestreo y análisis en laboratorio se puede desarrollar en una o varias fases en función de las previsiones del programa global de investigación ambiental y de los resultados que se obtengan.

3.3.3. TOMA DE MUESTRAS Y ANÁLISIS

Una vez diseñado el programa de caracterización de los materiales abandonados, su puesta en práctica se llevará a cabo de acuerdo con las previsiones del mismo.

3.3.3.1. Técnicas de muestreo

Las técnicas de muestreo a utilizar en la caracterización de los materiales abandonados dependerán básicamente del estado físico y previsible composición química de los mismos.

3.3.3.2. Programa analítico

La estrategia a adoptar para la analítica en laboratorio de las muestras tomadas dependerá básicamente de las características físico-químicas previsibles de cada muestra y de los objetivos específicos de la caracterización (calificación legal de un residuo, conocimiento de la composición química, etc.).

En caso de buscarse la calificación de un residuo de acuerdo con la legislación vigente, se deberá seguir básicamente lo dispuesto para caracterización de residuos peligrosos. En caso de desear conocer la composición química básica de un material del que apenas se posee información, la analítica puede iniciarse aplicando técnicas de barrido para posteriormente cuantificar los compuestos identificados o más significativos.

3.3.4. EVALUACIÓN, CLASIFICACIÓN Y DIAGNÓSTICO

Los resultados obtenidos en las fases anteriores se evaluarán conjuntamente para elaborar un diagnóstico acerca de los diferentes materiales abandonados presentes en la ruina industrial y sus respectivas características físico-químicas y toxicológicas.

El diagnóstico debe orientarse especialmente a establecer los tipos y cantidades respectivas de materiales abandonados de acuerdo con una clasificación de los mismos que estará condicionada por el marco legal aplicable en materia de gestión de residuos (*tabla 5*).

Tabla 5. Clasificación de materiales abandonados

| |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Residuo peligroso • Residuo asimilable a RSU • Residuo inerte |
|---|

En lo que se refiere a los materiales abandonados, el diagnóstico-conclusión de la investigación ambiental de una ruina industrial debe contener además consideraciones sobre los siguientes aspectos:

- Alternativas de gestión para cada material, a la vista de sus características, calificación legal y viabilidad de reutilización o reciclado. Se recomienda identificar incluso posibles instalaciones de gestión para los distintos tipos de residuos.
- Posibles actuaciones de emergencia (previas a la recuperación) tendientes a paliar situaciones de riesgo evidente como consecuencia del estado de ciertos materiales o instalaciones abandonadas.
- Medidas de seguridad y precauciones básicas para la manipulación de los diferentes materiales abandonados durante la recuperación del emplazamiento.

3.4. INVESTIGACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DE EDIFICIOS

El objetivo básico de la investigación de la contaminación de edificios (*tabla 6*) es obtener información suficiente para planificar las actuaciones específicas sobre estos elementos durante la fase de recuperación. Dichas actuaciones estarán condicionadas por, entre otros factores, el destino/uso que se vaya a dar a cada edificio o recinto del mismo tras la recuperación del emplazamiento.

Tabla 6. Ejemplos típicos de elementos constitutivos de edificios contaminados

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Techos, paredes, suelos y puertas de incendios que contengan amianto• Aislamientos de instalaciones a base de amianto (codos de tubos, calderas, etc.)• Superficies contaminadas por compuestos orgánicos, metales, etc• Superficies alteradas como consecuencia de procesos agresivos (por ejemplo procesos de galvanización) |
|---|

Durante la fase de investigación ambiental es preciso contemplar el futuro destino/uso de cada edificio existente, ya que este aspecto puede condicionar algunas de las técnicas a aplicar para la investigación de la contaminación de los edificios.

En definitiva, los resultados de la investigación de la contaminación de los edificios deben incorporarse al proyecto de recuperación del emplazamiento de modo que se cumplan los siguientes objetivos concretos:

- Siempre que resulte técnicamente viable, los materiales contaminados se separan de los no contaminados, a fin de optimizar la posterior gestión de unos y otros.
- La gestión (transporte, reutilización y/o eliminación) de los materiales contaminados se realiza siguiendo prácticas ambientales adecuadas y acordes con las características de los mismos.
- Se toman las precauciones necesarias con vistas a garantizar que los trabajos de recuperación se realizan en condiciones de seguridad tanto para el personal implicado en los mismos como para terceras personas.
- En caso de preverse la reutilización de un edificio contaminado, se toman las medidas oportunas para evitar futuros problemas de ambiente interior.

La investigación de la contaminación de los edificios de una ruina industrial se desarrollará por fases sucesivas enmarcadas en el programa general de investigación ambiental del emplazamiento. Tales fases son las siguientes:

1. Inventario.
2. Programa de caracterización.
3. Toma de muestras y análisis.
4. Evaluación y diagnóstico.

En todo momento se deberá planificar los trabajos de acuerdo con el plan de seguridad y salud y el plan de control y seguimiento ambiental correspondiente.

Las conclusiones de la investigación deben traducirse, en todo caso, en actuaciones a incluir en el proyecto de recuperación del emplazamiento. En los casos en que tal recuperación incluya la demolición (total o parcial) de elementos constitutivos de edificios, será preciso contemplar además la gestión de los residuos de demolición, teniendo en cuenta si se encuentran contaminados o no.

3.4.1. INVENTARIO

Esta primera fase de la investigación (*tabla 7*) tiene como finalidad disponer de una relación exhaustiva de todos los edificios que se encuentran dentro del recinto industrial.

Tabla 7. Trabajos que comprende el inventario de edificios

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Estudio histórico • Inspección del emplazamiento |
|---|

3.4.1.1. Estudio histórico

El estudio histórico tiene como finalidad recopilar la máxima información posible acerca de diversos aspectos relevantes para evaluar la contaminación de los edificios. Dicha información debe dar lugar a un análisis preliminar que se utilizará como base para acometer las restantes fases de la investigación.

El estudio histórico aquí mencionado comparte muchas características con el que habitualmente se realiza en el marco de la investigación de suelos contaminados. Así, las fuentes de información a las que acudir son archivos

públicos y privados, entrevistas con personas clave en la construcción y explotación de las instalaciones, planos de los edificios (en su estado actual y en estados anteriores), planos geográficos, fotos aéreas, etc.

3.4.1.2. Inspección del emplazamiento

A partir de las conclusiones preliminares obtenidas del estudio histórico, se planificará la inspección al emplazamiento. Durante la inspección se revisarán todos los edificios en detalle a fin de recopilar sistemáticamente el conjunto de datos necesarios para elaborar el diagnóstico ambiental. En lo que se refiere a los edificios, también es preciso obtener información sobre sus características estructurales y constructivas con vistas a planificar las actuaciones de demolición y/o restauración.

Durante la inspección se recogerán, al menos, los siguientes datos:

- Para cada edificio: denominación, número o código; estado de conservación; tipo de estructura; estado de la estructura.
- Para cada recinto: denominación, número o código; usos a que se ha destinado; superficie; volumen; elementos aparentemente afectados por contaminación; material de construcción; tipo de superficie; observaciones organolépticas; contaminación del elemento; residuos, maquinaria y materiales abandonados; fotografías.

El reportaje fotográfico de los recintos interiores se complementará con fotos panorámicas y detalles del exterior de los edificios.

3.4.2. PROGRAMA DE CARACTERIZACIÓN

Los contenidos del programa de caracterización (*tabla 8*) de la contaminación de los edificios vendrán condicionados básicamente por cuatro factores:

- El previsible alcance espacial de la contaminación, que orientará el número de muestras a tomar.
- Los materiales a muestrear (su dureza y “permeabilidad” a la previsible contaminación).
- Los contaminantes previsibles y su capacidad de penetración en distintos materiales.
- El futuro destino de los materiales del edificio. A este respecto hay que distinguir esencialmente si los materiales se van a extraer/demoler y

gestionar los correspondientes residuos o si van a permanecer donde se encuentran como parte de una rehabilitación y futura reutilización del edificio para otros usos. En el primer caso, la caracterización analítica de la contaminación debe ayudar a decidir el método más adecuado de demolición y posterior gestión de los residuos. En el segundo, su objetivo es aportar información para decidir en qué medida es preciso eliminar la contaminación presente de cara a garantizar unas condiciones aceptables de ambiente interior en el futuro.

Tabla 8. Contenido del programa de caracterización de edificios contaminados

- Puntos de muestreo (localización y tipo de material a muestrear)
- Técnicas y equipos de muestreo
- Medidas de seguridad y salud
- Determinaciones analíticas

El programa de muestreo y análisis en laboratorio se puede desarrollar en una o varias fases, en función de las previsiones del programa global de investigación ambiental y de los resultados que se obtengan.

3.4.3. TOMA DE MUESTRAS Y ANÁLISIS

Una vez diseñado el programa de caracterización de la contaminación de los edificios, su puesta en práctica se llevará a cabo de acuerdo con las previsiones del mismo.

3.4.3.1. Técnicas de muestreo

La técnica de muestreo a utilizar en la caracterización de la contaminación de los edificios depende básicamente de las características físicas y estado del material a muestrear, así como del poder de penetración de los contaminantes implicados en cada caso en los materiales afectados.

3.4.3.2. Programa analítico

La estrategia a adoptar para la analítica en laboratorio de las muestras tomadas dependerá básicamente de la tipología y extensión previsible de la contaminación, así como de los planes existentes (demolición o rehabilitación) para los materiales de los edificios investigados.

3.4.4. EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO

Los resultados obtenidos en las fases anteriores se evaluarán conjuntamente para elaborar un diagnóstico acerca de la tipología y extensión de la contaminación de los materiales constitutivos de los edificios.

En este punto se tendrán muy en cuenta las previsiones existentes en cuanto al futuro de los edificios. Si éstos se van a demoler, el diagnóstico de la contaminación se orientará hacia los riesgos y correspondientes medidas a adoptar durante la demolición (incluyendo la posibilidad de efectuar demolición selectiva de materiales contaminados), así como a las implicaciones de las diferentes opciones de demolición en la posterior gestión de los residuos (transporte, reciclado, reutilización, vertido controlado).

En aquellos casos que se prevea rehabilitar (total o parcialmente) y reutilizar edificios contaminados, el diagnóstico debe incluir una evaluación específica de los riesgos para la salud humana derivados de la presencia de los contaminantes en los edificios, tanto durante las labores de rehabilitación como durante la futura vida útil de aquéllos, considerando los usos y actividades que van a soportar.

En caso de que los resultados de la evaluación de riesgos indicaran la necesidad de acometer actuaciones correctoras, el diagnóstico incluiría un primer avance de alternativas a detallar y valorar posteriormente en el proyecto de recuperación de la ruina industrial.

3.5. INVESTIGACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS

Se entiende por suelos contaminados aquellos que presentan una alteración de sus características químicas incompatible con sus funciones, debido a que supongan un riesgo inaceptable para la salud pública o el medio ambiente y así sean declarados por el Órgano Ambiental de la Comunidad Autónoma del País Vasco (Ley 3/1.998, de 27 de Febrero, General de Protección del Medio Ambiente del País Vasco).

En el marco de los proyectos de recuperación de ruinas industriales la contaminación del suelo es un factor ambiental de suma importancia ya que condiciona las posibilidades de utilización del suelo. Por ello es necesario acometer la investigación de la contaminación del suelo contemplando el futuro destino/uso del emplazamiento ya que este aspecto puede condicionar el propio diagnóstico ambiental de la situación de los suelos (aptitud para determinados usos).

La investigación de suelos contaminados se efectuará por etapas siguiendo las pautas establecidas en la Política para la Protección del Suelo de la Comunidad Autónoma del País Vasco.

- **Investigación Exploratoria** . El objetivo de esta fase de investigación es confirmar o desechar la presencia de contaminación en el suelo a través de un programa de muestreo y análisis, diseñado en base a la información proporcionada por un estudio histórico, una inspección del emplazamiento y un análisis del medio físico. Los datos obtenidos en esta etapa serán utilizados, en el caso de que demuestren la existencia de una alteración, como base para la definición de la estrategia de la investigación de la siguiente fase.
- **Investigación Detallada** . Es objeto de la Investigación Detallada el recabar toda la información relativa a la caracterización espacial (horizontal y vertical) y temporal de la contaminación que se requiere para la correcta evaluación de los riesgos actuales y futuros derivados del estado de alteración del terreno.

En los siguientes apartados se refleja, a modo de síntesis, el contenido que deben tener los informes correspondientes a estas fases de la investigación tal como se refleja en el Manual Práctico perteneciente al Plan Director para la Protección del Suelo de la Comunidad Autónoma del País Vasco. A través de estos índices puede obtenerse una idea certera del alcance de la investigación en cada caso. Para un mayor detalle debe consultarse dicho Manual Práctico y las Guías Metodológicas que lo acompañan.

En todo momento se deberán planificar los trabajos de acuerdo con el plan de seguridad y salud y el plan de control y seguimiento ambiental correspondiente.

3.5.1. INVESTIGACIÓN EXPLORATORIA

El informe de la Investigación Exploratoria debe contener al menos la siguiente información:

- Descripción de los objetivos de la Investigación Exploratoria.
- Resumen de toda la información relevante recopilada en la fase de estudio histórico, inspección y análisis del medio físico.
- Descripción de la estrategia de investigación diseñada y ejecutada.
- Los resultados de la investigación incluyendo, entre otros aspectos: des-

cripción del perfil del suelo en cada uno de los sondeos; esquema hidrogeológico del emplazamiento; resultados de los análisis físicos y químicos realizados; valores de calidad del suelo utilizados para la interpretación de los resultados (valores indicativos de evaluación); etc.

- Interpretación de los resultados, que debe incluir: interpretación de los resultados de los análisis (comparación con estándares de calidad); resultados de la verificación de las hipótesis; evaluación de riesgos (si procede).
- Conclusiones y recomendaciones.
- Resumen del estudio.

3.5.2. INVESTIGACIÓN DETALLADA

El informe de la Investigación Detallada debe contener al menos la siguiente información:

- Descripción de los objetivos de la Investigación Detallada.
- Resumen y evaluación de los resultados de la Investigación Exploratoria.
- Descripción de la estrategia de investigación diseñada y ejecutada.
- Modelo conceptual del análisis de riesgos.
- Descripción detallada del funcionamiento hidrogeológico en el emplazamiento.
- Resultados de la investigación incluyendo, entre otros aspectos: descripción del perfil del suelo en cada uno de los sondeos; resultados de los análisis físicos y químicos realizados; valores de calidad del suelo (valores indicativos de evaluación) y otros medios utilizados para la interpretación de los resultados; representación cartográfica de la extensión de la contaminación (líneas de isoconcentración); etc.
- Interpretación de los resultados que debe incluir: interpretación de los resultados relativos al suelo por comparación con los estándares de calidad existente (valores indicativos de evaluación y otros); interpretación de los resultados relativos a otros medios analizados por comparación con los estándares de calidad existentes (estándares de calidad de aguas subterráneas y superficiales, regulaciones alimentarias, etc.); evaluación de la dispersión potencial de la contaminación; análisis de riesgos.

- Conclusiones y recomendaciones incluyendo la definición de medidas a adoptar.
- Resumen del estudio.

3.6. SEGURIDAD Y SALUD

Tanto la programación y ejecución de las investigaciones medioambientales como la redacción del proyecto de recuperación deben tener en cuenta las condiciones de seguridad y salud de las ruinas industriales al objeto de desarrollar una adecuada gestión en este sentido. Para ello, es necesario desarrollar el correspondiente *Plan de Seguridad*, específico para cada trabajo de investigación o recuperación de ruinas industriales, que, entre otros contenidos, debe incluir una evaluación de los riesgos asociados a las diferentes tareas previstas en el programa de trabajo y la consecuente determinación de medidas de seguridad y equipos de protección a adoptar.

La Guía Técnica de Seguridad para la Investigación y Recuperación de Suelos Contaminados constituye referencia obligada a la hora de diseñar la gestión de la seguridad y salud en investigaciones ambientales y proyectos de recuperación de ruinas industriales.

3.6.1. EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES

El proceso de evaluación de riesgos asociados a un determinado programa de investigación o recuperación puede resumirse en los siguientes pasos:

1. Identificación de situaciones de trabajo.
2. Identificación de factores de riesgo relevantes en cada situación de trabajo.
3. Identificación de riesgos específicos asociados a cada situación de trabajo.
4. Evaluación de riesgos específicos asociados a cada situación de trabajo.
5. Elaboración del diagnóstico de seguridad.

3.6.1.1. Identificación de situaciones de trabajo

En primer lugar deben identificarse las situaciones de trabajo inherentes tanto a la investigación previa como a la propia recuperación. Por situación de

trabajo se entiende cada una de las tareas que componen el conjunto de la actuación. La definición e identificación de estas situaciones (*tabla 9*) derivará de la programación general de trabajos, específicamente de la planificación de las actividades citadas en los anteriores apartados (investigación de la contaminación de edificios: investigación, caracterización y clasificación de materiales abandonados; investigación de suelos contaminados; etc.) así como de la recuperación.

Tabla 9. Ejemplos de situaciones de trabajo

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Inspección de edificios, de materiales abandonados, etc• Toma de muestras de elementos constitutivos de edificios, de materiales abandonados, de residuos, etc• Investigación geofísica del emplazamiento• Ejecución de sondeos• Etc |
|--|

3.6.1.2. Identificación de factores de riesgo

Para cada situación de trabajo deben identificarse los factores de riesgo que se presentan, tanto materiales como ambientales, al objeto de proceder a continuación a la identificación y evaluación de riesgos correspondiente.

3.6.1.3. Identificación de riesgos específicos

Los riesgos específicos relevantes asociados a las situaciones de trabajo habituales en investigación y recuperación de ruinas industriales hacen referencia a factores de tipo ambiental mientras que otros incluyen factores materiales y ambientales.

3.6.1.4. Evaluación de riesgos específicos

Una vez identificados los riesgos específicos asociados a cada situación de trabajo existente dentro de un programa de investigación o de recuperación, es preciso proceder a su evaluación individualizada.

Siendo esta fase una de las más críticas de cara a establecer un diagnóstico de seguridad fiable, se insiste en la conveniencia de utilizar, siempre que se

encuentren disponibles, datos estadísticos acerca de las magnitudes de los daños y de las probabilidades de materialización de los riesgos específicos que en cada caso parezcan más relevantes.

3.6.1.5. Elaboración del diagnóstico de seguridad

Una vez efectuada la evaluación pormenorizada de cada uno de los riesgos específicos asociados a cada situación de trabajo, se elaborará el correspondiente diagnóstico de seguridad.

El diagnóstico debe identificar, para cada situación de trabajo analizada, los riesgos más significativos de acuerdo con los resultados de la evaluación efectuada. Sobre ellos se centrará la posterior definición de medidas a adoptar, es decir, la acción preventiva. Además, es conveniente incorporar al diagnóstico de seguridad un esquema de dependencias funcionales de las distintas situaciones de trabajo que componen el programa de trabajo, con el fin de facilitar la optimización de las medidas preventivas que puedan servir para varias situaciones, los requisitos organizativos y las combinaciones de equipos de protección individual.

3.6.2. DETERMINACIÓN DE MEDIDAS DE SEGURIDAD Y SALUD Y EQUIPOS DE PROTECCIÓN

3.6.2.1. Planificación y organización de los trabajos

La principal consecuencia de la evaluación de riesgos sobre seguridad y salud laboral en una actuación concreta de investigación o recuperación de una ruina industrial debe ser la definición y posterior puesta en práctica de un conjunto de medidas tendentes a disminuir los riesgos evaluados hasta niveles aceptables.

Tales medidas han de diseñarse teniendo en cuenta la secuencia prevista para la ejecución de las distintas labores constitutivas del programa de trabajo y, en todo caso, han de ser coherentes con la evaluación de riesgos previamente efectuada.

La habitual complejidad de las labores de investigación y recuperación de ruinas industriales precisa una cuidadosa planificación y organización del proceso, dividiéndolo en fases. La ejecución del proyecto de recuperación de esta

manera permite alcanzar unos objetivos ambientales más ambiciosos (recuperación de materiales de demolición, adecuada gestión de residuos contaminados, prevención de afecciones al emplazamiento y su entorno, etc.), así como gestionar correctamente los aspectos relacionados con la seguridad y salud laboral.

3.6.2.2. Medidas de seguridad

Las principales medidas de seguridad a adoptar se encuentran recogidas en la *Guía Técnica de Seguridad*. No obstante, conviene hacer hincapié aquí en la necesidad de establecer y aplicar procedimientos de muestreo claros y concisos, incluyendo en ellos una descripción de los potenciales riesgos y los equipos de protección a emplear.

3.6.2.3. Equipos de protección a utilizar en determinados trabajos

Entre los equipos de protección colectiva, cobran especial relevancia en la recuperación de ruinas industriales la señalización y los equipos de protección frente a caídas desde altura.

3.7. CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL

Por control y seguimiento ambiental en la recuperación de ruinas industriales se entiende el conjunto de operaciones destinadas a controlar la posible afección ambiental que puedan originar los diferentes trabajos a ejecutar en el área, así como garantizar el cumplimiento de los objetivos de recuperación previstos desde el punto de vista ambiental.

El control y seguimiento ambiental, considerado en su perspectiva más amplia, comprende un antes, un durante y un después. Sin conocer la situación preoperacional, difícilmente se podrán verificar posibles afecciones ya que en muchos casos, ante un problema descubierto en el transcurso de las obras, o después de ellas, se plantearían dudas sobre su origen. Por ello, resulta imprescindible determinar el estado medioambiental previo a la obra para, con los controles efectuados durante la ejecución y con posterioridad a la misma, poder deducir qué afecciones ha habido y actuar, si procede, en consecuencia. El conocimiento del estado previo a las obras corresponde en gran parte a los trabajos descritos anteriormente (Investigación de la contaminación de suelos y edificios; Inventario, caracterización y clasificación de

materiales, etc.). Por tanto, el control ambiental al que se refiere este proyecto tipo comprenderá principalmente el seguimiento durante los trabajos de recuperación y una vez finalizados, permitiendo asimismo garantizar el cumplimiento de los objetivos de recuperación previstos.

De forma general, los controles a efectuar en cada una de las **tres etapas (antes, durante y después de la recuperación)** serán de dos tipos:

- **Factor es climáticos** , que pueden influir o condicionar en cierto modo la calidad ambiental del emplazamiento y su entorno. Se recogerán datos de:
 - Precipitación.
 - Temperatura.
 - Viento.
 - Humedad.
 - Insolación
 - Radiación.
 - Evaporación.
- **Medios afectados**, son aquellos sobre los que pueden influir las labores de recuperación medioambiental del emplazamiento. Se controlará, de forma general:
 - Aguas superficiales.
 - Aguas subterráneas.
 - Suelo.
 - Atmósfera.

Los aspectos a controlar y la metodología que se describe a continuación pretenden abarcar todos los aspectos y situaciones que se deben tener en cuenta en la recuperación ambiental de una ruina industrial. Es decir, responde a la metodología a utilizar en el caso hipotético más complejo. El esquema propuesto diferencia los controles a realizar en relación a la ejecución de los trabajos de recuperación (antes, durante y después). Este modelo supone la realización de los estudios previos (investigación de la contaminación de suelos y edificios, etc.) con anterioridad al inicio de los trabajos, pero puede verse modificado si en algún caso se produce una alteración en este orden. Por ejemplo, puede darse el caso de que por condicionantes del emplazamiento,

de las instalaciones o externos deba realizarse la demolición de edificios con anterioridad a la investigación del suelo. En estos casos, obviamente, se modificará la secuencia de los controles.

3.7.1. AGUAS SUPERFICIALES

El control de las aguas superficiales anterior a la recuperación comprende la obtención de datos de caudal y de calidad de las aguas superficiales, tanto aguas arriba como abajo del emplazamiento.

Estos datos de caudal y calidad se basarán en la realización de un inventario hidrológico exhaustivo, del emplazamiento y su entorno, con medida directa de caudales y toma de muestras y posterior análisis químico.

La frecuencia de los controles dependerá de la magnitud y duración de los trabajos de recuperación.

3.7.2. AGUAS SUBTERRÁNEAS

Al igual que es necesario certificar la situación de las aguas superficiales, es necesario adoptar el mismo criterio respecto a las aguas subterráneas en el emplazamiento y su entorno.

Se utilizarán los datos obtenidos en la investigación de suelos contaminados y se completarán con otros nuevos si fuera necesario. Para la toma de nuevos datos se utilizarán los pozos existentes y/o se construirán pozos de control. En ellos se realizarán ensayos de bombeo con toma de muestras y posterior análisis. Asimismo, se dotarán (si procede) de sistemas para el control continuo de niveles y de parámetros de calidad.

3.7.3. SUELOS

Con idéntico criterio al anteriormente reflejado para las aguas, se controlará el estado de los suelos para lo cual se habrá realizado una investigación de la contaminación del suelo en la forma indicada anteriormente. Los controles sucesivos constarán de muestreo y análisis.

3.7.4. ATMÓSFERA

Se realizará un reconocimiento organoléptico del emplazamiento, identificando y representando sobre un plano las diferentes áreas en las que se

perciba olor a alguna de las sustancias presentes en el emplazamiento objeto de recuperación. Además deberán registrarse las posibles emanaciones de gas y/o emisiones de polvo existentes. La cuantificación se efectuará, en caso necesario, mediante muestreo periódico del polvo y gases, utilizando colectores, y posteriores análisis químicos.