



**Comunidad de Madrid**

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE, VIVIENDA Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO

Dirección General de Medio Ambiente

---

# **GUIA DE CRITERIOS AMBIENTALES PARA EL DISEÑO Y GESTION DE ÁREAS EMPRESARIALES DE LA COMUNIDAD DE MADRID**

---

*VOLUMEN I: CRITERIOS AMBIENTALES PARA LA  
UBICACIÓN, ORDENACION URBANISTICA Y  
ORGANIZACION*



**Mayo, 2009**

---

---

## **AUTORES**

### **INGENIERIA IDOM INTERNACIONAL S.A.**

Isabel Goyena García-Tuñón

María Álvarez Mingorance

Miriam López Rodríguez

Alfonso Medrano Gutierrez

Raquel Navarrete Morales

Eduardo Pérez y Pérez

Ferran Pallás Valles

Iñigo Pallardo Fernández

Ana Rojas Calero

Antoni Rosselló Ramisa

Julio Santos González

---

## INDICE VOLUMEN I:

1	INTRODUCCION .....	1
2	OBJETIVOS DE LA GUIA .....	4
3	GLOSARIO .....	5
4	CRITERIOS AMBIENTALES PARA LA UBICACIÓN DEL ÁREA EMPRESARIAL .....	17
4.1	ANÁLISIS MULTICRITERIO .....	17
4.2	CRITERIOS Y RECOMENDACIONES .....	18
4.3	EJEMPLO DE ANÁLISIS DE MULTICRITERIO PARA LA UBICACIÓN DE UN ÁREA EMPRESARIAL .....	25
5	CRITERIOS PARA LA ORDENACIÓN URBANÍSTICA .....	31
5.1	CRITERIOS DE ORDENACIÓN .....	32
5.2	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	72
6	SISTEMAS DE ORGANIZACION DEL ÁREA EMPRESARIAL .....	81
6.1	SITUACIÓN ACTUAL .....	81
6.2	PROPUESTAS Y EJEMPLOS DE GESTIÓN .....	87

## INDICE VOLUMEN II:

1	CRITERIOS AMBIENTALES DE DISEÑO Y GESTION DEL AREA EMPRESARIAL .....	1
1.1	GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS .....	1
1.2	GESTIÓN INTEGRAL DEL AGUA .....	22
1.3	ENERGÍA Y TRANSPORTE .....	80
1.4	DISEÑO Y GESTIÓN DE ZONAS VERDES .....	133
1.5	CALIDAD DEL AIRE .....	140
1.6	CALIDAD ACÚSTICA .....	166
1.7	CALIDAD DEL SUELO .....	175
2	CRITERIOS AMBIENTALES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL ÁREA EMPRESARIAL .....	196
2.1	VIGILANCIA AMBIENTAL DE LA OBRA .....	197
2.2	GESTIÓN DE RESIDUOS .....	202
2.3	CALIDAD DEL AIRE .....	212
2.4	CALIDAD DEL SUELO .....	215
2.5	HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA .....	221
2.6	VEGETACIÓN .....	225
2.7	FAUNA .....	228
3	BIBLIOGRAFIA .....	229

---

# VOLUMEN I

## Índice

1	INTRODUCCION.....	1
2	OBJETIVOS DE LA GUIA.....	4
3	GLOSARIO .....	5
4	CRITERIOS AMBIENTALES PARA LA UBICACIÓN DEL ÁREA EMPRESARIAL .....	17
4.1	ANÁLISIS MULTICRITERIO .....	17
4.2	CRITERIOS Y RECOMENDACIONES.....	18
4.3	EJEMPLO DE ANÁLISIS DE MULTICRITERIO PARA LA UBICACIÓN DE UN ÁREA EMPRESARIAL .....	25
5	CRITERIOS PARA LA ORDENACIÓN URBANÍSTICA.....	31
5.1	CRITERIOS DE ORDENACIÓN.....	32
5.1.1	<i>Promoción de una Área Empresarial .....</i>	<i>32</i>
5.1.2	<i>Determinaciones y contenido de los Documentos de Ordenación .....</i>	<i>37</i>
5.1.3	<i>Tramitación Ambiental de los documentos de ordenación.....</i>	<i>63</i>
5.1.4	<i>Informe de Caracterización de la calidad del suelo.....</i>	<i>67</i>
5.1.5	<i>Estudio sobre la generación y la gestión de los residuos urbanos.....</i>	<i>71</i>
5.2	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	72
5.2.1	<i>Conclusiones generales:.....</i>	<i>72</i>
5.2.2	<i>Recomendaciones concretas.....</i>	<i>75</i>
6	SISTEMAS DE ORGANIZACION DEL ÁREA EMPRESARIAL.....	81
6.1	SITUACIÓN ACTUAL.....	81
6.2	PROPUESTAS Y EJEMPLOS DE GESTIÓN .....	87

---

## **ÍNDICE FIGURAS**

Figura 1.	Espacios Naturales Protegidos. Comunidad de Madrid.....	21
Figura 2.	Lics y Zepas Comunidad de Madrid.....	22
Figura 3.	Espacios Protegidos por Convenios Internacionales .....	23
Figura 4.	Montes de Utilidad Pública y Montes Preservados .....	24
Figura 5.	Representación de un modelo SIG .....	25
Figura 6.	Esquema de fases de un estudio de alternativas .....	27
Figura 7.	Clasificación del Suelo en la Comunidad de Madrid. Ley 9/2001, de 17 de julio .....	33
Figura 8.	Tramitación para promocionar un Área Empresarial.....	35
Figura 9.	Transformación del territorio por desarrollo de un Área Empresarial...	36
Figura 10.	Determinaciones del Planeamiento General.....	37
Figura 11.	Determinaciones del Planeamiento de desarrollo.....	37
Figura 12.	Redes Públicas definidas en la Ley 9/2001, de 17 de julio .....	38
Figura 13.	Redes Públicas. Estructura Funcional definida en la Ley 9/2001, del suelo .....	39
Figura 14.	Contenido de un Plan General regulado en la Ley 9/2001, de 17 de julio .....	40
Figura 15.	Ejemplo del contenido normativo de carácter ambiental de un Plan General.....	41
Figura 16.	Ejemplo del contenido de un Plan General. Deber de conservación ...	42
Figura 17.	Ejemplo del contenido de un Plan General. Ejecución del Planeamiento.....	43
Figura 18.	Ejemplo del contenido de un Plan General. Condiciones generales de los usos.....	44
Figura 19.	Ejemplo del contenido de un Plan General. Normas Ambientales.....	45
Figura 20.	Ejemplo del contenido de un Plan General. Normas Ambientales.....	46
Figura 21.	Ejemplo del contenido de un Plan General. Normas Ambientales.....	47
Figura 22.	Ejemplo del contenido de un Plan General. Normas Ambientales.....	48
Figura 23.	Ejemplo del contenido de un Plan General. Normas Ambientales.....	49
Figura 24.	Ejemplo del contenido de un Plan General. Normas Ambientales.....	50
Figura 25.	Ejemplo del contenido de un Plan General. Normas Ambientales.....	51
Figura 26.	Ejemplo del contenido de un Plan General. Normas Ambientales.....	52

---

Figura 27.	Contenido de un Plan Parcial regulado en la Ley 9/2001, de 17 de julio .....	53
Figura 28.	Ejemplo de Contenido de un Plan Parcial Tratamiento de zonas de vertido .....	56
Figura 29.	Ejemplo de Contenido de un Plan Parcial. Protección de cauces superficiales .....	57
Figura 30.	Ejemplo de Contenido de un Plan Parcial. Calidad del aire.....	58
Figura 31.	Ejemplo de Contenido de un Plan Parcial. Gestión de residuos.....	59
Figura 32.	Ejemplo de Contenido de un Plan Parcial. Suelos.....	60
Figura 33.	Ejemplo de Contenido de un Plan Parcial. Depuración y regeneración de aguas residuales .....	61
Figura 34.	Ejemplo de Contenido de un Plan Parcial. Zonas verdes .....	62
Figura 35.	Tramitación Ambiental y tramitación de aprobación del Plan .....	66
Figura 36.	Organismos de Gestión de Áreas Empresariales en la Comunidad de Madrid .....	86
Figura 37.	Ejemplo de Convenio para una Entidad de Gestión Voluntaria .....	89

---

## **ÍNDICE TABLAS**

Tabla 1.	Escala aptitud frente la ubicación de un Área Empresarial.....	29
Tabla 2.	Criterios de aptitud territorial Global.....	30
Tabla 3.	Niveles del Planeamiento .....	32
Tabla 4.	Distribución de tamaños de las Áreas Empresariales existentes en la Comunidad de Madrid.....	75
Tabla 5.	Distribución de tamaños de las Áreas Empresariales Proyectadas en la Comunidad de Madrid.....	75
Tabla 6.	Recomendación transporte público en función de la densidad del Área .....	76
Tabla 7.	Resumen de las cesiones de redes públicas en la Comunidad de Madrid.....	77

---

# 1 INTRODUCCION

En la actualidad el control ambiental y de la contaminación en zonas industriales está basado en la aplicación de medidas preventivas y correctoras en cada una de las empresas que conforman el Área Empresarial, como consecuencia de la normativa ambiental sectorial existente -residuos, aguas, suelos o atmósfera- que obliga a los titulares de la actividad a redactar informes individualizados sobre su gestión ambiental; además de las medidas que puedan establecerse como consecuencia de las Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA) y de las Autorizaciones Ambientales Integradas (AAI).

Sin embargo, es posible también analizar el Área como un conjunto de actividades con características comunes que interactúa con el medio. De esta manera, pueden conseguirse resultados ambientales significativos muy positivos:

- ❑ Se reducen los costes de control y gestión ambiental individual en cada empresa
- ❑ Se garantiza la calidad ambiental del entorno
- ❑ Se mejora la imagen negativa que actualmente tiene algunas de estas zonas
- ❑ Se fomenta el desarrollo económico de la región desterrando la idea de la “*industria contaminante*”

Se plantea por lo tanto de forma complementaria y altamente eficaz la idea de actuar sobre **las Áreas Empresariales en su conjunto**, con la perspectiva global de que la aplicación de medidas de prevención y gestión ambiental en las mismas puede ayudar a cada una de las empresas particulares al cumplimiento de sus obligaciones, a mejorar la calidad ambiental de la zona y a reducir los impactos derivados de las actividades industriales.

Esta idea de promover un diseño y gestión ambiental en Áreas Empresariales no es nuevo, en EEUU se promovieron ya en los años 70 los Parques Industriales Ecoeficientes (PIE) *definiéndolos como un conjunto de industrias y empresas localizadas en una propiedad común que persiguen aumentar su rendimiento desde el punto de vista ambiental, económico y social, mediante el establecimiento de sinergias en materia de gestión y recursos ambientales.*

El objetivo de un Área Empresarial ecoeficiente es mejorar la competitividad de las empresas mediante el desarrollo de políticas de reducción de impactos ambientales y la mejora de la calidad ambiental de la Región donde se ubiquen.

La vocación de esta publicación es proponer las medidas y criterios ambientales necesarios para **concebir, diseñar, construir y gestionar** Áreas Empresariales desde un criterio de sostenibilidad y respeto al medio ambiente. La mejor opción para la creación y gestión de una “*Área Empresarial ideal*” es que desde su inicio sea concebida con criterios ambientales. No obstante muchas de las Áreas existentes, aunque no hayan sido diseñadas



tal y como se describe en esta Guía también pueden mejorar su situación ambiental mediante la aplicación de algunos de los criterios de gestión descritos.

La Guía se concibe como una herramienta para promotores, diseñadores, constructores, asociaciones y gestores de Áreas Empresariales con objetivos, soluciones y actuaciones concretas, con la finalidad de asesorar y hacer más sencilla la implementación de medidas ambientales en cada una de las etapas de la vida del Área Empresarial, desde la ordenación del suelo hasta su funcionamiento. Se ha estructurado en los siguientes capítulos:

<b>Criterios para la ubicación</b>	La primera fase de desarrollo de un Área es la búsqueda de una ubicación. En este capítulo se establecen criterios para la selección de emplazamientos con criterios ambientales y herramientas concretas para la aplicación práctica de esos criterios.
<b>Criterios para la ordenación</b>	En el planeamiento urbanístico se sientan las bases del futuro del Área, muchas de las medidas ambientales necesarias para un desarrollo sostenible de las zonas industriales es necesario preverlas desde la planificación del territorio. En este capítulo se proponen las actuaciones que se deben desarrollar en la fase de planeamiento urbanístico y se explican las herramientas vigentes de tramitación ambiental de planes y programas.
<b>Criterios para la gestión</b>	La gestión de Áreas Empresariales, <i>entendida como un conjunto de actuaciones que de forma continua y organizada se desarrollan para conseguir un adecuado funcionamiento</i> <sup>1</sup> , es imprescindible para el mantenimiento y aplicación de medidas de diseño y control ambiental que se proponen posteriormente. Este capítulo, en consecuencia antecede al del diseño, con el fin de que la lectura de las actuaciones que se proponen posteriormente se entienda siempre desde una gestión organizada del Área Empresarial.
<b>Criterios para el diseño, conservación y gestión</b>	Se proponen para diversos aspectos –atmósfera, aguas, suelos, residuos, energía y zonas verdes- medidas concretas que se pueden aplicar para reducir el impacto y controlar la calidad ambiental del Área, ofreciendo pautas para su diseño y gestión.
<b>Criterios para la construcción</b>	Durante la fase de construcción se pueden reducir sensiblemente los impactos ambientales. En este apartado de la Guía se proponen medidas para la prevención y corrección de impactos durante la construcción del Área.

<sup>1</sup> Manual de buenas prácticas en la Gestión de áreas Empresariales. APIA, 2006

---

## Tipos de Áreas Empresariales

Un Área Empresarial es un espacio físico planificado y urbanísticamente preparado que acoge a empresas y actividades económicas de muy diverso tipo, dentro de esta definición se incluyen las siguientes tipologías, según el predominio de la Actividad Económica.

**1- Polígonos Industriales:** se caracterizan por albergar a empresas de distintos sectores industriales.

**2- Áreas Logísticas:** se caracterizan por desarrollar actividades concretas especializadas en el sector de la logística definida como "*proceso de administrar estratégicamente el flujo y almacenamiento eficiente de las materias primas, de las existencias en proceso y de los bienes terminados del punto de origen al de consumo*"<sup>2</sup>. Incluye, por lo tanto, Centros de Transporte, empresas de distribución de mercancías, áreas de logística próximas a aeropuertos y estaciones de ferrocarril.

### **3- Parques Tecnológicos y Científicos:**

En ellos se desarrollan actividades enfocadas a la tecnología y a la I+D+i. Según la Asociación de Parques Científicos y Tecnológicos de España cumplen las siguientes características:

- Mantienen relaciones formales y operativas con las universidades, centros de investigación y otras instituciones de educación superior.
- Están diseñados para alentar la formación y el crecimiento de empresas basadas en el conocimiento y de otras organizaciones de alto valor añadido pertenecientes al sector terciario, normalmente residentes en el propio Parque.
- Poseen un organismo estable de gestión que impulsa la transferencia de tecnología y fomenta la innovación entre las empresas y organizaciones usuarias del Parque.

---

<sup>2</sup> Marketing, Sexta Edición, de Lamb Charles, Hair Joseph y McDaniel Carl, International Thomson Editores S.A., 2002, Pág. 383.

---

## 2 OBJETIVOS DE LA GUIA

La *Guía de criterios ambientales para diseño y gestión de Áreas Empresariales* pretende ser una referencia y servir de ayuda para **concebir, diseñar, construir y gestionar** las nuevas Áreas Empresariales de la Comunidad de Madrid aplicando en todo el proceso criterios ambientales. Una gran parte de las medidas y proyectos que se proponen pueden aplicarse asimismo en las Áreas existentes introduciendo modificaciones en la gestión de las mismas o aprovechando los proyectos de mejora y reforma de las Áreas para desarrollar dotaciones y servicios que minimicen los impactos y mejoren la calidad ambiental.

Los objetivos particulares de la Guía son:

- ❑ Reducir los impactos ambientales adversos de las actividades económicas por medio de medidas de protección ambiental aplicadas en el conjunto del Área Empresarial.
- ❑ Establecer recomendaciones y una metodología para que la ubicación de las Áreas se realice con criterios ambientales.
- ❑ Establecer los criterios ambientales para la ordenación del Área y recomendaciones para la elaboración de los documentos urbanísticos así como para su tramitación.
- ❑ Descripción de Sistemas de Organización en las Áreas que favorezcan e impulsen medidas y dotaciones ambientales para el conjunto de las empresas.
- ❑ Indicación de pautas para el diseño de equipamientos y propuestas de sensibilización e información que mejoren la calidad del medio ambiente y reduzcan los impactos al suelo, atmósfera y aguas superficiales y subterráneas.
- ❑ Recomendaciones para la reducción de impactos durante la fase de construcción.

---

## 3 GLOSARIO

### **Accidente “in itinere”:**

Con carácter general es el accidente ocurrido al trabajador durante el desplazamiento desde su domicilio hasta su lugar de trabajo, y viceversa, a condición de que el trabajador no haya interrumpido el trayecto por causas ajenas al trabajo.

### **Actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera:**

Aquellas que por su propia naturaleza, ubicación o por los procesos tecnológicos utilizados constituyan una fuente de contaminación cuyas características pueden requerir que sean sometidas a un régimen de control y seguimiento más estricto (10).

### **Actividades potencialmente contaminantes del suelo:**

Aquellas actividades de tipo industrial o comercial en las que, ya sea por el manejo de sustancias peligrosas ya sea por la generación de residuos, pueden contaminar el suelo. A los efectos del *Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados* y de esta Guía, tendrán consideración de tales las incluidas en los epígrafes de la Clasificación Nacional de Actividades Económicas según el Real Decreto 1560/1992, de 18 de diciembre, por el que se aprueba la Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE-93), modificado por el Real Decreto 330/2003, de 14 de marzo, mencionadas en el anexo I, o en alguno de los supuestos del artículo 3.2. del *Real Decreto 9/2005, de 14 de enero* (12).

### **Aguas depuradas:**

Aguas residuales que han sido sometidas a un proceso de tratamiento que permita adecuar su calidad a la normativa de vertidos aplicable (2).

### **Aguas regeneradas:**

Aguas residuales depuradas que, en su caso, han sido sometidas a un proceso de tratamiento adicional o complementario que permite adecuar su calidad al uso al que se destinan (2).

### **Área de sensibilidad acústica:**

Ámbito territorial, determinado por el órgano competente, que se pretende presente una calidad acústica homogénea (8).

### **Área Empresarial:**

Espacio físico que acoge tanto a Polígonos Industriales como a otros tipos de actividades empresariales con varios usos mixtos por ejemplo Parques Científicos, Parques Tecnológicos, Áreas Logísticas y en general cualquier Área que agrupa actividades

---

empresariales diversas. Urbanísticamente se consideran como Suelo Urbano ó Urbanizable calificado como uso industrial, mixto ó terciario.

**Área urbanizada (contaminación acústica):**

Superficie del territorio que reúna los requisitos establecidos en la legislación urbanística aplicable para ser clasificada como suelo urbano o urbanizado y siempre que se encuentre ya integrada, de manera legal y efectiva, en la red de dotaciones y servicios propios de los núcleos de población. Se entenderá que así ocurre cuando las parcelas, estando o no edificadas, cuenten con las dotaciones y los servicios requeridos por la legislación urbanística o puedan llegar a contar con ellos sin otras obras que las de conexión a las instalaciones en funcionamiento (9).

**Área urbanizada existente (contaminación acústica):**

La superficie del territorio que sea área urbanizada antes de la entrada en vigor de este Real Decreto (9).

**Autobús Lanzadera:**

Servicios de autobuses urbanos o discrecionales de empresa que realizan trayectos directos recogiendo viajeros en alguna estación o parada de transporte público cercana hasta la empresa o empresas de destino.

**Autorización Ambiental Integrada (AAI):**

Es la resolución del órgano competente de la Comunidad Autónoma en la que se ubique la instalación, por la que se permite, a los solos efectos de la protección del medio ambiente y de la salud de las personas, explotar la totalidad o parte de una instalación, bajo determinadas condiciones destinadas a garantizar que la misma cumple el objeto y las disposiciones de esta Ley. Tal autorización podrá ser válida para una o más instalaciones o partes de instalaciones que tengan la misma ubicación y sean explotadas por el mismo titular (11).

**Célula solar o fotovoltaica:**

Dispositivo que transforma la radiación solar en energía eléctrica.

**Colectores:**

Las conducciones cuya titularidad patrimonial corresponda a la Comunidad de Madrid o a cualquiera de los entes y organismos que forman la Administración Institucional de la misma, a las que se conecta la red de alcantarillado municipal para la recogida y transporte de las aguas residuales urbanas, que dan servicio a un solo municipio, y que están comprendidas dentro de su término municipal (13).

**Contaminación atmosférica:**

La presencia en la atmósfera de materias, sustancias o formas de energía procedentes, directa o indirectamente, de cualquier fuente susceptible de producir contaminación atmosférica.

---

**Determinaciones estructurantes:**

Son determinaciones estructurantes de la ordenación urbanística aquellas mediante las cuales se define el modelo de ocupación, utilización y preservación del suelo objeto del planeamiento general, así como los elementos fundamentales de la estructura urbana y territorial y de su desarrollo futuro.

En todo caso son determinaciones estructurantes de la ordenación urbanística:

- a) El señalamiento de la clasificación y, en su caso, categoría del suelo.
- b) La definición de los elementos estructurantes de los sistemas de redes públicas.
- c) La división del suelo en áreas homogéneas, ámbitos de actuación o sectores, con el señalamiento para cada uno de sus criterios y condiciones básicas de ordenación: Usos globales, áreas de reparto, edificabilidades y aprovechamientos urbanísticos.
- d) El régimen de usos del suelo no urbanizable de protección.

**Determinaciones pormenorizadas:**

Son determinaciones pormenorizadas de la ordenación urbanística aquellas que tienen el grado de precisión suficiente para legitimar la realización de actos concretos de ejecución material.

En todo caso son determinaciones pormenorizadas de la ordenación urbanística:

- a) La definición detallada de la conformación espacial de cada área homogénea, ámbito de actuación o sector y, especialmente en suelos urbanos y urbanizables, de alineaciones y rasantes.
- b) Las condiciones que regulan los actos sobre las parcelas y las que deben cumplir éstas para su ejecución material.
- c) La regulación del tipo de obras admisibles y las condiciones que deben cumplir las edificaciones, las construcciones en general, las instalaciones y las urbanizaciones.
- d) El régimen normativo de usos pormenorizados e intervenciones admisibles y prohibidas, así como las condiciones que deben cumplir para ser autorizadas.
- e) La definición de los elementos de infraestructuras, equipamientos y servicios públicos que conforman las redes locales, completando las redes generales y supramunicipales pero sin considerarse parte de ellas.
- f) La delimitación, cuando proceda, de unidades de ejecución y la asignación de los sistemas de ejecución.
- g) Las que no estén expresamente calificadas por el planeamiento general como determinaciones estructurantes de la ordenación urbanística (7).

**Dotaciones:**

Se entiende por dotaciones las redes de infraestructuras, equipamientos y servicios, sean públicas o privadas (7).

---

**Eficacia Energética o Eficacia Luminosa:**

Es la relación entre el flujo luminoso emitido por una fuente de luz y la potencia consumida. Se expresa en lm/W (lúmenes/Vatio) (6).

**Emisarios:**

Las conducciones que transportan las aguas residuales urbanas procedentes, al menos, de un municipio distinto de aquel por el que discurre su traza, hasta la correspondiente estación depuradora de aguas residuales (13).

**Emisión:**

Descarga a la atmósfera continua o discontinua de materias, sustancias o formas de energía procedentes directa o indirectamente, de cualquier fuente susceptible de producir contaminación atmosférica (10).

**Estación regeneradora de aguas (ERAR):**

Conjunto de instalaciones donde las aguas residuales depuradas se someten a procesos de tratamiento adicional que puedan ser necesarios para adecuar su calidad al uso previsto (2).

**Estándares:**

El conjunto de niveles genéricos de referencia de los contaminantes de relevancia para un suelo. Estos se establecen atendiendo a la protección de la salud humana o, en su caso, a la protección de los ecosistemas (12).

**Factor de Utilización:**

Es la relación entre el flujo útil procedente de la luminaria que llega a la calzada o superficie de referencia a iluminar y el flujo emitido por la lámpara o lámparas instaladas en la luminaria. Su símbolo es  $F_u$  y carece de unidades (6).

**Flujo luminoso:**

Potencia emitida por una fuente luminosa en forma de radiación visible y evaluada según su capacidad de producir sensación luminosa, teniendo en cuenta la variación de la sensibilidad del ojo con la longitud de onda. Su símbolo es  $\Phi$  y su unidad el lumen (lm) (6).

**Gestor de residuos:**

La persona o entidad, pública o privada, que realice cualquiera de las operaciones que componen la gestión de los residuos, sea o no el productor de los mismos (3).

**Iluminancia Horizontal en un Punto de una Superficie:**

Cociente entre el flujo luminoso  $d\Phi$  incidente sobre un elemento de la superficie que contiene el punto y el área  $dA$  de ese elemento ( $E = d\Phi/dA$ ). Su símbolo es  $E$  y la unidad el LUX (lm/m<sup>2</sup>).

---

La expresión de la iluminancia horizontal en un punto P, en función de la intensidad luminosa que recibe dicho punto, definida por las coordenadas (c,γ) en la dirección del mismo, y de la altura h de la luminaria, es la siguiente: (6)

$$E = I(c, \gamma) \cos^3 \gamma / h^2$$

**Iluminancia Media Horizontal:**

Valor de la iluminancia media horizontal de la superficie de la calzada. Su símbolo es EM y se expresa en lux (6).

**Infraestructuras de almacenamiento y distribución de agua:**

Conjunto de instalaciones destinadas a almacenar y distribuir el agua regenerada hasta el lugar de uso por medio de una red o bien depósitos móviles públicos y privados (2).

**Intensidad Luminosa:**

Es el flujo luminoso por unidad de ángulo sólido. Esta magnitud tiene característica direccional, su símbolo representativo es I y su unidad es la candela (cd)  $cd = lm/sr$  (lúmen/estereoradián).

La expresión de la luminancia en un punto P, en función de la intensidad luminosa que recibe dicho punto, de la altura h de la luminaria y de las características fotométricas del pavimento r (β, tgγ), expresadas mediante una matriz o tabla de doble entrada (β, tgγ), es la siguiente (6):

$$L = I(c, \gamma) r(\beta, tg\gamma) / h^2$$

**Irradiación solar:**

Energía incidente por unidad de superficie sobre un plano dado, obtenida por integración de la irradiancia durante un intervalo de tiempo dado, normalmente una hora o un día. Se mide en kWh/m<sup>2</sup>. (5)

**Irradiancia solar:**

Potencia radiante incidente por unidad de superficie sobre un plano dado. Se expresa en kW/m<sup>2</sup>. (5)

**Luminancia media en la superficie de la calzada:**

Valor de la luminancia media de la superficie de la calzada. Su símbolo es Lm y se expresa en cd/m<sup>2</sup> (6).

**Mejores técnicas disponibles (MTD):**

La fase más eficaz y avanzada de desarrollo de las actividades y de sus modalidades de explotación, que demuestren la capacidad práctica de determinadas técnicas para constituir, en principio, la base de los valores límite de emisión destinados a evitar o, cuando ello no sea posible, reducir en general las emisiones y el impacto en el conjunto del medio ambiente y de la salud de las personas. Para su determinación se deberán tomar en



---

consideración los aspectos que se enumeran en el anejo 4 de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.

A estos efectos, se entenderá por:

*Técnicas:* la tecnología utilizada, junto con la forma en que la instalación esté diseñada, construida, mantenida, explotada o paralizada.

*Disponibles:* las técnicas desarrolladas a una escala que permita su aplicación en el contexto del correspondiente sector industrial, en condiciones económicas y técnicamente viables, tomando en consideración los costes y los beneficios, tanto si las técnicas se utilizan o producen en España, como si no, siempre que el titular pueda tener acceso a ellas en condiciones razonables.

*Mejores:* las técnicas más eficaces para alcanzar un alto nivel general de protección del medio ambiente en su conjunto y de la salud de las personas (11).

**Módulo o panel fotovoltaico:**

Conjunto de células solares directamente interconectadas y encapsuladas como único bloque, entre materiales que las protegen de los efectos de la intemperie. (5)

**Movilidad:**

Es la capacidad para poderse mover. Concepto relacionado con el desplazamiento. Se utiliza como medida de los propios desplazamientos (distribución modal de los viajes, número de viajes...).

**Nivel genérico de referencia (NGR):**

La concentración de una sustancia contaminante en el suelo que no conlleva un riesgo superior al máximo aceptable para la salud humana o los ecosistemas y calculada de acuerdo con los criterios recogidos en el anexo VII del Real Decreto 9/2005, de 14 de enero (12).

**Objetivo de calidad acústica:**

Conjunto de requisitos que deben cumplir las características acústicas de un espacio determinado en un momento dado, evaluado en función de los índices acústicos que sean de aplicación (8).

Conjunto de requisitos que, en relación con la contaminación acústica, deben cumplirse en un momento dado en un espacio determinado, incluyendo los valores límite de inmisión o de emisión (9).

---

**Objetivo de Calidad del aire:**

La cuantía de cada contaminante en la atmósfera, aisladamente o asociado con otros, cuyo establecimiento conlleva obligaciones conforme las condiciones que se determinen para cada uno de ellos (10).

**Operaciones de gestión:**

- La recogida y el transporte de residuos.
  
- El almacenamiento de residuos llevado a cabo en instalaciones diferentes a las de producción.
  
- La clasificación y otras operaciones de preparación de residuos, incluido el tratamiento previo a las operaciones de valorización o eliminación.
  
- Las operaciones de valorización y eliminación que figuren en la lista aprobada por las instituciones comunitarias.
  
- La vigilancia de las actividades establecidas en los párrafos anteriores y de los lugares de depósito o vertido después de su cierre.

No se consideran operaciones de gestión de residuos la utilización de residuos inertes adecuados en obras de restauración, acondicionamiento, relleno o con fines de construcción (3).

**Ordenación del territorio:**

La ordenación del territorio es la expresión espacial de las políticas económica, social, cultural y ecológica de cualquier sociedad.

Es a la vez una disciplina científica, una técnica administrativa y una política concebida como una actuación interdisciplinaria y global cuyo objetivo es un desarrollo equilibrado de las regiones y de la organización física del espacio de acuerdo con unas directrices. (1)

**Perdidas por inclinación:**

Cantidad de irradiación solar no aprovechada por el sistema generador a consecuencia de no tener la inclinación óptima. (5)

**Perdidas por orientación:**

Cantidad de irradiación solar no aprovechada por el sistema generador a consecuencia de no tener la orientación óptima. (5)

**Perdidas por sombras:**

Cantidad de irradiación solar no aprovechada por el sistema generador a consecuencia de la existencia de sombras sobre el mismo en algún momento del día. (5)

---

**PM 10:**

Partículas que pasan a través a través del cabezal de muestreo definido en la norma EN 12341, con un rendimiento de separación del 50% para un diámetro aerodinámico de 10 µm (10).

**PM 2,5:**

Partículas que pasan a través a través del cabezal de muestreo definido en la norma EN 14907, con un rendimiento de separación del 50% para un diámetro aerodinámico de 2,5 µm (10).

**Potencia de la instalación fotovoltaica o potencia nominal:**

Suma de la potencia nominal de los inversores (la especificada por el fabricante) que intervienen en las tres fases de la instalación en condiciones nominales de funcionamiento. (5)

**Potencia nominal del generador:**

Suma de las potencias máximas de los módulos fotovoltaicos. (5)

**Polígono Industrial:**

Espacio físico planificado y urbanísticamente preparado que permite a las actividades industriales instaladas disfrutar de una serie de servicios y ventajas.

**Parques Científicos-Tecnológicos:**

Un espacio físico que:

- 1º) Mantiene relaciones formales y operativas con las universidades, centros de investigación y otras instituciones de educación superior.
- 2º) Está diseñado para alentar la formación y el crecimiento de empresas basadas en el conocimiento y de otras organizaciones de alto valor añadido pertenecientes al sector terciario, normalmente residentes en el propio Parque.
- 3º) Posee un organismo estable de gestión que impulsa la transferencia de tecnología y fomenta la innovación entre las empresas y organizaciones usuarias del Parque (4).

**Radiación Solar Global media diaria anual:**

Energía procedente del sol que llega a una determinada superficie (global), tomando el valor anual como suma de valores medios diarios.

**Radiación solar:**

Energía procedente del sol en forma de ondas electromagnéticas. (5)

---

**Rendimiento de una luminaria.**

Es la relación entre el flujo total ( $\Phi_t$ ) procedente de la luminaria y el flujo emitido por la lámpara o lámparas ( $\Phi_l$ ) instaladas en una luminaria. Su símbolo es  $\eta$  y carece de unidades (6).

$$\eta = \Phi_t / \Phi_l$$

**Red pública:**

Se entiende por red pública el conjunto de los elementos de las redes de infraestructuras, equipamientos y servicios públicos que se relacionan entre si con la finalidad de dar un servicio integral. (7)

**Residuos urbanos o municipales:**

-Los residuos peligrosos y no peligrosos generados en los domicilios particulares, comercios, oficinas y servicios.

-Aquellos residuos industriales no peligrosos que por su naturaleza o composición puedan asimilarse a los producidos en los anteriores lugares o actividades.

-Los residuos peligrosos y no peligrosos procedentes de la limpieza de vías públicas, zonas verdes y áreas recreativas.

-Los animales de compañía muertos.

-Los residuos voluminosos, como muebles y enseres.

-Los vehículos abandonados (3).

**Residuos industriales:**

Aquellos que, siendo o no peligrosos, se generan en un proceso de fabricación, transformación, utilización, consumo, limpieza o mantenimiento de una instalación o actividad industrial (3).

**Residuos peligrosos:**

- Aquellos que figuren en la lista de residuos peligrosos aprobada en la legislación estatal.

- Los que, sin estar incluidos en la lista citada, tengan tal consideración de conformidad con lo establecido en la normativa estatal.

- Los que hayan sido calificados como peligrosos por la normativa comunitaria y los que pueda aprobar el Gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa europea o en convenios internacionales de los que España sea parte.

---

- Los recipientes y envases contaminados que hayan contenido residuos o sustancias peligrosas (3).

**Residuos no peligrosos:**

Aquellos no incluidos en la definición de residuos peligrosos (3).

**Residuos inertes:**

Aquellos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas. Los residuos inertes no son solubles ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente ni de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las cuales entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar la salud humana. La lixiviabilidad total, el contenido de contaminantes de los residuos y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes, y en particular no deberán suponer un riesgo para la calidad de las aguas superficiales y/o subterráneas (3).

**Residuos de construcción y demolición (RCD):**

Residuos de naturaleza fundamentalmente inerte generados en obras de excavación, nueva construcción, reparación, remodelación, rehabilitación y demolición, incluidos los de obra menor y reparación domiciliaria (3).

**Reutilización de las aguas:**

Aplicación, antes de su devolución al dominio público hidráulico y al marítimo terrestre para un nuevo uso privativo de las aguas que, habiendo sido utilizadas por quien las derivó, se han sometido al proceso o procesos de depuración establecidos en la correspondiente autorización de vertido y a los necesarios para alcanzar la calidad requerida en función de los usos a que se van a destinar (2).

**Riesgo:**

Probabilidad de que un contaminante presente en el suelo entre en contacto con algún receptor con consecuencias adversas para la salud de las personas o el medio ambiente.

En términos de protección de la salud humana, se asume que, para sustancias cancerígenas, una situación de riesgo aceptable es aquella en que la frecuencia esperada de aparición de cáncer en la población expuesta no excede en uno por cada cien mil casos; para sustancias con efectos sistémicos, se asume como una situación de riesgo aceptable aquella en que, para cada sustancia, el cociente entre la dosis de exposición a largo plazo y la dosis máxima admisible es inferior a la unidad.

En términos de protección de los ecosistemas, se asume como una situación de riesgo aceptable aquella en que, para cada sustancia, el cociente entre el nivel de exposición, expresado como concentración, y el umbral ecotoxicológico, definido por la concentración máxima para la que no se esperan efectos sobre los ecosistemas, es inferior a la unidad (12).

---

**Saneamiento:**

El servicio público que incluye los servicios de alcantarillado y depuración, comprendiendo el primero la recogida de aguas residuales y pluviales y su evacuación hasta los distintos puntos de vertido o entronque a colectores, a emisarios o a instalaciones de depuración. El segundo se encarga de la devolución a los cauces o medios receptores de las aguas residuales después de su tratamiento en las instalaciones de depuración (13).

**Sistema de Información Geográfica (SIG):**

Un Sistema de Información Geográfica es una integración organizada de hardware, software y datos geográficos diseñado para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión.

**Sistema integral de saneamiento (SIS):**

El conjunto de infraestructuras públicas de saneamiento que comprendan algunos de los elementos siguientes: red de alcantarillado, colectores, aliviaderos, emisarios, estaciones de bombeo, balsas y depósitos de laminación de aguas de tormenta, y estaciones depuradoras de aguas residuales, cualquiera que sea el tipo de tecnología utilizada y cuyo objetivo sea recoger, transportar y depurar las aguas residuales para devolverlas a los cauces públicos en condiciones compatibles con el mantenimiento del medio ambiente, particularmente en lo que se refiere al recurso hídrico (13).

**Uniformidad global de luminancias:**

Relación entre la luminancia mínima y la media de la superficie de la calzada. Su símbolo es  $U_0$  y carece de unidades. Refleja en general la variación de luminancias en la calzada y señala bien la visibilidad de la superficie de la calzada que sirve de fondo para marcas viales, obstáculos y otros usuarios de las vías de tráfico rodado (6).

**Uniformidad longitudinal de luminancias:**

Relación entre la luminancia mínima y la máxima en el mismo eje longitudinal de los carriles de circulación de la calzada, adoptando el valor más desfavorable.

Su símbolo es  $U_L$  y carece de unidades. Proporciona una medición de la secuencia continuamente repetida de bandas transversales en la calzada, alternativamente brillantes y oscuras. Tiene que ver con las condiciones visuales cuando se conduce a lo largo de secciones ininterrumpidas en la calzada y con la comodidad visual del conductor (6).

**Uniformidad media de iluminancias:**

Relación entre la iluminancia mínima y la media de la superficie de la calzada. Su símbolo es  $U_m$  y carece de unidades (6).

**Uniformidad general de iluminancias:**

Relación entre la iluminancia mínima y la máxima de la superficie de la calzada. Su símbolo es  $U_g$  y carece de unidades (6).

---

**Usuario (saneamiento).**

Persona natural o jurídica titular de una actividad industrial que utilice el Sistema Integral de Saneamiento para verter sus efluentes industriales (14).

**Usuario del agua regenerada:**

Persona física o jurídica o entidad pública o privada que utiliza el agua regenerada para el uso previsto (2).

**Valor objetivo -contaminación acústica:**

Valor de un parámetro determinado expresado en las unidades de medidas que se indican que se pretende alcanzar por aplicación de los medios necesarios (8).

**Vertidos líquidos industriales.**

Las aguas residuales procedentes de los procesos propios de la actividad de las instalaciones industriales e industrias con presencia de sustancias disueltas o en suspensión (14).

**Fuentes:**

- (1) Carta Europea de la Ordenación del Territorio adoptada en la Conferencia Europea de Ministros Responsables de ordenación del territorio (CEMAT) en Torremolinos (España), el 20 de mayo de 1983.
- (2) Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de aguas depuradas.
- (3) Ley 5/2003, de 20 de marzo de residuos de la Comunidad de Madrid.
- (4) Asociación de Parques Tecnológicos y Científicos de España (APTE).
- (5) Código Técnico de la Edificación Documento Básico HE- Ahorro de Energía
- (6) Guía de Gestión Energética en el Alumbrado público. Dirección General de Industria, Energía y Minas. de la Comunidad de Madrid. Año 2006.
- (7) Ley 9/2001, de 17 de julio, del suelo de la Comunidad de Madrid
- (8) Decreto 78/1999, de 27 de mayo, por el que se regula el régimen de protección contra la contaminación acústica.
- (9) Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- (10) Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- (11) Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.
- (12) Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.
- (13) Decreto 170/1998, de 1 de octubre, sobre gestión de las infraestructuras de saneamiento de aguas residuales de la Comunidad de Madrid
- (14) Ley 10/1993, de 26 de octubre, sobre vertidos líquidos industriales al sistema integral de saneamiento

---

## 4 CRITERIOS AMBIENTALES PARA LA UBICACIÓN DEL ÁREA EMPRESARIAL

### 4.1 Análisis multicriterio

El análisis multicriterio es una metodología que se utiliza para buscar la “mejor solución” en un problema determinado cuando coexisten varios puntos de vista o criterios de elección que incluso pueden ser contradictorios. Se busca como objetivo un resultado lo más imparcial posible que concilie los intereses económicos, ambientales y sociales.

En el proceso de toma de decisiones multicriterio participan los siguientes elementos básicos:

- ❑ **Decisor:** El conjunto de personas interesadas en tomar una decisión.
- ❑ **Alternativas:** El conjunto de soluciones, estrategias, lugares o decisiones posibles que hay que analizar durante el proceso de resolución del problema que se considere.
- ❑ **Ambiente:** Contexto de la situación en que se toma la decisión o conjunto de características que definen el entorno o el estado de la naturaleza donde se desarrolla el proyecto.
- ❑ **Criterios:** Definidos por los objetivos y atributos que se consideran relevantes en un contexto de decisión.
- ❑ **Solución eficiente o mejor decisión:** es la solución o soluciones factibles teniendo en cuenta los criterios establecidos.

Los criterios constituyen el eje fundamental a partir del cual el decisor justifica, expone y aplica sus preferencias. La selección de los criterios es el aspecto más importante, un planteamiento inadecuado puede llevar a resultados no satisfactorios.

Para la definición de los criterios se considera adecuado establecer una jerarquía de objetivos que se pretenda alcanzar asociándoles un atributo que cuantifique el grado de cumplimiento. Pueden establecerse objetivos de alto nivel o principales y otros de bajo nivel o menos importantes.

La elección de criterios viene también condicionada por la disponibilidad de información adecuada al método de evaluación seleccionado. Actualmente el análisis multicriterio es un campo de actividad en el que predomina la aplicación práctica y las herramientas informáticas. Para la localización de ubicaciones los métodos mas adecuados son los



---

denominados métodos disyuntivos basados en la elaboración de matrices o mapas que recogen los valores asignados a todos los elementos naturales para cada uno de los criterios. El proceso de selección tiene la ventaja de poder adaptarse a circunstancias sociales, políticas o económicas.

Los resultados que se obtienen con estos métodos permiten discretizar diversas áreas o superficies de terreno que cumplen una serie de condiciones ambientales preestablecidas para el emplazamiento de la zona de uso industrial y, a su vez, establecer un orden de prioridad en cuanto al grado de idoneidad de las mismas. De esta manera la planificación del Área Empresarial dentro del proceso de ordenación territorial se realiza de un modo objetivo sobre bases reales de conocimiento del medio ambiente.

## 4.2 Criterios y recomendaciones

A continuación se exponen algunos de los criterios que se deben tener en cuenta en los estudios de alternativas. No obstante la definición de criterios y objetivos debe analizarse caso por caso en función de la zona, del tipo de empresas, de la escala de trabajo y de la información disponible.

Las características óptimas de localización deben responder al principio de **minimización de impactos y maximización de beneficios**, lo cual equivale a situarla donde se maximice la capacidad o aptitud del territorio y se minimicen los efectos negativos sobre el medio ambiente. A continuación se incluyen recomendaciones para realizar el estudio de alternativas y establecer la mejor ubicación del Área Empresarial.

Usos del suelo y vegetación	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Se recomienda elegir terrenos baldíos o agrícolas con escaso valor, para no hipotecar valores potenciales turísticos, paisajísticos o forestales.</li> <li><input type="checkbox"/> Priorizar la selección de zonas degradadas que permitan su regeneración.</li> <li><input type="checkbox"/> Evitar aquellos terrenos sometidos a algún régimen especial de protección incompatible con su transformación debido a valores paisajísticos, históricos, arqueológicos, científicos.</li> <li><input type="checkbox"/> No obstaculizar el crecimiento del tejido urbano.</li> </ul>
Contacto con las zonas urbanas	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> El contacto con las zonas urbanas existentes diferirá según el tipo de Área Empresarial programada.</li> <li><input type="checkbox"/> En general deberá guardar distancia a equipamientos del tipo sanitario o docente, sin embargo siempre que se garantice la no emisión de ruidos, olores u otros impactos es preferible una continuidad con el tejido urbano existente. De esta forma los itinerarios peatonales, de transporte público y otros servicios de accesibilidad se localizan mas cerca de la zona.</li> <li><input type="checkbox"/> Mantener las distancias de seguridad impuestas en la legislación sectorial para algunas empresas o almacenamientos de sustancias peligrosas.</li> </ul>
Geomorfología	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Deben buscarse terrenos preferiblemente llanos o de relieve suave que eviten grandes movimientos de tierra y consiguientemente pérdida de la cobertura vegetal. Se recomiendan pendientes inferiores al 5%.</li> <li><input type="checkbox"/> Una topografía suave favorece el transporte sostenible, uso de la bicicleta y facilita el tráfico haciéndolo mas ligero reduciendo las emisiones a la atmósfera. Se desaconseja ubicaciones en medias laderas que incrementan los corrimientos de tierras y encarecen las estructuras de urbanización y contención de tierras.</li> </ul>
Tipos de suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Se deben evitar las zonas de suelos con alto valor agrológico.</li> <li><input type="checkbox"/> Desde el punto de vista geotécnico deben evitarse suelos que presentan problemas geotécnicos y que además son muy permeables y facilitan la migración de la contaminación a las aguas subterráneas.</li> <li><input type="checkbox"/> Los suelos arcillosos son recomendables desde el punto de vista ambiental por su escasa permeabilidad.</li> </ul>

<p>Características Hidrológicas y vulnerabilidad de las aguas subterráneas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❑ Es esencial el conocimiento de la hidrología e hidrogeología, la localización de acuíferos, la profundidad del nivel freático y la dirección del flujo subterráneo.</li> <li>❑ Se deben evitar preferentemente zonas de recarga de acuíferos, además cuanto mas superficial se encuentre el nivel freático mas elevado es el riesgo de contaminación, también se encarecen más las cimentaciones. Si en la zona no se encuentran emplazamientos “idóneos” desde el punto de vista geológico o hidrogeológico (por ejemplo arcillas y niveles freáticos de profundidad superior a 25 m), se deberá controlar el tipo de industria a instalar optando, por ejemplo, por áreas Logísticas frente a plantas químicas o adaptando el tipo de instalación al riesgo existente.</li> <li>❑ Se deben utilizar para analizar la zona planos de vulnerabilidad de las aguas subterráneas.</li> <li>❑ Se deben evitar zonas vulnerables a la contaminación de aguas subterráneas. Son zonas del territorio especialmente sensibles para las aguas subterráneas por carecer de protección natural, debido al reducido espesor de zona no saturada o a la fisuración o fracturación que pueden presentar. Corresponden con zonas de permeabilidad muy alta o con zonas fracturadas o meteorizadas que constituyen vías potenciales para el transporte de contaminantes.</li> <li>❑ En el caso de no disponer de cartografía de vulnerabilidad de aguas subterráneas, existen otros mapas que pueden también servir de ayuda para localizar las zonas más vulnerables. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapa Litoestratigráfico y de permeabilidad de España (Instituto Geológico y Minero de España). (2006) Escala 1/200.000. Realizado en el marco del convenio para la realización de trabajos técnicos en relación con la aplicación de la Directiva Marco del agua en materia de agua subterránea.</li> <li>• Mapa de caracterización y definición de masas de agua subterráneas. Directiva Marco del Agua.(2006). Confederación Hidrográfica del Tajo.</li> </ul> </li> <li>❑ Es recomendable mantener alejada la red hidrográfica, eligiendo las zonas menos próximas a las masas de agua superficiales. En el caso de que esto no sea posible, las aguas superficiales pueden integrarse en el ámbito a ordenar siempre que se respeten las cotas inundables y se mantenga una distancia mínima y perímetro de protección al cauce. Estas distancias a los cauces si no han sido estudiadas y recomendadas previamente por la Confederación deben ser calculadas mediante el correspondiente estudio hidrológico.</li> <li>❑ También debe mantenerse un perímetro de protección a embalses, pantanos y pozos de abastecimiento o riego.</li> </ul>
--	--

<p>Accesibilidad de la zona</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❑ La accesibilidad es un parámetro fundamental. Por razones logísticas o de distribución comercial normalmente se deben buscar zonas cercanas a grandes vías de comunicación, autovías, ferrocarriles.</li> <li>❑ Si embargo atendiendo un concepto de accesibilidad más amplio que incluya también la facilidad para que el acceso al Área se realice por medios de transporte sostenibles, se deben localizar zonas donde preferentemente este previsto o se pueda prever el acceso por metro, tren o a estaciones cercanas.</li> </ul>
<p>Áreas Naturales Protegidas</p>	<p>Se debe evitar que el Área Empresarial esté próximo a los Espacios Naturales Protegidos, la inclusión en el Espacio dependen en cualquier caso de las limitaciones establecidas en el PORN. Se analizarán las siguientes categorías de Áreas Naturales Protegidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❑ Espacios Naturales Protegidos</li> <li>❑ Embalses y Humedales Protegidos</li> <li>❑ Red Natura 2000</li> <li>❑ Espacios derivados de la aplicación de Convenios Internacionales</li> </ul> <p><b>Espacios Naturales Protegidos:</b> Son aquellos espacios del territorio nacional, incluidas las aguas continentales y los espacios marítimos sujetos a la jurisdicción nacional que contengan elementos y sistemas naturales de especial interés o valores naturales sobresalientes y que hayan sido declarados protegidos de acuerdo con la Ley 4/1989, de 27 de marzo, de conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres.</p> <div data-bbox="518 1111 1476 1774" style="text-align: center;"> </div> <p>Figura 1. Espacios Naturales Protegidos. Comunidad de Madrid (Fuente: Cartografía ambiental de la Comunidad de Madrid. 2007)</p>

### **Embalses y Humedales Protegidos:**

Los ecosistemas vinculados al medio acuático tienen un doble interés, en primer lugar el agua, por tratarse de un recurso natural para el abastecimiento de la población y en segundo lugar por formar parte de enclaves con una singular belleza. Las Áreas consideradas son las del Catalogo de Embalses y Zonas Húmedas, aprobado por acuerdo del Consejo de Gobierno el 10 de Octubre de 1991. Dicho Catalogo fue revisado por Acuerdo de 2 de septiembre de 2004 quedando protegidos un total de 14 embalses y 23 zonas húmedas.

### **Red Natura 2000**

La constitución de la Red Natural 2000 proviene de la Directiva 79/409/CEE, relativa a la conservación de las Aves y la Directiva 92/43/CE, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres. En el caso de la Comunidad de Madrid la red Natura está constituida por los espacios definidos como LICs y ZEPAS.

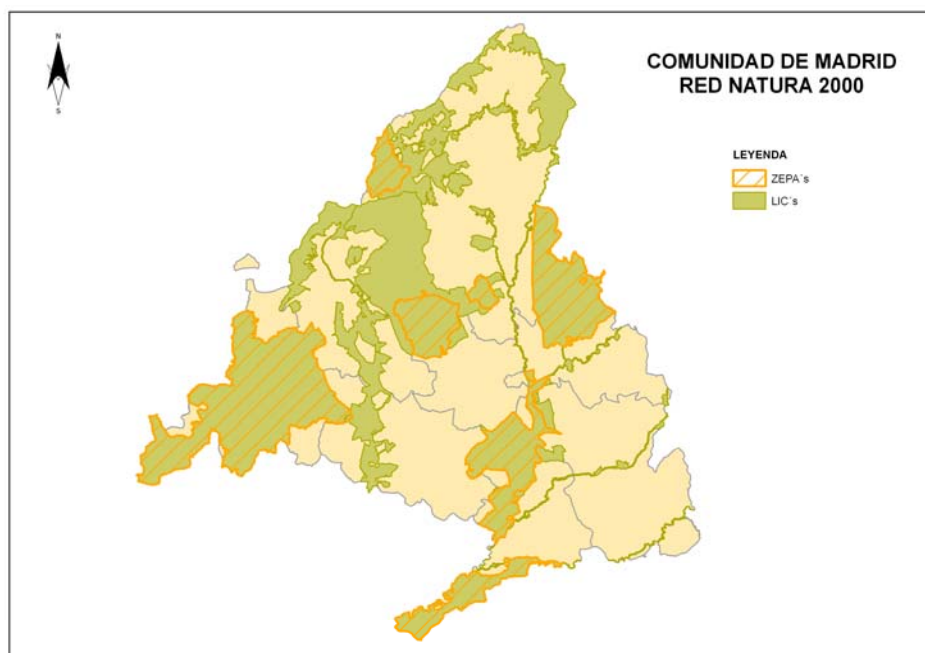


Figura 2. Lics y Zepas Comunidad de Madrid  
(Fuente: Cartografía ambiental de la Comunidad de Madrid. 2007)

### **Espacios Protegidos derivados de la aplicación de Convenios Internacionales**

La Comunidad de Madrid cuenta también con áreas protegidas en base a Convenios o Programas Internacionales, estas son las Reservas de la Biosfera y los Humedales del Convenio Ramsar.

La Comunidad de Madrid cuenta con dos Reservas de la Biosfera que son el Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares (1992) y la Sierra del Rincón (2005).

La Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional, Tratado Intergubernamental aprobado el 2 de febrero de 1971, que entró en vigor en 1975 y fue ratificado por el estado español mediante instrumento de adhesión de fecha 18 de marzo de 1982. Los humedales del macizo de Peñalara incluidos en el Catálogo de Humedales de la Comunidad de Madrid y en el Parque Natural de la cumbre, Circo y Lagunas de Peñalara han sido recientemente incluidos en la lista de humedales de Importancia Internacional del Convenio Ramsar.

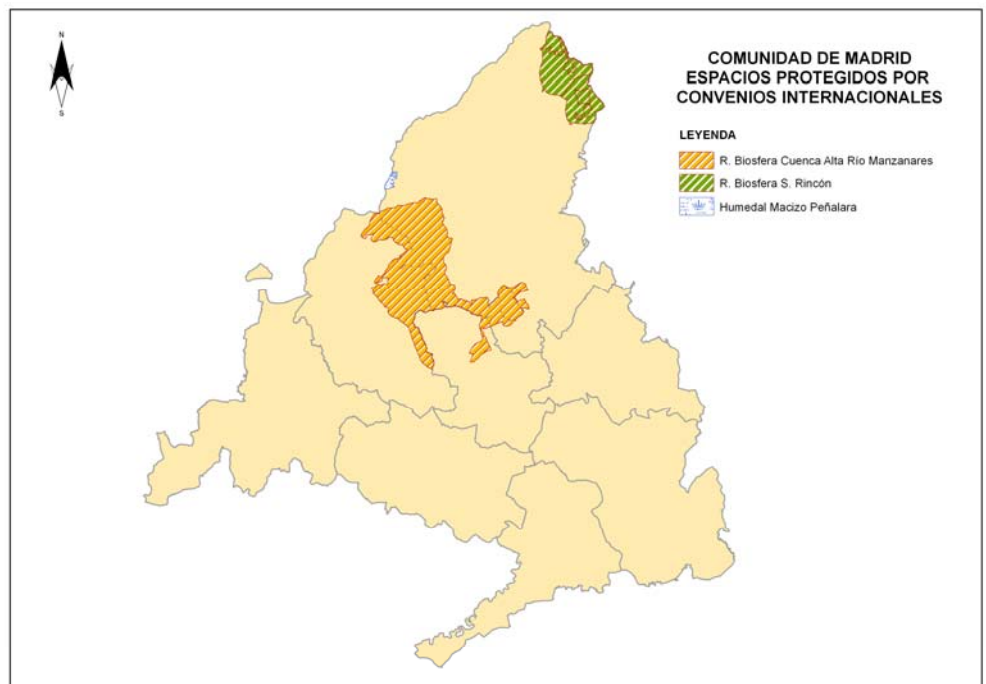


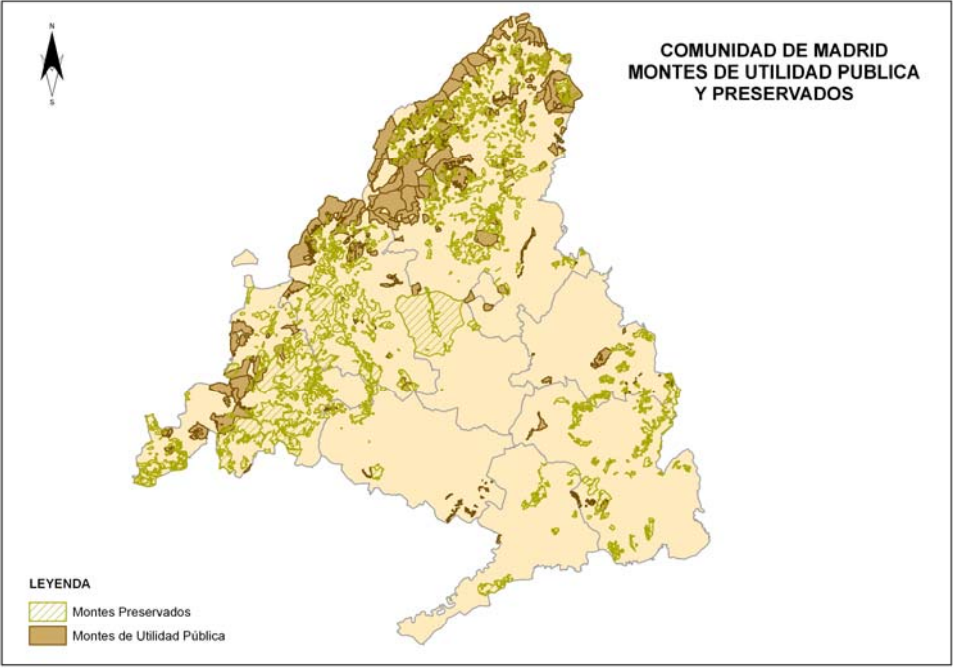
Figura 3. Espacios Protegidos por Convenios Internacionales  
(Fuente: Cartografía ambiental de la Comunidad de Madrid. 2007)

### Montes de Utilidad Pública y Montes preservados

La Ley 16/1995, de 4 de mayo, Forestal y de Protección de la Naturaleza de la Comunidad de Madrid define:

**Montes de Utilidad Pública:** aquellos, de titularidad pública, que así hayan sido declarados o se declaren en lo sucesivo, por satisfacer necesidades de interés general al desempeñar, preferentemente, funciones de carácter protector, social o ambiental.

**Montes Preservados:** los incluidos en las zonas declaradas de especial protección para las aves (ZEPAS), en el Catálogo de embalses y humedales de la Comunidad de Madrid y aquellos espacios que, constituyan un enclave con valores de entidad local que sea preciso preservar, según reglamentariamente se establezca. Son las masas arbóreas, arbustivas y subarbustivas de encinar, alcornocal, enebro, sabinar, coscojal y quejigal y las masas arbóreas de castañar, robledal y fresnedal de la Comunidad de Madrid, definidas en el anexo cartográfico de la citada Ley.

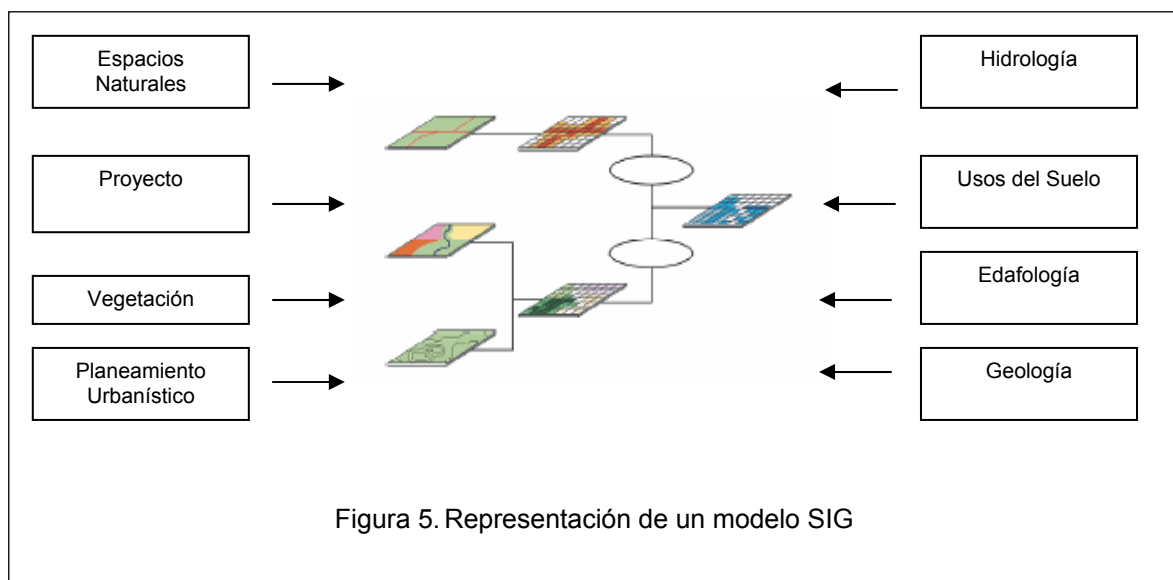
	 <p style="text-align: center;"><b>COMUNIDAD DE MADRID MONTES DE UTILIDAD PUBLICA Y PRESERVADOS</b></p> <p><b>LEYENDA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Montes Preservados</li> <li> Montes de Utilidad Pública</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Figura 4. Montes de Utilidad Pública y Montes Preservados</b> (Fuente: Cartografía ambiental de la Comunidad de Madrid. 2007)</p>
<p><b>Climatología</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Las Áreas Empresariales deben situarse en las zonas más ventiladas y a sotavento de las áreas habitadas para reducir los problemas de molestias por olores y reducir problemas de contaminación atmosférica.</li> </ul>
<p><b>Otras Infraestructuras</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> La ubicación del Área empresarial requiere la garantía de disponer de suministros básicos como agua, electricidad, gas y telecomunicaciones.</li> <li><input type="checkbox"/> También es conveniente disponer de red de saneamiento próxima para el vertido de las aguas residuales.</li> <li><input type="checkbox"/> La proximidad de servicios de este tipo facilita el funcionamiento y reduce el impacto ambiental de las infraestructuras.</li> </ul>

### 4.3 Ejemplo de análisis de multicriterio para la ubicación de un Área Empresarial.

Existen herramientas muy útiles, como los Sistemas de Información Geográfica (SIG), para la realización de los estudios multicriterio de alternativas de ubicación de Áreas Empresariales. Mediante los SIG se pueden aplicar los criterios ambientales seleccionados para tomar la decisión respecto de su ubicación.

Estas herramientas son especialmente útiles en escalas regionales y locales (por ejemplo 1/200.000 o 1/100.000), cuando se evalúa un ámbito geográfico extenso y la heterogeneidad de las condiciones del terreno, así como la de sus valores y aptitudes, produce la aparición de variables que derivan de muy distintas unidades ambientales.

Realizar una evaluación objetiva de la afección ambiental consiste en tener capacidad para evaluar la aptitud ambiental global de la superficie de estudio, sin excluir ningún elemento del análisis y priorizando aquellos que en la zona puedan suponer una mayor sensibilidad ambiental. Para ello es necesario construir un modelo que represente las condiciones ambientales existentes en la zona de estudio, de forma que se pueda obtener un resultado que aúne todos los criterios de evaluación propuestos.



Los modelos SIG tratan de ser representaciones de la realidad, simulaciones descriptivas que procuran captar las relaciones espaciales existentes entre los distintos elementos presentes en un entorno de actuación concreto.



---

A continuación se expone un ejemplo de metodología para analizar la mejor localización de un Área. No obstante, este análisis no debe tomarse como algo estático sino que debe adaptarse a la información disponible, priorizar los elementos del medio que más interesen en función de la sensibilidad del medio y de las actividades previstas en el Área Empresarial.

La metodología se basa en la obtención de mallas raster, una para cada una de las variables que se desean incluir en el estudio (hidrología, vegetación, usos del suelo, núcleos urbanos, etc), y otra adicional que delimite todo el área de estudio.

Por tanto, se divide el espacio en celdas regulares donde cada una de ellas representa un único valor. Esto se traduce en que a los distintos elementos que se localizan en el terreno se les asigna un valor numérico en función de los atributos que representan en la realidad, en este ejemplo se trata de un valor de aptitud para la ubicación de un Área Empresarial.

La obtención de las mallas raster para cada una de las variables, convierte a cada una de ellas, en variables numéricas con carácter geográfico, comparables entre sí y evaluables en un modelo final, denominado “modelo raster”. Para la obtención del citado modelo raster, se debe definir y aplicar un algoritmo que asignará diferente peso a cada uno de los criterios o variables de los que se ha obtenido la malla raster.

Por tanto, una vez aplicado el algoritmo, el modelo raster obtenido permite conocer el valor de aptitud existente, en función de las variables utilizadas.

### **Fases del estudio**

Se puede afrontar el análisis de una manera gradual estableciendo distintos tipos de variables y criterios por fases según la importancia de cada una de ellas. En una primera fase se excluirán aquellas zonas en las que no se debería permitir en ningún caso el desarrollo de un Área Empresarial. En una segunda fase se priorizarán las zonas de mayor aptitud del territorio.

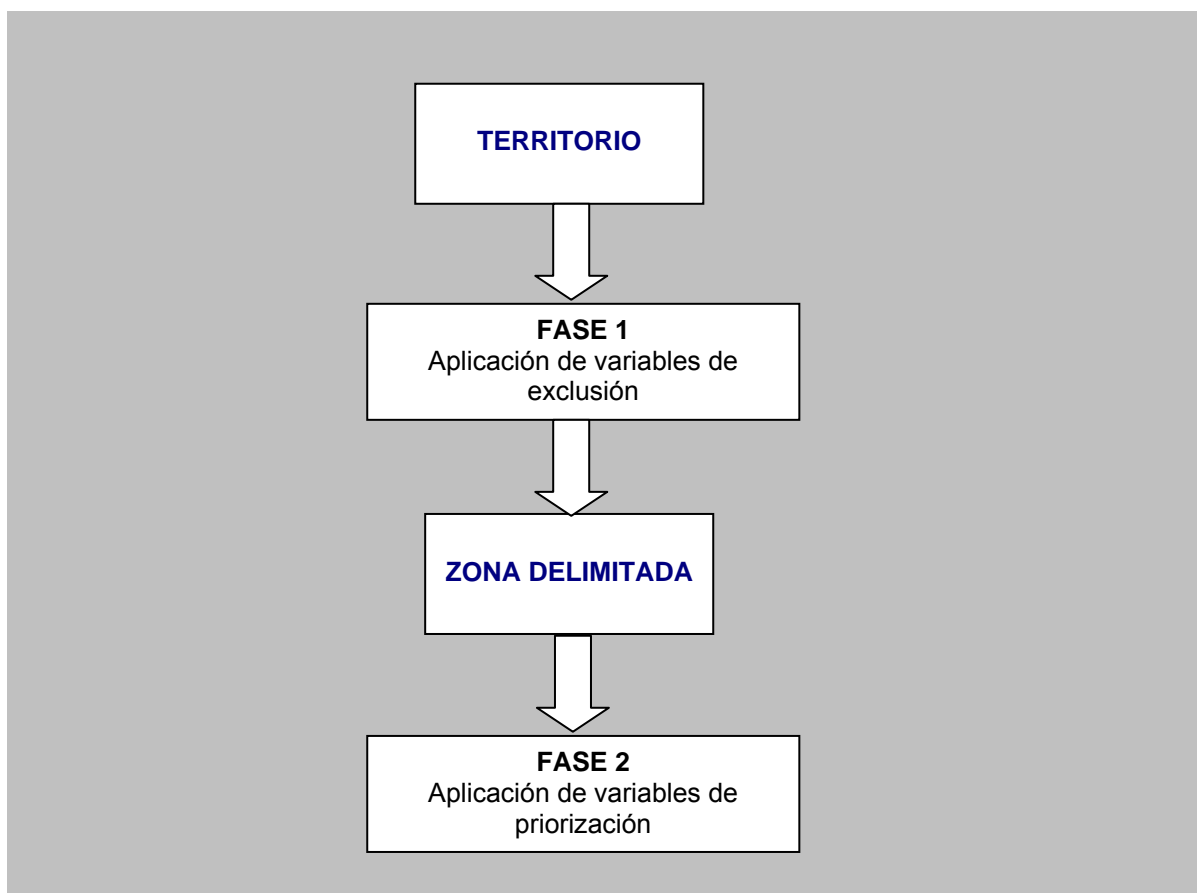


Figura 6. Esquema de fases de un estudio de alternativas

### ***Variables de exclusión***

Se pueden seleccionar algunos criterios excluyentes como son:

- Presencia de Áreas Naturales Protegidas
- Futuros desarrollos urbanísticos

Para cada uno de los criterios excluyentes es necesario disponer a la escala de trabajo de información cartográfica digitalizada lo más actualizada posible. Esta cartografía debe ser introducida dentro del modelo raster.

La inclusión de los criterios citados anteriormente se realizará, convirtiendo cada una de las variables en mallas raster, de manera que a las zonas de exclusión se les asignará un valor cero y por tanto dicha zona quedará excluida como potencial ubicación de un Área Empresarial.

---

### ***Variables de priorización con diferente graduación***

Otros criterios de priorización de alternativas pueden ser introducidos en el SIG en forma de algoritmo, a continuación se exponen de manera orientativa algunos ejemplos.

**Geología e hidrogeología.** Los sitios que se elijan serán zonas preferentemente impermeables o poco vulnerables a la contaminación de acuíferos subterráneos. La impermeabilidad del terreno es un criterio muy recomendable ya que minimiza sensiblemente los riesgos ambientales y reduce los costes del proyecto. A partir de la cartografía geológica y de la información disponible sobre los acuíferos existentes, se definirán aquellas áreas que presuntamente presentan mayor vulnerabilidad a posibles fenómenos de contaminación del suelo y de aguas subterráneas.

Se procederá a puntuar cada malla según un criterio establecido previamente, que puede ser:

1. Aptitud muy baja. Permeabilidad alta. Vulnerabilidad de aguas subterráneas Muy Alta.
2. Aptitud baja. Permeabilidad media (de alta a baja). Vulnerabilidad de aguas subterráneas Alta.
3. Aptitud media. Permeabilidad baja a muy baja. Vulnerabilidad de aguas subterráneas media.
4. Aptitud alta. Permeabilidad muy baja. Permeabilidad baja a muy baja. Vulnerabilidad de aguas subterráneas baja.

### **Hidrología.**

La proximidad a cursos y láminas de agua es considerada como factor de importancia al poderse producir fenómenos de contaminación de aguas superficiales por presencia de filtraciones o vertidos accidentales. Es necesario considerar que los cursos de agua son los receptores finales de las aguas de escorrentía de las diferentes subcuencas hidrológicas. Se tendrán en cuenta varios radios de acción considerando una mayor aptitud en las zonas mas alejadas a los cursos de agua.

1. Aptitud muy baja. A menos de 100 metros de un curso de agua.
2. Aptitud baja. A una distancia entre 100 y 200 metros de un curso de agua.
3. Aptitud media. A una distancia entre 200 y 500 metros de un curso de agua.
4. Aptitud alta. A más de 500 metros de un curso de agua.

---

## Vegetación y usos del suelo.

Se dará preferencia a aquellas de menor valor ecológico. Mediante el mapa relativo a la vegetación y usos del suelo y con una graduación de zonas, se valorará la aptitud de la vegetación.

Para estos indicadores ambientales se debe generar una cartografía digital independiente (p.ej. E: 1/50.000) que se utilizará para evaluar la aptitud ambiental del territorio frente a la instauración de un Área Empresarial. Se puede definir una zonificación territorial compuesta por cuatro clases diferentes de aptitud ambiental frente a la ubicación del Área: aptitud alta, aptitud media, aptitud baja y aptitud muy baja.

Los criterios que se utilicen para definir cada clase dentro de un indicador pueden ser los siguientes (dependerán de la información disponible):

1. Aptitud muy baja. Formaciones vegetales protegidas.
2. Aptitud baja. Medios boscosos.
3. Aptitud media. Matorrales.
4. Aptitud alta. Cultivos y eriales.

## Distancia a Infraestructuras de transporte público (tren, metro)

Uno de los factores ambientales importantes es el acceso a medios de transporte públicos.

Se puede considerar como criterio puntuable la cercanía a estos medios de transporte con el fin de favorecer el acceso de los mismos al Área.

1. Aptitud muy baja. A mas de 4.000 metros de distancia
2. Aptitud baja. Entre 4.000 y 1.000 metros de distancia
3. Aptitud media. Entre 1.000 y 500 metros de distancia
4. Aptitud alta. A menos de 500 metros de distancia

En conclusión, en el ejemplo citado, a cada clase se le adjudica un valor según la siguiente escala (la cual puede modificarse según la información disponible o los criterios aplicados):

Aptitud frente a la ubicación de un Área Empresarial	Valor
Muy baja	1
Baja	2
Media	3
Alta	4

Tabla 1. Escala aptitud frente la ubicación de un Área Empresarial

---

### Análisis Multicriterio:

Todos estos criterios y valores se deben relacionar por medio de un algoritmo en el que se ajuste el peso relativo de cada indicador ambiental según su importancia considerada. A continuación se refleja un posible algoritmo (si bien no debe tomarse el mismo como algo fijo sino que deben priorizarse los valores ambientales en función de las actividades o del medio).

$$A_p = 3G + V + 3H + D$$

$A_p$  = Aptitud Territorial Global.

$G$  = Aptitud considerando la geología y vulnerabilidad hidrogeológica.

$V$  = Aptitud considerando la vegetación y usos del suelo.

$H$  = Aptitud considerando la hidrología.

$D$  = Aptitud considerando la distancia a los medios de transporte.

Los resultados numéricos obtenidos aplicando este algoritmo pueden ser estandarizados - de acuerdo al criterio técnico que se establezca en cada caso - haciendo uso de herramientas SIG de reclasificación de variables raster. Estas herramientas permiten analizar y agrupar los datos obtenidos, haciendo posible una mejor comprensión de los resultados, y una categorización de las variables.

Así, de acuerdo a la escala de trabajo planteada en el anterior algoritmo, se pueden extraer cuatro clases globales de aptitud territorial:

<b>APTITUD TERRITORIAL GLOBAL FRENTE A LA UBICACIÓN DE UN ÁREA EMPRESARIAL</b>	<b>VALOR</b>
Alta	<b>10-7</b>
Media	<b>7-4</b>
Baja	<b>4-2</b>
Muy baja	<b>2-0</b>

Tabla 2. Criterios de aptitud territorial Global

Atendiendo a estos criterios, la aplicación consecutiva de los cálculos planteados por el algoritmo y de las herramientas SIG de reclasificación (estandarización), ofrecerá como resultado un mapa de aptitud territorial para la ubicación de Áreas empresariales, que se expresa por medio de cuatro clases de teselas, que representan las zonas de aptitud muy baja, aptitud baja, aptitud media y aptitud alta.

---

## 5 Criterios para la Ordenación Urbanística

La fase de planeamiento juega un papel fundamental en la implantación de medidas que contribuyan a mejorar la situación ambiental de las Áreas Empresariales. Gran parte de las propuestas incluidas en el Volumen II tendrían una aplicación más sencilla si se incorporan desde las primeras etapas del Planeamiento del Área Empresarial, previendo espacios suficientes para las dotaciones de gestión ambiental y sentando las bases para la implantación de sistemas de gestión que posibiliten y faciliten el mantenimiento y conservación de las mismas.

Las propuestas que se realizan a continuación incluyen todas las fases del planeamiento desde lo más general - modificaciones que podrían introducirse en la legislación urbanística - hasta lo más particular introduciendo determinaciones en el planeamiento general de los municipios y en las figuras de planeamiento derivado que desarrollan las Áreas Empresariales.

- En primer lugar, se ha realizado una síntesis para describir el proceso que sigue el suelo en la Comunidad de Madrid desde su situación original, cualquiera que sea, hasta la construcción de un Área Empresarial. Se describen también los contenidos del planeamiento general que hacen referencia a usos industriales o a determinaciones como las cesiones de suelo para dotaciones; finalmente a modo de ejemplo, se aconsejan pautas para un modelo de Plan General y de Plan Parcial de desarrollo de un Área Empresarial.
- En segundo lugar se describe la tramitación ambiental que deben seguir los documentos de planeamiento, ya que es en este proceso cuando se deben analizar, justificar y establecer las determinaciones ambientales. Se incluyen los contenidos de los informes de caracterización de la calidad del suelo y estudios sobre generación y gestión de residuos urbanos que deben incluirse en la tramitación de los planes urbanísticos.
- Finalmente se resumen las conclusiones relativas al capítulo y recomendaciones concretas de tamaño, densidad y dotaciones necesarias en Áreas Empresariales para mejorar su calidad ambiental.

## 5.1 Criterios de ordenación

### 5.1.1 Promoción de una Área Empresarial

La Legislación que determina las figuras de planeamiento puede variar su contenido y alcance de una Comunidad Autónoma a otra, sin embargo se mantienen unas líneas generales. El planeamiento urbano consta de diferentes niveles que se pueden identificar de acuerdo con la clasificación de la Tabla 3.

	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVO CONCRETO ÁREAS EMPRESARIALES
Plan Regional de Estrategia Territorial	<p>Es el planeamiento de ámbito mas extenso, territorial, supramunicipal, comarcal. Coordinador y definidor de grandes actuaciones.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Planes Territoriales</li> <li>➤ Planes Comarcales</li> <li>➤ Planes Sectoriales</li> </ul> <p>Establece las directrices y determinaciones que deberán desarrollar las figuras de planeamiento general y las directrices para la coordinación de la ordenación urbanística.</p>	<p>En este planeamiento se determinarían las grandes zonas donde se pueden ubicar las Áreas Empresariales.</p> <p>También se determinarían las zonas donde no se deben ubicar zonas industriales, basándose en los criterios de ubicación descritos en el capítulo anterior.</p>
Planeamiento General	<p>Este segundo nivel tiene como objetivo ordenar el territorio de un municipio.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Planes Generales</li> <li>➤ Planes de Sectorización</li> </ul> <p>Establece directrices y determinaciones para el planeamiento ejecutivo y ordena físicamente el territorio. Incluye calificación del suelo, trazado de viales, posición de la edificación, intensidades, previsión de servicios. Especifica contenidos mínimos para el planeamiento de desarrollo.</p>	<p>El Plan General de un municipio delimitará las zonas de suelo urbanizable industrial y tipo de actividades que se pueden desarrollar en los distintos usos.</p> <p>Delimitará asimismo las zonas de suelo no urbanizable de protección donde no se podrán desarrollar actividades industriales.</p> <p>Se incluyen las determinaciones ambientales para los usos industriales y de otras actividades económicas.</p>
Planeamiento de Desarrollo	<p>El tercer nivel desarrolla y concreta las determinaciones del nivel anterior, delimitando también los usos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Planes Parciales</li> </ul>	<p>El Plan Parcial establecerá y desarrollará las características y Normas Ambientales de las Áreas Empresariales según lo impuesto en el Plan General.</p>
Ejecución Material	<p>El cuarto nivel se realiza el proyecto de urbanización y se ejecutan las obras.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Proyectos de Urbanización</li> </ul>	<p>El Proyecto de Urbanización materializará las medidas medioambientales determinadas en el Plan Parcial</p>
Ejecución Jurídica	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sistemas de Actuación</li> </ul>	<p>Transformación jurídica de fincas iniciales a parcelas finales.</p>

Tabla 3. Niveles del Planeamiento

La manera de desarrollar un Área Empresarial en la Comunidad de Madrid depende en primer lugar de la clase de suelo existente desde el punto de vista del planeamiento urbanístico. Los trámites y tipo de procedimiento a seguir dependen de la clasificación de suelo en la zona elegida. En la Comunidad de Madrid la Ley 9/2001, de 17 de julio, del suelo, en su artículo 13 establece las clases de suelo y categorías que son las siguientes:

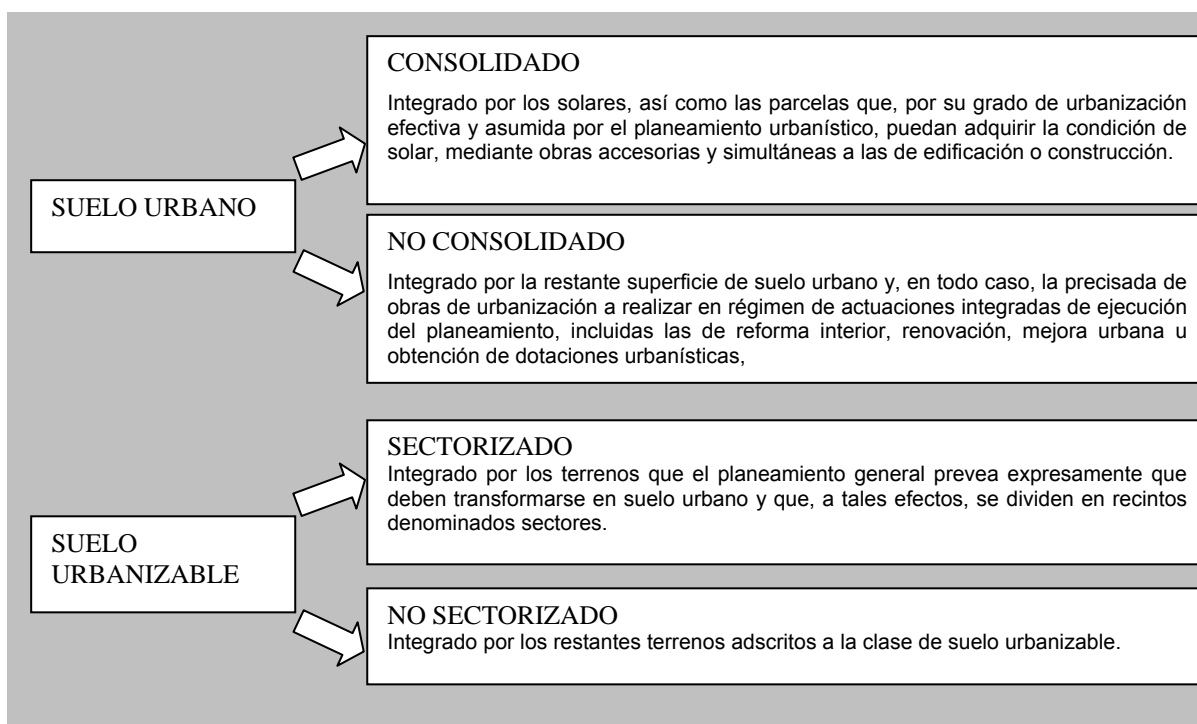


Figura 7. Clasificación del Suelo en la Comunidad de Madrid. Ley 9/2001, de 17 de julio

Cada una de estas clases de suelo denominadas primarias se dividen en categorías de suelo secundarias, que serán las determinadas por los Planes Generales de Ordenación Urbana. Las Áreas Empresariales deberán desarrollarse sobre suelo urbano o urbanizable calificado como industrial, terciario o mixto.



---

A partir del esquema anterior y haciendo un esfuerzo de síntesis se podrá promocionar un Área Empresarial en “suelo industrial o mixto” a partir de tres diferentes estados, según el grado de desarrollo del planeamiento:

- 1- Un primer caso, el más avanzado desde el punto de vista de planeamiento, sería una zona o terreno de **suelo industrial con un Plan Parcial ya aprobado** que precisa de obras de urbanización para que sus parcelas obtengan la condición de solar.
  - ❑ El uso del suelo o calificación: industrial o mixto
  - ❑ Precisa: Proyecto de Urbanización y obras de urbanización
  
- 2- Cuando se trata de un **Ámbito Actuación en Suelo Urbano No Consolidado** y de un sector de Suelo Urbanizable Sectorizado ya delimitado o sectorizado por el correspondiente Plan General del municipio al que pertenezca, será preciso formular el planeamiento de desarrollo (**Plan Parcial**) y desarrollar el sistema de ejecución (**compensación, cooperación, expropiación..**). El Plan Parcial ordena el suelo (viales, parcelas, etc.). Con el sistema de ejecución se reparten cargas y beneficios, y se lleva a cabo la reparcelación, esto es los propietarios iniciales de suelo obtienen parcelas con el aprovechamiento que les corresponda en función de su aportación, además costean la obra de urbanización con la cuota proporcional a su aportación o participación. Finalmente el proyecto de urbanización se realiza para ejecutar las obras.
  - ❑ El uso del suelo o calificación: industrial o mixto
  - ❑ Precisa: Plan Parcial, aplicación del sistema de ejecución y Proyecto de Urbanización
  
- 3- Cuando se trata de una zona de **Suelo Urbanizable no delimitado o sectorizado por el correspondiente Plan General**, será necesario, en primer lugar, delimitar la zona o sector con el correspondiente **Plan de Sectorización** (figura de planeamiento general). A continuación se llevarán a cabo los mismo pasos que en el caso anterior.
  - ❑ El uso del suelo o calificación: industrial o mixto
  - ❑ Precisa: Plan de Sectorización, Plan Parcial, aplicación del sistema de ejecución y Proyecto de obras de Urbanización

Como resumen el caso 1 es un Área Empresarial que sólo necesita tramitar el Proyecto de Urbanización mientras que el caso 3 es una zona de suelo sin ningún tipo de protección (suelo en situación rural), para el que no está previsto, desde el Plan General correspondiente, su desarrollo a corto plazo. En este último supuesto el periodo de

tramitación es el más largo y complejo, ya que un Plan de Sectorización es planeamiento general y su tramitación es igual a la de a un Plan General.

En la Figura 8 se resumen los casos descritos.

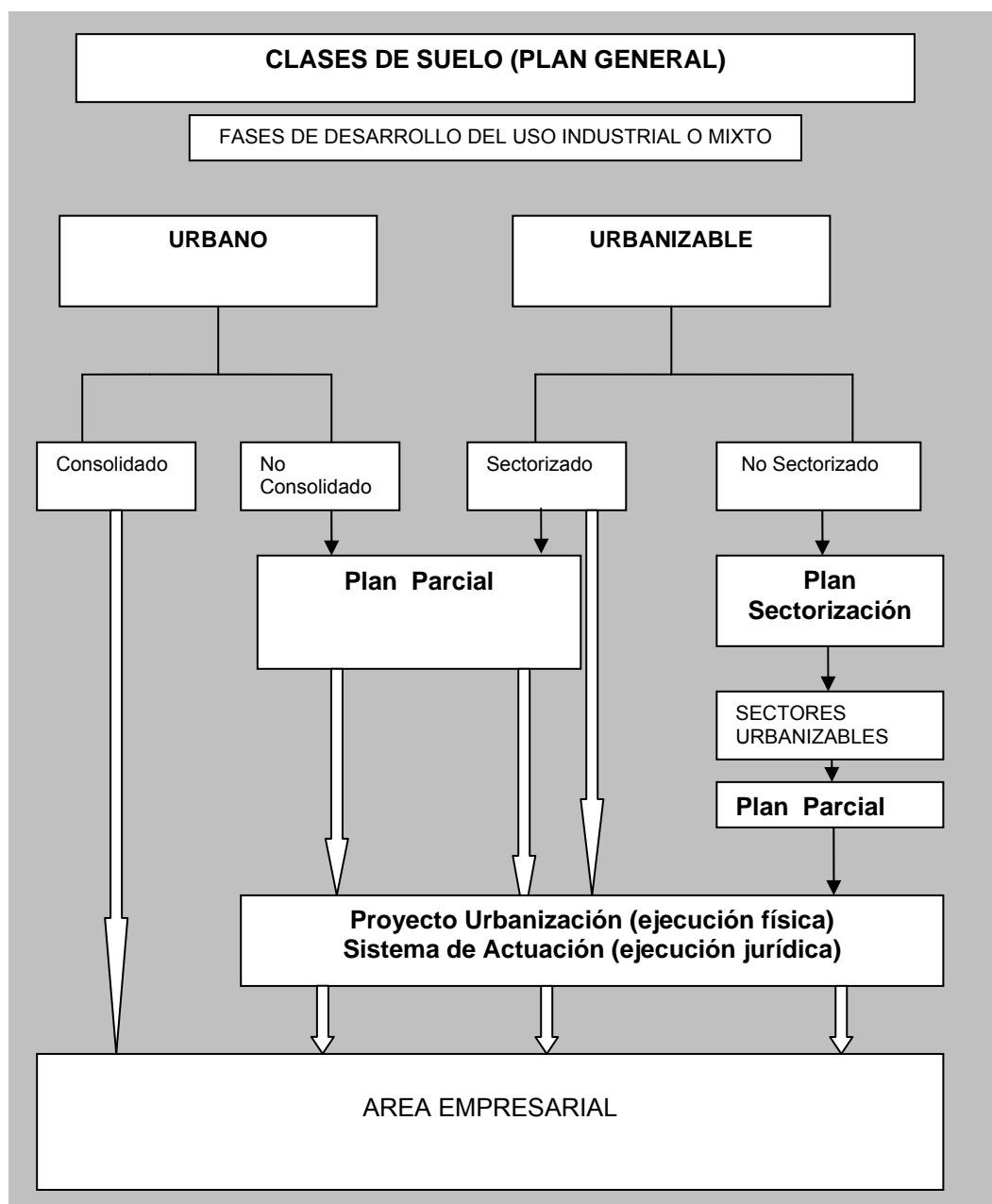


Figura 8. Tramitación para promocionar un Área Empresarial

Las fases de desarrollo se reflejan en las siguientes imágenes, en las que se observa la transformación del territorio por la implantación de un Área.



Figura 9. Transformación del territorio por desarrollo de un Área Empresarial

### 5.1.2 Determinaciones y contenido de los Documentos de Ordenación

Los instrumentos de la ordenación urbanística establecen **determinaciones**. Algunas de las medidas que se propongan para el diseño y gestión sostenible de las Áreas Empresariales formarán parte de estas determinaciones. A modo de introducción se resume la regulación de estas determinaciones según la ley del suelo de la Comunidad de Madrid.

#### El planeamiento general establece las determinaciones estructurantes

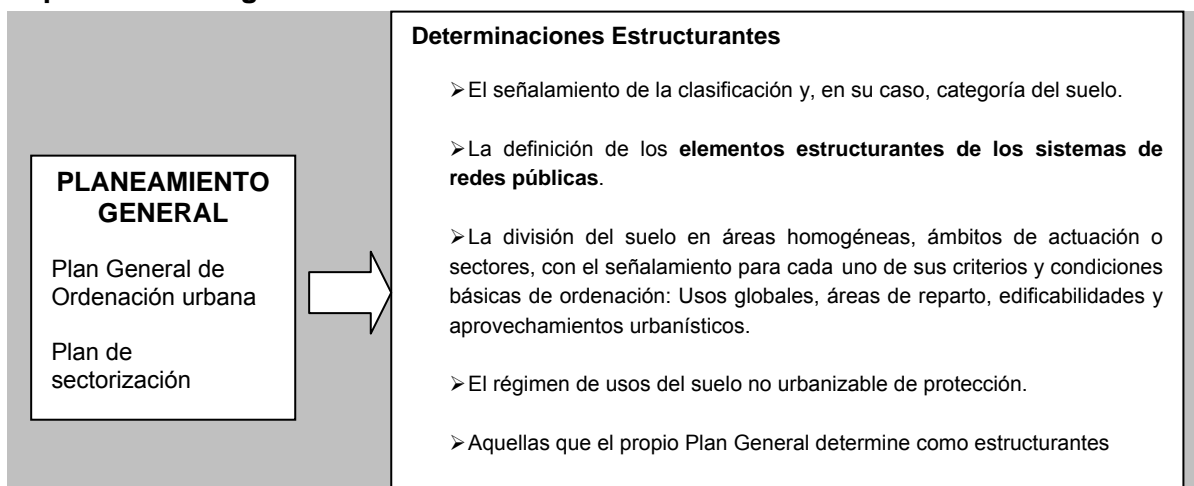


Figura 10. Determinaciones del Planeamiento General

#### El planeamiento de desarrollo establece las determinaciones pormenorizadas

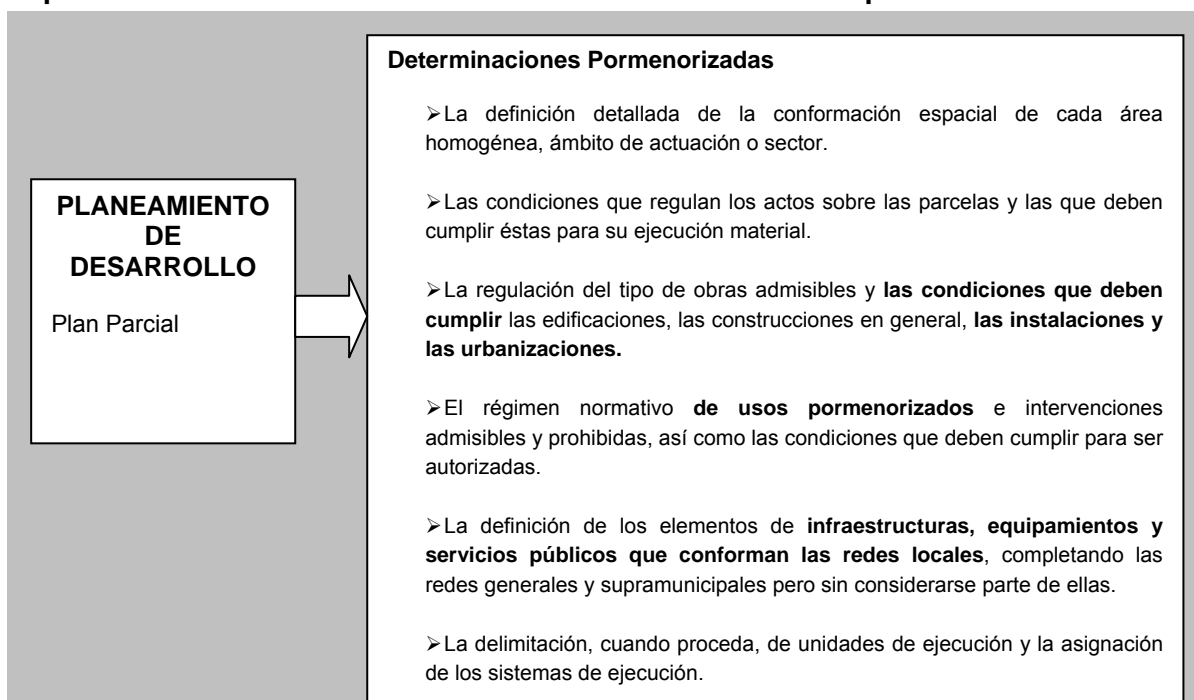


Figura 11. Determinaciones del Planeamiento de desarrollo

Asimismo, el planeamiento incluirá las **determinaciones** sobre **las Redes Públicas**. Una red pública es el conjunto de los elementos de las redes de infraestructuras, equipamientos y servicios públicos que se relacionan entre sí con la finalidad de dar un servicio integral. Los elementos de cada red, aún estando integrados de forma unitaria en la misma, son susceptibles de distinguirse jerárquicamente en tres niveles tal y como se muestra en la Figura 12.

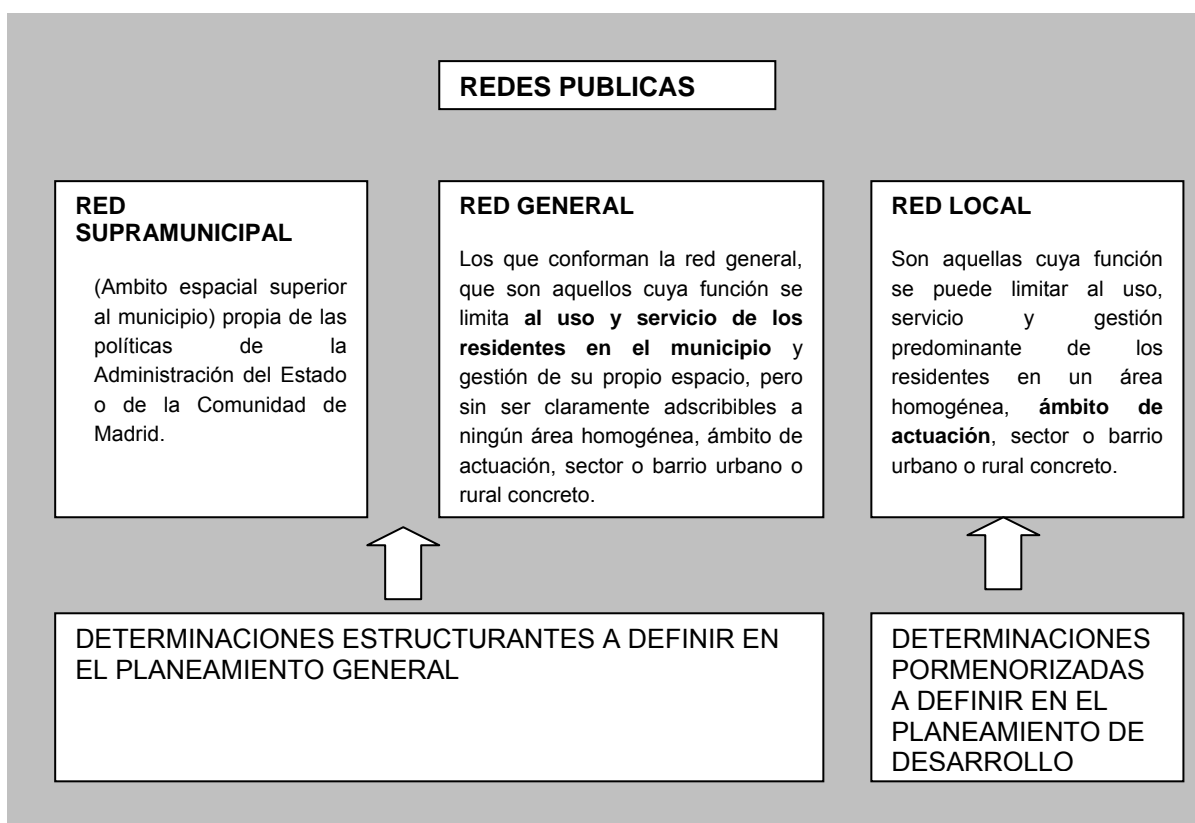


Figura 12. Redes Públicas definidas en la Ley 9/2001, de 17 de julio

Tal y como se muestra en la Figura 12 tendrán el carácter de **determinaciones estructurantes** todas aquellas que consistan en señalar las reservas y dimensiones de cualquier suelo que se prevea como elemento de una **red pública supramunicipal o general** o aquellas locales necesarias para el funcionamiento de una red general.

El señalamiento de los espacios destinados a elementos **de las redes locales, así como de cualesquiera otros parámetros necesarios para su ordenación detallada, tendrán el carácter de determinaciones pormenorizadas**, y como tales se incorporarán en los Planes Parciales o Especiales.

En el caso particular de Áreas Empresariales si se proponen dotaciones para la prevención o el control de la contaminación las cuales formarían parte de las denominadas **Redes**

**Públicas y deberían ser introducidas en los Planes Parciales** (planes de desarrollo o planeamiento derivado).

A su vez el conjunto de los elementos de la Red Pública según la Ley 9/2001, de 17 de julio se estructuran desde el punto de vista funcional en los siguientes sistemas de redes:

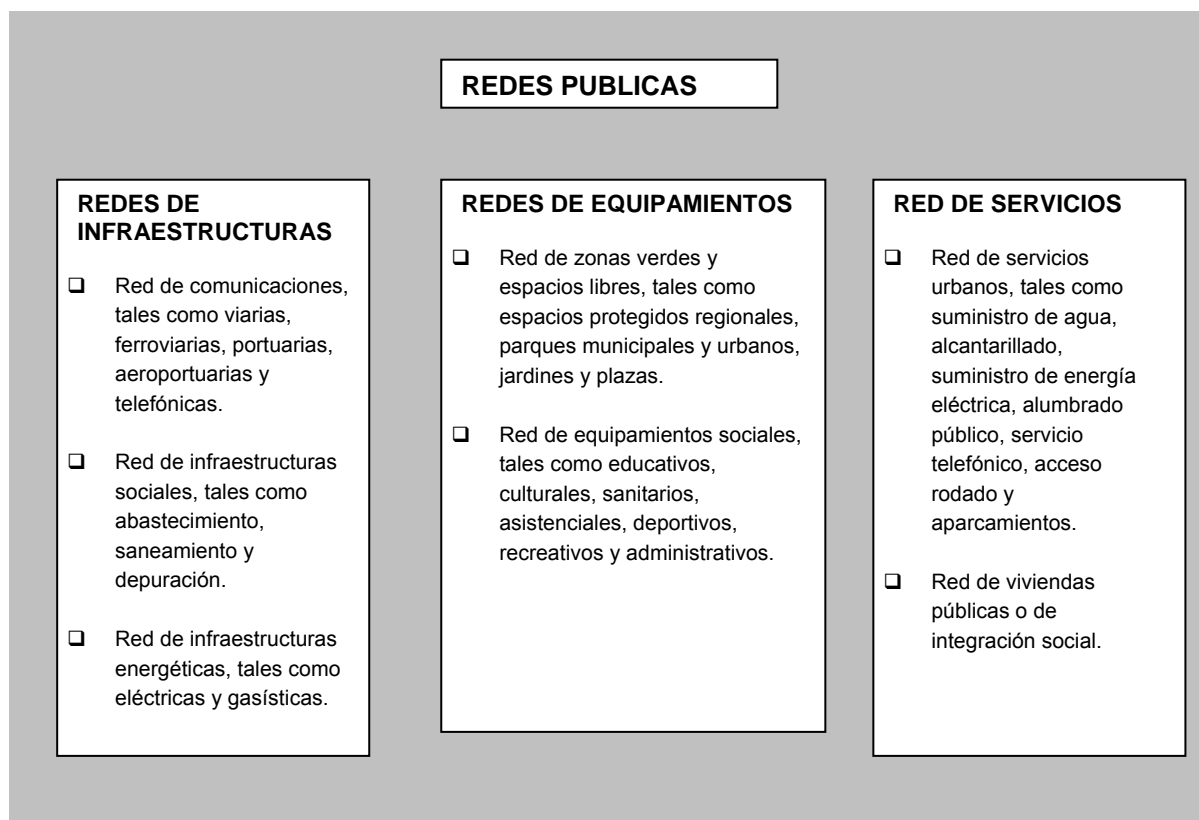


Figura 13. Redes Públicas. Estructura Funcional definida en la Ley 9/2001, del suelo

Algunas posibles medidas de prevención o control de suelos que se podrían incorporar al planeamiento como son la realización de una red de piezómetros, o puntos limpios específicos para el Área Empresarial podrían incluirse en alguno de estos sistemas de Redes Publicas, si bien la Ley 9/2001, de 17 de julio no contempla un apartado correspondiente a **dotaciones ambientales**.

Estas **determinaciones** deberán especificarse en los instrumentos de planeamiento según su función y alcance en la integración de la ordenación urbanística municipal.

A modo de introducción se describe a continuación el contenido establecido por la Ley 9/2001 para los planes urbanísticos y la documentación que deberán incluir. Posteriormente y sobre la base de este contenido se incluye un ejemplo de cómo se podrían establecer las determinaciones en un Plan General y de un Plan Parcial para mejorar las condiciones ambientales de las Áreas Empresariales.

## Plan General

En relación a la documentación que debe incluir el **Plan General** se resume en la Figura 14.

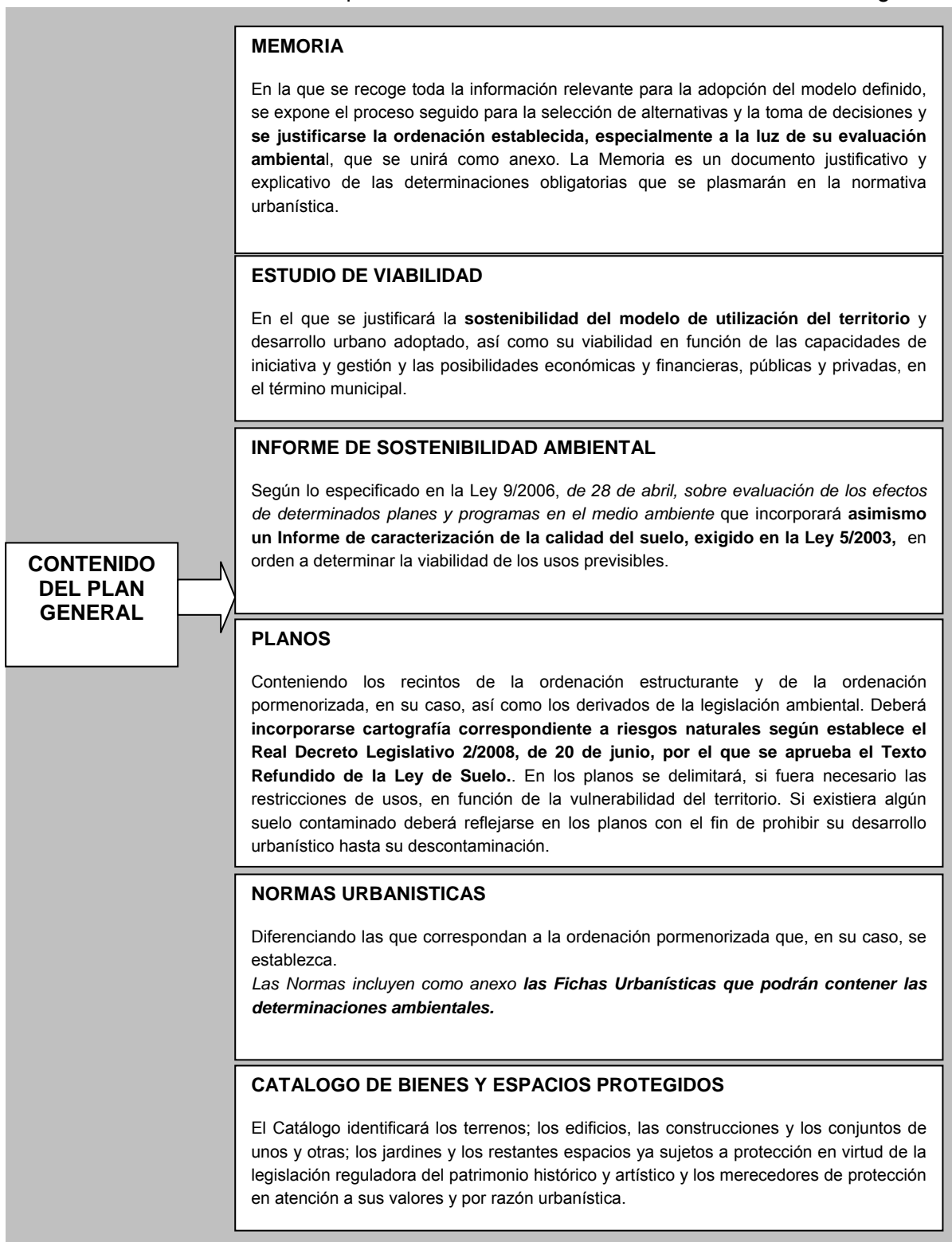


Figura 14. Contenido de un Plan General regulado en la Ley 9/2001, de 17 de julio

La introducción de medidas ambientales para el diseño y gestión sostenible de Áreas Empresariales debe comenzarse desde la fase del Plan General, aunque el formato del documento depende de los redactores del Plan General que se trate, en general se debe reflejar en la normativa en un **capítulo específico referente a Medidas de Protección Ambiental**, pero también deben introducirse algunas determinaciones de forma horizontal en otros Títulos del Plan. También se deben introducir en las Fichas Urbanísticas con las condiciones bajo las que ha de desarrollarse el del Plan Parcial.

A modo de ejemplo se incluye en las siguientes figuras un posible contenido de la Normativa de un Plan General, teniendo en cuenta premisas ambientales en Áreas Empresariales.

*Título: Normas generales de instrumentos de desarrollo del Plan General*

El planeamiento de desarrollo de los ámbitos de uso industrial deberá incluir:

- ❑ Un **Informe de Caracterización de la Calidad del Suelo** cuyo contenido está especificado por Directrices de la Comunidad de Madrid. Estas directrices se incluyen en el apartado 5.1.4 del presente capítulo.
- ❑ Si el Planeamiento de Desarrollo está sometido a Evaluación Ambiental de Planes y Programas *Ley 9/2006, de 28 de abril, sobre Evaluación de los Efectos de Determinados Planes y Programas en el Medio Ambiente* dicho **Informe de Caracterización de la Calidad del Suelo** debe incluirse como Anexo en el **Informe de Sostenibilidad Ambiental**. Las conclusiones de la **Memoria Ambiental** servirán de base para la propuesta de medidas protectoras de suelos que deben desarrollarse en la normativa del Plan Parcial.
- ❑ Un **Plan de Seguimiento y Control de suelos y aguas subterráneas**
  - Medios a controlar:* Aguas subterráneas en zonas donde se hayan instalado piezómetros y suelos en zonas donde inicialmente se realizó el blanco operacional o zonas de especial riesgo.
  - Parámetros a controlar:* Debido a la amplitud de sectores se estudiará un amplio espectro de parámetros basándose en las familias de contaminantes reguladas en el RD 9/2005 y metales pesados.
- ❑ Estudio Económico Financiero que contemple en los costes de desarrollo del Área todos los costes ambientales de prevención y corrección de suelos contaminados y estudios detallados necesarios para aplicación de resto de medidas.
- ❑ El Estudio Económico Financiero debe incluir la conservación y gestión de las dotaciones ambientales.
- ❑ Reservas para dotaciones ambientales de prevención y control de suelos y aguas subterráneas.

Figura 15. Ejemplo del contenido normativo de carácter ambiental de un Plan General.



---

*Título: Régimen urbanístico del suelo y de las edificaciones*

**Capítulo: Deber de conservación y rehabilitación**

- ❑ Los propietarios de los terrenos tienen el deber de mantenerlos en condiciones de salubridad, libres de depósitos y vertidos realizando todos los trabajos precisos para conservarlos limpiarlos o rehabilitarlos.
- ❑ El deber de conservación incluye los costes de todos los estudios y trabajos necesarios.
- ❑ Condiciones específicas para conservación de solares: todo solar deberá estar cerrado por la alineación oficial y por sus linderos laterales y traseros si no existen construcciones medianeras. El solar deberá estar permanentemente limpio, desprovisto de vegetación espontánea, sin ningún resto orgánico o mineral.
- ❑ En los Ámbitos de Actuación y Sectores con uso predominante de actividades productivas se podrá prever la constitución de una **Entidad de Gestión Voluntaria que se ocupe de la gestión y mantenimiento** de todas las dotaciones, **incluidas las ambientales**. El régimen de dichas entidades se regulará reglamentariamente.

Figura 16. Ejemplo del contenido de un Plan General. Deber de conservación

**Capítulo: La intervención preventiva de los actos de edificación**

Están sujetos a Licencia municipal los actos de uso del suelo y subsuelo, tales como:

- La primera utilización u ocupación de los edificios locales industriales en general.
- Las modificaciones de uso existente en las industrias.
- Las instalaciones subterráneas dedicadas a actividades industriales, servicios públicos o cualquier otro uso a que se dedique el subsuelo (captación de agua, fosas sépticas, conducciones.)
- Modificaciones de las características físicas del suelo (pavimentados, asfaltados, drenajes...)

Licencia en titulares con actividades potencialmente contaminantes del suelo

Los titulares de **actividades potencialmente contaminantes del suelo** (definidas en el art. 3.1 y 3.2 del Real Decreto 9/2005, de 14 de enero) deberán presentar **Informes de Situación de la Calidad del Suelo** particularmente en los supuestos de establecimiento, ampliación y clausura de actividades.

Los propietarios de los suelos en los que se haya desarrollado, en el pasado, alguna actividad potencialmente contaminante estarán obligados a presentar un **Informe de Situación de la Calidad del Suelo** cuando se solicite una licencia o autorización para el establecimiento de alguna actividad diferente o que suponga un cambio de uso del suelo.

**Capítulo: Prescripciones observables en la ejecución de las obras**

Durante la ejecución de las obras deberán cumplirse las siguientes prescripciones:

- Se seguirán todas las determinaciones y medidas propuestas en la **Memoria Ambiental**.
- Disponer del documento acreditativo de Licencia de Obras y del depósito de la fianza establecido por el Real Decreto 105/2008, de 1 de Febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- La capa superficial de suelo será retirada y almacenada independientemente, utilizándose con posteridad para generar las zonas verdes.
- Proteger del vertido de materiales, en especial de residuos y productos peligrosos todas las zonas de suelo.
- Redactar un Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición y en general las medidas de almacenamiento y separación selectiva previstas en Real Decreto 105/2008, de 1 de Febrero.
- Acreditar la correcta gestión de residuos de las obras.
- Aparcar los vehículos pesados en zonas pavimentadas.

Figura 17. Ejemplo del contenido de un Plan General. Ejecución del Planeamiento

*Título: Condiciones generales de los usos*

**Capítulo: Condiciones generales de usos**

- ❑ En caso necesario, si el riesgo de contaminación de suelos o aguas subterráneas es muy elevado, se podrá condicionar el establecimiento de determinadas actividades industriales (actividades potencialmente contaminantes del suelo) o condicionarlas a la implantación de medidas preventivas y correctoras.

**Capítulo: Uso de actividades industriales**

- ❑ La ubicación **de usos de actividades industriales** (Áreas Empresariales) tendrá en cuenta las medidas:
  - Evitar la proximidad a las Áreas Naturales Protegidas
  - Evitar zonas de suelos contaminados, en caso contrario se procederá a descontaminarlas, teniendo en cuenta la normativa vigente y el uso previsto.
  - Evitar zonas de vulnerabilidad alta o muy alta de contaminación de aguas subterráneas, en caso necesario establecer medidas preventivas.
  - Evitar zonas inundables y terrenos erosionables.
  - Mantener perímetros de protección a embalses, lagos, lagunas y pozos de captación de agua.
  - En función de la actividad dominante, mantener una separación conveniente a zonas residenciales y en especial a equipamientos docentes y sanitarios.
- ❑ El Ayuntamiento promoverá el progresivo traslado a suelos adecuados de toda aquella actividad productiva potencialmente contaminante del suelo ubicada en zonas de máximo riesgo (según los mapas de riesgo, art. 15 Ley 2/2008).
- ❑ Los vertidos industriales al sistema integral de saneamiento se adecuarán a lo establecido en la Ley 10/1993, de 23 de octubre, de la Comunidad de Madrid, y en su normativa de desarrollo (Decreto 62/1994 de 16 de junio sobre normas complementarias). Dichas disposiciones habrán de tenerse en cuenta en los proyectos de urbanización del sector que habrán de garantizar la existencia o posible ubicación de arquetas o registros de efluentes, conforme a lo establecido en el artículo 27 de la citada Ley.

**Capítulo: Uso dotacional**

- ❑ Tienen consideración de uso dotacional los espacios donde se desarrollan actividades destinadas al abastecimiento, saneamiento y depuración de aguas, recogida, almacenamiento y tratamiento de residuos y otras dotaciones para la prevención y control medioambiental.

Figura 18. Ejemplo del contenido de un Plan General. Condiciones generales de los usos

*Título: Normas de protección ambiental*

**Capítulo: Disposiciones Generales**

- ❑ Las medidas ambientales preventivas correctoras y compensatorias incluidas en el Informe de Sostenibilidad Ambiental e Informes de Caracterización de suelos y de Riesgos se consideran determinaciones vinculantes.
  - ❑ Para los nuevos suelos urbanizables con uso productivo se deberá detallar los usos pormenorizados, con suficiente precisión según la naturaleza de las actividades a implantar.
  - ❑ En los distintos suelos industriales previstos se deberá tener en cuenta la vulnerabilidad de las aguas subterráneas para la ubicación de Actividades Potencialmente Contaminantes del Suelo.
  - ❑ Para todos los suelos industriales y en especial aquellos con Actividades Potencialmente Contaminantes del Suelo y de la Atmósfera se deberá garantizar la suficiente separación física de otros usos, en especial aquellos con receptores sensibles. Se establecerá la zonificación interna acorde con la diferente capacidad de acogida de actividades en función de su incidencia ambiental, de manera que en localizaciones colindantes a suelo residencial se establezcan las actividades compatibles con la proximidad de viviendas.
- ❑ Legislación sectorial de aplicación:

Normas estatales

- Real Decreto 1664/1998, de 24 de julio, por el que se aprueban los Planes Hidrológicos de cuenca.
- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido
- Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.
- Ley 9/2006, de 28 de abril, sobre Evaluación de los Efectos de Determinados Planes y Programas en el Medio Ambiente, nuevo marco legal para los procedimientos de evaluación ambiental de documentos de planeamiento.
- Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, del ruido en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas
- CTE - Protección frente al ruido, (Real Decreto 1371/2007).
- Real Decreto 105/2008, de 1 de Febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Ley 2/2008, de 20 de junio, por el que se aprueba el texto refundido de la ley de suelo.

Normas de la Comunidad de Madrid

- Ley 10/1993, de 26 de octubre, sobre vertidos líquidos industriales al Sistema Integral de Saneamiento.
- Decreto 170/1998, de 1 de octubre, sobre gestión de las infraestructuras de saneamiento de aguas residuales de la Comunidad de Madrid
- Decreto 78/1999 de 27 de mayo, por el que se regula el régimen de protección contra la contaminación acústica
- Decreto 326/1999, de 18 de noviembre, por el que se regula el régimen jurídico de los suelos contaminados de la Comunidad de Madrid y corrección de errores tipográficos en BOCM de 2 de Diciembre de 1999.
- Ley 2/2002 de 19 de Junio de Evaluación de Impacto Ambiental de la Comunidad de Madrid.
- Ley 5/2003, de 20 de marzo, de Residuos de la Comunidad de Madrid y modificación parcial por la Ley 62/2003, de 30 de diciembre, de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social.
- Ley 3/2007, de 26 de julio, de Medidas Urgentes de Modernización del Gobierno y la Administración de la Comunidad de Madrid.

Figura 19. Ejemplo del contenido de un Plan General. Normas Ambientales

### **Capítulo medidas para reducir el impacto de emisiones y vertidos**

#### **Residuos :**

- En todos los Planes Parciales y sus correspondientes Proyectos de Urbanización que desarrollen usos industriales se destinará un espacio de suelo para la construcción de un Centro de Recogida de residuos para la recepción, clasificación y transferencia de residuos, con capacidad suficiente para atender las necesidades de las instalaciones que puedan localizarse en el mismo. Este Centro de Recogida deberá ser gestionado por una empresa gestora. El tipo de residuos que gestionará se definirá en función del tipo de empresas que se instalen.
- En todos los Proyectos de Urbanización se establecerán las previsiones oportunas para la localización de contenedores de recogida de residuos.
- En los terrenos con expectativa de pronta urbanización en los que se abandone la explotación agrícola se procederá a interponer medidas que eviten el acceso a vehículos (cercas, vallas..) a fin de evitar vertidos incontrolados de escombros y otros residuos.
- Se promoverán iniciativas conjuntas de gestión de residuos en Áreas Industriales.
- El Ayuntamiento incluirá entre las condiciones de las licencias urbanísticas las determinaciones para la gestión de residuos peligrosos y no peligrosos que se generen.

#### **Vertidos**

- Los Planes de desarrollo del Sector deberán recoger expresamente la necesidad de que los vertidos industriales al sistema integral de saneamiento se adecuen a lo establecido en la Ley 10/1993, de 23 de octubre, de la Comunidad de Madrid, y en su normativa de desarrollo (Decreto 62/1994 de 16 de junio sobre normas complementarias). Dichas disposiciones habrán de tenerse en cuenta en los proyectos de urbanización del sector que habrán de garantizar la existencia o posible ubicación de arquetas o registros de efluentes, conforme a lo establecido en el artículo 27 de la citada Ley.
- Los Planes de desarrollo del Sector analizarán las alternativas de reutilización de aguas pluviales y los sistemas de regeneración necesarios.
- Cuando se impliquen variaciones en las condiciones de funcionamiento de los emisarios o las depuradoras de saneamiento de la Comunidad de Madrid de acuerdo al Decreto 170/1998, de 1 de octubre, todos los planes, proyectos o actuaciones de alcantarillado y todos los desarrollos urbanísticos deberán ser informados por la Comunidad de Madrid. Para ello, el Ayuntamiento enviará a la Consejería una memoria descriptiva del plan, proyecto o actuación, al menos tres meses antes de la aprobación municipal de los mismos, en la que incluirá obligatoriamente el cálculo justificativo de los caudales a conectar.
- No se permitirán fosas sépticas en suelo clasificado como urbano o urbanizable.

Figura 20. Ejemplo del contenido de un Plan General. Normas Ambientales

### **Capítulo Protección del suelo, de los recursos hidrológicos**

#### **Protección del suelo:**

- ❑ El Plan Parcial ha de prever y el Proyecto de Urbanización ejecutar las determinación sobre limpieza y descontaminación de los terrenos de forma previa al desarrollo de la nueva Área Empresarial.
- ❑ Los titulares de las licencias de obras serán responsables de la correcta gestión de los residuos y de las obligaciones dispuestas en el Real Decreto 105/2008, de 1 de Febrero.
  
- ❑ Quedan prohibidas las obras, construcciones o actuaciones que puedan dificultar el curso de las aguas en los cauces de ríos, arroyos, ramblas y barrancos, así como en los terrenos inundables durante las crecidas no ordinarias, sea cualquiera el régimen de la propiedad y la clasificación de los terrenos.
  
- ❑ Durante las fases constructivas se tendrá especial cuidado en garantizar la no afección al suelo evitando vertidos incontrolados o accidentales de grasas, aceites, y combustibles. El mantenimiento y entretenimiento de la maquinaria habrá de realizarse en instalaciones autorizadas a tal efecto. El caso de vertido accidental de sustancias contaminantes se procederá a su rápida limpieza mediante excavación selectiva y adecuada gestión como residuo.

#### **Protección de acuíferos:**

- ❑ No se autorizarán usos o instalaciones que puedan provocar filtración de materiales nocivos, insalubres o peligrosos sin las correspondientes medidas preventivas y de control.
- ❑ Los planes de desarrollo para *Usos Productivos* deberán incorporar un Plan de Seguimiento y Control de la calidad de suelos y aguas subterráneas que deberá ser implantado y gestionado por el Ayuntamiento o Entidad de Gestión, los cuales deberán remitir los informes periódicos a la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.
- ❑ Cuando la vulnerabilidad del acuífero sea elevada y la actividad presente un riesgo elevado como es el caso de depósitos de productos químicos, instalaciones de lixiviados, etc, en el Estudio de Impacto Ambiental de la Actividad se exigirá que se contemple específicamente la hipótesis de pérdida de fluido. El Proyecto técnico de la instalación incluirá medidas de protección adicionales de las que son exigibles por normas técnicas y que permitan la recuperación del fluido en caso de fuga.
- ❑ Se mantendrán perímetros de protección específicos para la implantación de Actividades Potencialmente Contaminantes del suelo en zonas muy vulnerables y cerca de embalses, lagos, lagunas y pozos de captación de agua.

Figura 21. Ejemplo del contenido de un Plan General. Normas Ambientales

### **Capítulo Protección Acústica (\*)**

- ❑ Se aplica la normativa estatal, Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido y Real Decreto 1367/2007, de 19 de Octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

#### *Zonificación Acústica*

*La delimitación de la extensión geográfica de un área acústica estará definida gráficamente por los límites geográficos marcados en un plano de la zona a escala mínima 1/5.000, o por las coordenadas geográficas o UTM de todos los vértices y se realizará en un formato geocodificado de intercambio válido.*

- ❑ Las Áreas Acústicas se clasifican, en atención al uso predominante del suelo:
  - Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.
  - Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial.
  - Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.
  - Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en el párrafo anterior.
  - Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera de especial protección contra la contaminación acústica.
  - Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen.
  - Espacios naturales que requieran una especial protección contra la contaminación acústica.
- ❑ Para el establecimiento y delimitación de los sectores del territorio y de las Áreas Acústicas, se tienen en cuenta los criterios y directrices que se describen en el anexo V del Real Decreto 1367/2007.
- ❑ El planeamiento de desarrollo incluirá todas las determinaciones necesarias para que en las Áreas Acústicas se cumplan los objetivos de calidad acústica de la Sección II Objetivos de Calidad Acústica del Real Decreto 1367/2007.

(\*) El contenido de este apartado, relativo a contaminación acústica, es aplicable a planeamiento general y planeamiento de desarrollo.

Figura 22. Ejemplo del contenido de un Plan General. Normas Ambientales

### **Capítulo Protección Acústica**

#### *Objetivos de Calidad Acústica del Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre*

1. En las áreas urbanizadas existentes se establece como objetivo de calidad acústica para ruido el que resulte de la aplicación de los siguientes criterios:

- Si en el área acústica se supera el correspondiente valor de alguno de los índices de inmisión de ruido establecidos en la tabla A, del anexo II del Real Decreto 1367/2007, su objetivo de calidad acústica será alcanzar dicho valor.
- En caso contrario, el objetivo de calidad acústica será la no superación del valor de la tabla A, del anexo II Real Decreto 1367/2007, que le sea de aplicación.

2. Para el resto de las áreas urbanizadas se establece como objetivo de calidad acústica para ruido la no superación del valor que le sea de aplicación a la tabla A del anexo II del Real Decreto 1367/2007, disminuido en 5 decibelios.

Se respetan los objetivos de calidad acústica establecidos, cuando, para cada uno de los índices de inmisión de ruido,  $L_d$ ,  $L_e$ , o  $L_n$ , los valores evaluados conforme a los procedimientos establecidos en el anexo IV del Real Decreto 1367/2007, cumplen, en el periodo de un año, que:

- Ningún valor supera los valores fijados en la correspondiente tabla A, del anexo II.
- El 97 % de todos los valores diarios no superan en 3 dB los valores fijados en la correspondiente tabla A, del anexo II.

#### *Zonas de Servidumbre Acústica*

- En la cartografía de zonificación acústica se reflejan las Zonas de Servidumbre Acústica destinadas a conseguir la compatibilidad del funcionamiento o desarrollo de las infraestructuras de transporte viario, ferroviario, aéreo y portuario, con los usos del suelo, actividades, instalaciones o edificaciones implantadas, o que puedan implantarse, en la zona de afectación por el ruido originado en dichas infraestructuras.
- El Plan incluye las siguientes determinaciones necesarias para conseguir la efectividad de las servidumbres acústicas en los ámbitos territoriales de ordenación afectados por ellas.
  - Prohibición del uso residencial, recreativo y de equipamientos en las zonas de servidumbre
  - Cualquier otro uso deberá incorporar en el planeamiento de desarrollo las medidas correctoras necesarias para el cumplimiento de los objetivos de calidad.

Figura 23. Ejemplo del contenido de un Plan General. Normas Ambientales



### **Capítulo Protección Acústica**

- ❑ Se aplican asimismo los criterios establecidos por el Decreto 78/1999, en materia de protección contra la contaminación acústica y se incorporan a las determinaciones urbanísticas del ámbito en la medida oportuna, considerando especialmente:
  - La ubicación, orientación y distribución interior de los edificios destinados a los usos más sensibles desde el punto de vista acústico se planificará con vistas a minimizar los niveles de inmisión en los mismos, adoptando diseños preventivos y suficientes distancias de separación respecto a las fuentes de ruido más significativas, y en particular, el tráfico rodado.
  - La asignación de usos generales y usos pormenorizados tiene en cuenta el principio de prevención de los efectos de la contaminación acústica y vela para que, en lo posible, no se superen los valores límite de emisión e inmisión establecidos en el Decreto 78/1999.
  - Se asegura la delimitación y tratamiento de las zonas verdes y espacios libres como áreas de ocio, diferenciándolas de los espacios de otro carácter, y en especial, de los elementos lineales de protección de infraestructuras. En cualquier caso, solo se califican como zonas verdes aquellas que se encuentren en Áreas de Sensibilidad Acústica tipo II, levemente ruidosas, según lo establecido en el Decreto 78/1999 de Ruido de la Comunidad de Madrid.

#### **Se realiza un estudio acústico que incorpora:**

- ❑ Planos que reflejan con suficiente detalle los niveles de ruido en ambiente exterior, tanto en la situación actual como en la previsible una vez acometida la urbanización.
- ❑ Los criterios de zonificación de usos adoptados a fin de prevenir el impacto acústico.
- ❑ Propuesta de calificación de áreas de sensibilidad acústica en el ámbito espacial de ordenación, de acuerdo con los usos previstos y las prescripciones de este Decreto.
- ❑ Medidas generales previstas en la ordenación para minimizar el impacto acústico.
- ❑ Limitaciones en la edificación y en la ubicación de actividades contaminantes por ruido y vibraciones a incorporar en las ordenanzas urbanísticas.
- ❑ Requisitos generales de aislamiento acústico de los edificios en función de los usos previstos para los mismos y de los niveles de ruido estimados en ambiente exterior.

Figura 24. Ejemplo del contenido de un Plan General. Normas Ambientales

### **Capítulo Protección Acústica**

*Zonificación de Áreas de Sensibilidad acústica según el Decreto 78/1999, de 27 de mayo*

#### **Ambiente exterior:**

**Tipo I: Área de silencio.** Zona de alta sensibilidad acústica, que comprende los sectores del territorio que requieren una especial protección contra el ruido. En ella se incluyen las zonas con predominio de los siguientes usos del suelo

- Uso sanitario.
- Uso docente o educativo.
- Uso cultural.
- Espacios protegidos.

**Tipo II: Área levemente ruidosa.** Zona de considerable sensibilidad acústica, que comprende los sectores del territorio que requieren una protección alta contra el ruido. En ella se incluyen las zonas con predominio de los siguientes usos del suelo:

- Uso residencial.
- Zona verde, excepto en casos en que constituyen zonas de transición.

**Tipo III: Área tolerablemente ruidosa.** Zona de moderada sensibilidad acústica, que comprende los sectores del territorio que requieren una protección media contra el ruido. En ella se incluyen las zonas con predominio de los siguientes usos del suelo:

- Uso de hospedaje.
- Uso de oficinas o servicios.
- Uso comercial.
- Uso deportivo.
- Uso recreativo.

**Tipo IV: Área ruidosa. Zona de baja sensibilidad acústica,** que comprende los sectores del territorio que requieren menor protección contra el ruido. En ella se incluyen las zonas con predominio de los siguientes usos del suelo:

- Uso industrial.
- Servicios públicos.

**Tipo V: Área especialmente ruidosa.** Zona de nula sensibilidad acústica, que comprende los sectores del territorio afectados por servidumbres sonoras en favor de infraestructuras de transporte (por carretera, ferroviario y aéreo) y áreas de espectáculos al aire libre.

Figura 25. Ejemplo del contenido de un Plan General. Normas Ambientales

*Título: Normas de protección ambiental*

### **Capítulo Protección Acústica**

*Zonificación de Áreas de Sensibilidad acústica según el Decreto 78/1999, de 27 de mayo (se trata de legislación específica para planeamiento de desarrollo).*

- ❑ Se delimitan las Áreas de Sensibilidad Acústica, y se clasifican en función de los usos del suelo designados. Así, los suelos destinados a equipamientos, en función del uso específico de equipamiento que se proponga, corresponden con la calificación de área de sensibilidad acústica Tipo I, Tipo II o Tipo III apropiada y no superarán en ningún caso los límites de emisión establecidos por el Decreto 78/1999, de manera que los suelos calificados para uso sanitario, uso docente o educativo y uso cultural, corresponden con recintos de suelo donde no se superan los niveles de ruido del área Tipo I.
- ❑ Los que se califican como uso Red Pública de Equipamiento de Zonas Verdes y Espacios Libres, en sus diversos niveles funcionales: Supramunicipal, General y Local, corresponden con recintos de suelo donde no se superan los niveles de ruido del área Tipo II.
- ❑ Las Áreas Empresariales en función de su uso (industrial o mixto) corresponden a recintos de suelo donde no se superan los niveles de ruido del área Tipo III o IV.
- ❑ Las zonas de transición, ya sean libres de edificación o construidas deben calificarse urbanísticamente conforme a los usos posibles al nivel sonoro del área de sensibilidad acústica correspondiente.

Figura 26. Ejemplo del contenido de un Plan General. Normas Ambientales

## ***El Plan Parcial***

El **Plan Parcial** desarrolla el Plan General o el Plan de Sectorización para establecer la ordenación pormenorizada de Ámbitos y Sectores completos, tanto en Suelo Urbano No Consolidado como en Suelo Urbanizable. Los Planes Parciales establecen nuevas urbanizaciones, operaciones de reurbanización y reforma (cambios de uso).

El **Plan Parcial** podrá modificar, para su mejora, cualesquiera determinaciones de ordenación pormenorizada establecidas por el Plan General sobre el ámbito o sector siempre que su modificación incremente la calidad ambiental de los espacios urbanos de uso colectivo o la mejora de las dotaciones públicas, sea mediante la ampliación de éstas o de la capacidad de servicio y funcionalidad de las ya previstas.

Los Planes Parciales se formalizarán, al menos, en la siguiente documentación:

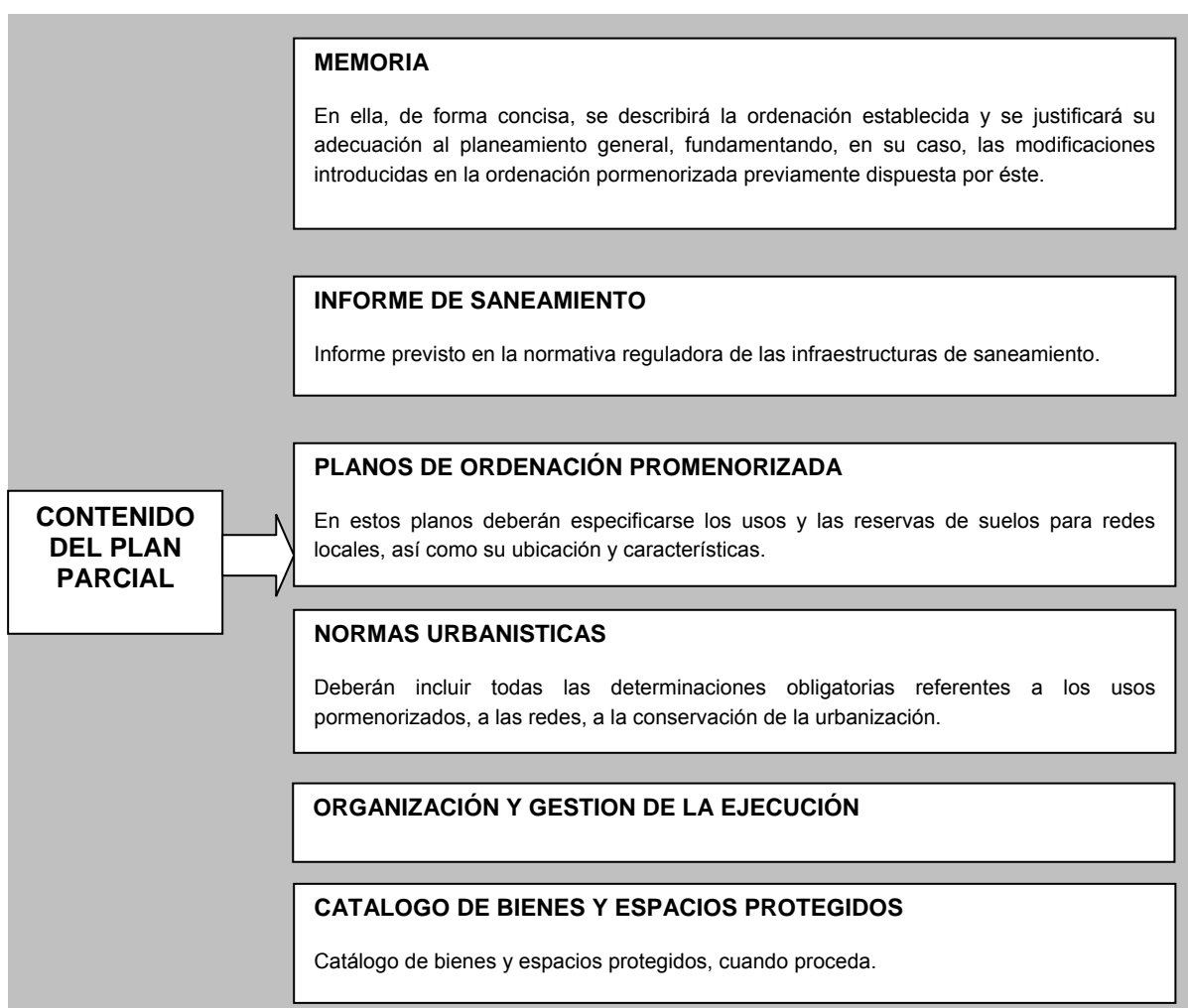


Figura 27. Contenido de un Plan Parcial regulado en la Ley 9/2001, de 17 de julio

---

El contenido del Plan Parcial, según la Ley 9/2001, de 17 de julio, debe contener:

- ❑ Las alineaciones y rasantes
- ❑ Se deberán definir las **condiciones** que deben cumplir las parcelas para su ejecución material.
- ❑ Para todo suelo edificable se establecerán las precisas condiciones sobre la edificación y **sobre la admisibilidad de los usos** que sean suficientes para determinar el aprovechamiento de cualquier parcela.
- ❑ Se **localizarán las reservas de suelo destinadas a los elementos de las Redes Públicas Locales**, en posiciones tales que se optimice su nivel de servicio y, en el caso de los espacios dotacionales, contribuyan a la revalorización perceptual del espacio urbano.
- ❑ Se delimitarán, en su caso, las unidades de ejecución que se juzguen convenientes para la mejor gestión de la ejecución, señalando a cada una el sistema de ejecución correspondiente.

Si el Plan Parcial desarrolla suelo urbanizable además debe contener otra documentación necesaria, citamos a continuación la más importante que puede afectar al presente trabajo por el tipo de contenidos.

- ❑ Estudios específicos necesarios y suficientes para la adecuada conexión, ampliación o refuerzo de todos y cada uno de los elementos de las Redes Públicas municipales y supramunicipales entre otros, depuración de agua, luz, teléfono, gas, residuos sólidos, correos, transportes públicos urbanos y regionales por carretera o ferrocarril.
- ❑ Verificación técnica, con informe preceptivo y autorización escrita de cada órgano competente sobre su capacidad, límites y compromisos, o contratos necesarios para garantizar el abastecimiento de la demanda de los servicios públicos.
- ❑ Estudio relativo a las infraestructuras de la red de saneamiento.
- ❑ Conexión y autonomía del sistema de transporte público garantizando la no sobrecongestión en caso límite de los transportes existentes, a partir de varias hipótesis de sobrecarga.
- ❑ Planes de alarma, evacuación y seguridad civil en supuestos catastróficos.

Cuando un Sector en Suelo Urbanizable sea un desarrollo urbanísticamente aislado, el Plan Parcial incluirá además una propuesta de ordenación global indicativa del desarrollo de los sectores que previsiblemente puedan limitar por todos los lados con el propuesto, mostrando la racionalidad, funcionalidad y efectos de su futura ampliación integrada en dicho conjunto superior y de su conexión con las redes municipales y

---

supramunicipales que, en relación con las previstas en el planeamiento general, estructuren y delimiten el mismo.

El Plan Parcial además del Sector, habrá de diseñar, en su caso los suelos destinados por el planeamiento general a redes públicas supramunicipales o generales, salvo que la Administración competente manifieste su intención de acometer su ordenación a través de un Plan Especial.

En conclusión, **es en las Normas Urbanísticas del Plan Parcial donde se deben regular** todas las obligaciones de protección ambiental. En los **Planos Ordenación de Usos Pormenorizados** se delimitarán las superficies destinadas para dotaciones ambientales, por ejemplo puntos limpios, depuradoras del área, espacios para redes de control de aguas subterráneas, instalaciones solares fotovoltaicas y cualquier otra que necesite una reserva de suelo. También se realizarán planos con los pozos existentes indicando cuales deben ser clausurados y sellados.

Si las dotaciones ambientales dan servicio a más de un desarrollo industrial se incluirán como Red General y se deben definir en el Plan General.

El contenido ambiental del Plan Parcial depende de los redactores, es función también de las ordenanzas del municipio y de la definición del Plan General en materia ambiental. En municipios donde existan ordenanzas ambientales muy desarrolladas bastará con hacer referencia a las mismas y detallar algunas particularidades, sin embargo en municipios donde no existan ordenanzas, o el Plan General no introduzca normativa ambiental el grado de desarrollo de la normativa urbanística del Plan Parcial deberá suplir estos déficits.

A modo de ejemplo se describen a continuación algunas pautas para redactar una normativa de un Plan Parcial en un capítulo referente a Normas de Protección del Medio Ambiente. Esta normativa de ejemplo es de carácter particular y por lo tanto deberá adaptarse a las condiciones de cada Área Empresarial.

**Capítulo**

**TRATAMIENTO DE DEPOSITOS DE VERTIDO (SI LOS HUBIERA EN LA ZONA DE DESARROLLO DEL PLAN PARCIAL) Y PROTECCIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS**

- ❑ En orden a la protección de los recursos subterráneos se cumplirán las normas establecidas por el *Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas, Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre que regula la eliminación de residuos mediante su depósito en vertedero, Plan Hidrológico del Tajo* y demás normativa en vigor.
- ❑ Deberán llevarse a cabo todas las medidas de carácter preventivo/corrector recogidas en el **Estudio de Situación de Calidad del Suelo** y estudios adicionales para el tratamiento de vertederos o zonas con vertidos ilegales, con antelación al sellado de los mismos, en relación con la red de control y seguimiento de la calidad de aguas subterráneas: ubicación de puntos, características constructivas de los mismos y periodicidades de muestreo y parámetros a determinar en las analíticas que se realicen a las muestras.
- ❑ El uso de aguas subterráneas requerirá autorización expresa de Confederación Hidrográfica correspondiente u organismo competente.
- ❑ Antes de la ejecución del sellado de los vertederos, se realizará una toma de muestras y análisis de las aguas subterráneas en los piezómetros situados aguas arriba y aguas abajo de los vertederos, que constituirán la red de control de contaminación de agua subterránea.
- ❑ Con objeto de garantizar la mínima afección a las aguas subterráneas en las zonas verdes, se deberá realizar un uso moderado de abonos, herbicidas y fungicidas en estas zonas. En todo caso, los fertilizantes empleados serán de asimilación lenta.
- ❑ Los pozos activos y abandonados municipales y particulares dentro del ámbito del Plan Parcial, deben reflejarse en la base de los planos de ordenación. En el caso de los pozos clausurados debe analizarse la posibilidad de su sellado. Las actuaciones de apertura o sellado de pozos deberán consultarse o notificarse previamente a la Confederación Hidrográfica del Tajo, como organismo competente en el Dominio Público Hidráulico.
- ❑ Con objeto de proteger y recargar los acuíferos, para el riego de parques y jardines de más de una hectárea de extensión se utilizarán aguas regeneradas procedentes de la lluvia de la calidad establecida en el *Real Decreto 1620/2007; de 7 de diciembre por el que se establece la reutilización de aguas depuradas*, su uso será obligado en el caso de instalaciones recreativas o deportivas con altos requerimientos hídricos.

Figura 28. Ejemplo de Contenido de un Plan Parcial Tratamiento de zonas de vertido

---

*Título: Normas de protección del medio ambiente. Plan Parcial*

**Capítulo**

**PROTECCIÓN DE CAUCES SUPERFICIALES**

- Los cauces en el ámbito de actuación se respetarán y mantendrán sin interceptar, para lo cual será necesario proponer pasos elevados de diseño adecuado.
- Se dimensionarán correctamente las obras de paso de las vías sobre los cauces de forma que se evita el efecto barrera-presa en la margen topográficamente más elevada de la misma, de conformidad con el estudio específico.

Figura 29. Ejemplo de Contenido de un Plan Parcial. Protección de cauces superficiales



*Título: Normas de protección del medio ambiente. Plan Parcial*

**Capítulo: CALIDAD DEL AIRE, EFECTO INVERNADERO, CONTAMINACION LUMINICA**

- ❑ El Proyecto de Urbanización definirá las obras de urbanización e infraestructura que permitirá el control e información sobre la calidad del aire, sobre la reserva de suelo delimitada desde este Plan Parcial.
- ❑ El Proyecto de Urbanización definirá la infraestructura eléctrica necesaria para posibilitar la implantación de un huerto de energía solar fotovoltaica en la parcela prevista en este Parcial. También definirá la infraestructura eléctrica necesaria para posibilitar la instalación de placas solares fotovoltaicas en las distintas naves industriales.
- ❑ Las naves industriales y para usos terciarios dispondrán de paneles solares térmicos para el agua caliente sanitaria.
- ❑ La red de alumbrado del Área se diseñará aplicando criterios de eficiencia y ahorro energético y evitando la contaminación lumínica producida por la difusión de luz artificial.
- ❑ Las instalaciones de alumbrado exterior deben estar dotadas de los correspondientes sistemas de encendido y apagado de forma que, al evitar la prolongación innecesaria de los períodos de funcionamiento, el consumo energético sea el estrictamente necesario. Las instalaciones deben llevar incorporados, sistemas de ahorro energético.
- ❑ Se cuidará el posicionamiento, el apuntamiento y la orientación de los aparatos de alumbrado, impidiendo la visión directa de las fuentes de luz. Se dirigirá la luz preferentemente en sentido descendente y no ascendente utilizando, en su caso, sistemas ópticos adecuados, deflectores, pantallas y paralúmenes para evitar la dispersión del haz luminoso con la finalidad de paliar en lo posible la luz intrusiva.
- ❑ Las instalaciones de alumbrado público dispondrán de un sistema que incorpore telegestión y programa de identificación y mantenimiento, o mecanismo similar para facilitar su control.

Figura 30. Ejemplo de Contenido de un Plan Parcial. Calidad del aire

**Capítulo: GESTIÓN DE RESIDUOS**

- ❑ a) Condiciones de vertederos temporales durante la ejecución de las obras de urbanización.

En fase de ejecución y con carácter vinculante, desde los Proyectos de Urbanización, se tratarán adecuadamente los residuos inertes que se generen durante la ejecución de las obras de urbanización, obras en general o de reordenación (escombros, cascotes, ...), proponiendo medidas correctoras en el desarrollo del Proyecto de Urbanización y un programa que garantice el control sobre los desechos y residuos sólidos (inertes y urbanos) que se generan durante las fases de construcción y funcionamiento.

- ❑ El proyecto de urbanización aportará anexo de estudio detallado del movimiento de tierras proyectado y del volumen y características de las tierras sobrantes, estableciéndose el correspondiente Estudio de Gestión de Residuos de Obra .

Los materiales procedentes de los movimientos de tierras generados como consecuencia de las obras, deberán quedar en el interior del ámbito del Plan Parcial, salvo excepciones debidamente justificadas.

La metodología de la gestión de dichos residuos, se desarrollará específicamente en todos los proyectos de obras que impliquen un movimiento de tierras potente, ya sea en la fase de explotación, como de ejecución.

Las solicitudes de licencia para los correspondientes usos productivo y terciario, estarán a lo dispuesto en la normativa vigente en materia de gestión de residuos de demolición y construcción *Real Decreto 105/2008 de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición.*

- ❑ Las operaciones de gestión de residuos sólidos urbanos y escombros y en su caso, traslado a vertedero al que se destinen los residuos, tanto sean realizadas por la Administración como por empresas especializadas, han de contar con todas las autorizaciones administrativas preceptivas que en cada caso correspondan.
- ❑ En el Proyecto de Urbanización deberán ejecutarse las zonas libres para situar contenedores separativos de residuos sólidos. La ubicación, cantidad y tipo de estos contenedores se realizará atendiendo a las distancias entre parcelas y superficie total urbanizada.
- ❑ En el Proyecto de Urbanización deberá ejecutarse la urbanización del Centro de Recogida de residuos del Área Empresarial. La gestión de la citada instalación corresponderá al organismo gestor del Área.

Figura 31. Ejemplo de Contenido de un Plan Parcial. Gestión de residuos

## **SUELOS**

- ❑ El **Informe de Caracterización de la Calidad del suelo** del Plan Parcial incluirá las siguientes medidas que deberán ejecutarse en el Proyecto de Urbanización y conservarse y gestionarse por la Entidad Gestora del Área:
  - Establecimiento de una Red compuesta por x piezómetros para controlar la calidad de las aguas subterráneas
  - Informe de Situación de la Calidad del suelo de acuerdo a la normativa vigente en las parcelas siguientes (citar parcelas en función de los estudios realizados)
- ❑ Según regula el Real Decreto 9/2005, de 5 de enero, los propietarios de los suelos en los que se haya desarrollado en el pasado alguna actividad potencialmente contaminante estarán obligados a presentar un **Informe de Situación de la Calidad del suelo** cuando se vaya a solicitar una licencia o autorización para el establecimiento de alguna actividad diferente de las actividades potencialmente contaminantes o que suponga un cambio de uso del suelo. Este informe será específico de la parcela en la que se haya desarrollado la Actividad Potencialmente Contaminante. En tal caso **se condicionará la licencia de obras y actividades a la realización del citado Informe de Situación de la Calidad del suelo** y, en su caso, de la limpieza y recuperación que puedan ser necesarios, de forma previa a su urbanización o edificación.
- ❑ No se podrán ejecutar desarrollos urbanísticos en los ámbitos que incluyan suelos contaminados. La limpieza y recuperación de un suelo declarado como contaminado deberá hacerse necesariamente de forma previa a su urbanización o edificación.
- ❑ Se retirará, almacenará y conservará la tierra vegetal retirada durante las obras de ejecución de los nuevos desarrollos, para su utilización en los procesos posteriores de revegetación y acondicionamiento de aquellas superficies no pavimentadas del ámbito de actuación, especialmente zonas verdes.
- ❑ Se evitará la compactación y erosión hídrica y eólica de la tierra vegetal, limitándose su tiempo de apilado.

Figura 32. Ejemplo de Contenido de un Plan Parcial. Suelos

**Capítulo: DEPURACIÓN Y REGENERACION DE AGUAS RESIDUALES**

- ❑ De acuerdo a la ubicación y tipología del Área Empresarial, a las infraestructuras de saneamiento existentes, a la cercanía a cursos de agua e Informes de Saneamiento (elaborados sobre la base de la normativa vigente)\* se deciden los tratamientos más sostenibles para el ciclo integral del agua, que deben considerar la reutilización de aguas pluviales y si fuera necesario la depuración de aguas residuales de forma previa al vertido. (Consultar Volumen II de la Guía Capítulo 1.2. Gestión Integral del agua).
- ❑ El Proyecto de Urbanización definirá la infraestructura que permitirá la depuración de las aguas residuales, sobre la reserva de suelo delimitada desde este Plan Parcial. (En el caso de que la alternativa escogida para el ciclo del agua incluya un tratamiento in situ).
- ❑ El Proyecto de Urbanización definirá el nivel de depuración y especificará el tratamiento al que se van a someter las aguas sanitarias, para lo que se aplicarán los parámetros de referencia de la legislación sectorial que marca el límite a partir del cual se pueda permitir reincorporar esas aguas al ciclo hidrológico ( o en su caso a la red de saneamiento).
- ❑ Las aguas pluviales deberán ser regeneradas para uso de riego y baldeo para lo que se aplicarán los parámetros de referencia de la legislación sectorial que marca el límite a partir del cual se pueda permitir reincorporar esas aguas al ciclo hidrológico. El Proyecto de Urbanización definirá las infraestructuras que permitirán la regeneración de las aguas pluviales, sobre la reserva de suelo delimitada desde el Plan Parcial
- ❑ El proyecto de urbanización diseñará las siguientes redes separativas (siempre que se opte por la regeneración y reutilización):
  - Red de recogida de aguas pluviales
  - Red de recogida de aguas sanitarias
  - Red de distribución de agua potable
  - Red de distribución de agua regenerada para riego y otros usos industriales

*(\*)Tal y como se establece en el Decreto 170/1998, de 1 de octubre, en su artículo 7, “todos los planes, proyectos o actuaciones de alcantarillado y todos los desarrollos urbanísticos deberán ser informados por la Comunidad de Madrid, cuando impliquen variación en las condiciones de funcionamiento de los emisarios o las depuradoras. Para ello, el Ayuntamiento enviará a la Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Regional una memoria descriptiva del plan, proyecto o actuación, al menos tres meses antes de la aprobación municipal de los mismos, en la que incluirá obligatoriamente el cálculo justificativo de los caudales a conectar.”*

Figura 33. Ejemplo de Contenido de un Plan Parcial. Depuración y regeneración de aguas residuales

*Título: Normas de protección del medio ambiente. Plan Parcial*

**Capítulo: ZONAS VERDES(\*)**

- ❑ El desarrollo de las zonas verdes y espacios libres ha de ejecutarse conjuntamente con la urbanización. Estos espacios ya sean pertenecientes a las redes locales o las generales deberán ser diseñados por el planeamiento de desarrollo, con definición detallada en un proyecto de urbanización.
- ❑ En la configuración de los espacios libres, la vegetación arbórea y arbustiva con especies autóctonas correspondientes a la serie climática del municipio o con especies rústicas de bajo mantenimiento capaces de soportar condiciones temporales de sequía, ocupará la mayor parte de la superficie.
- ❑ Se mantendrá la vegetación existente dentro de las áreas ajardinadas y espacios libres de los ámbitos y parcelas, especificando la aplicación de la Norma Granada (aprobada para su aplicación en el ámbito de la Comunidad de Madrid por Acuerdo del Consejo de Gobierno de 7/11/01), como criterio de valoración del arbolado ornamental, para aquellos ejemplares que hubiesen de ser eliminados por causa justificada.
- ❑ El ajardinamiento incluirá árboles, arbustos, subarbustos y plantas vivaces minimizándose el uso de césped.
- ❑ Las cubiertas vegetales de plantas subarbusivas y tapizantes se pueden utilizar para acentuar la separación entre calzadas o bandas de circulación, sobre medianas o en los bordes de las aceras.
- ❑ Se prohibirá la utilización de céspedes tapizantes de altos requerimientos hídricos, a fin de favorecer un menor consumo de agua.
- ❑ En todo proyecto de plantación de arbolado viario se debe prever espacio suficiente para que el árbol pueda desarrollarse tanto en su medio aéreo como subterráneo, teniendo en cuenta la distancia entre árboles, y entre éstos y las edificaciones, y debe comprobarse que los servicios infraestructurales no se vean afectados por las raíces ni que condicionen su desarrollo.

(\*) El Plan Parcial, además de los suelos del Sector, habrá de diseñar en su caso los suelos destinados por el planeamiento general a redes públicas supramunicipales o generales, salvo que la administración manifieste su intención de acometer su ordenación a través de un Plan Especial.

Figura 34. Ejemplo de Contenido de un Plan Parcial. Zonas verdes

---

### **5.1.3 Tramitación Ambiental de los documentos de ordenación**

La introducción de medidas preventivas en los instrumentos de ordenación de Áreas Empresariales debe realizarse durante su tramitación ambiental, reflejándose las determinaciones ambientales en la **Memoria Ambiental**.

La entrada en vigor de la Ley 9/2006, de 28 de abril, sobre **Evaluación de los Efectos de Determinados Planes y Programas en el Medio Ambiente** supone la aparición de un nuevo marco legal para los procedimientos de evaluación ambiental de documentos de planeamiento.

Según esta Ley son objeto de evaluación ambiental, los planes y programas, así como sus modificaciones, que puedan tener efectos significativos sobre el medio ambiente y que cumplan los dos requisitos siguientes:

- ❑ Que se elaboren o aprueben por una Administración pública.
- ❑ Que su elaboración y aprobación venga exigida por una disposición legal o reglamentaria o por acuerdo del Consejo de Ministros o del Consejo de Gobierno de una comunidad autónoma.

Se entiende que tienen efectos significativos sobre el medio ambiente aquellos planes y programas que tienen cabida en alguno de los siguientes supuestos:

1- Los que establezcan **el marco para la futura autorización de proyectos legalmente sometidos a evaluación de impacto ambiental** en las siguientes materias: agricultura, ganadería, silvicultura, acuicultura, pesca, energía, minería, industria, transporte, gestión de residuos, gestión de recursos hídricos, ocupación del dominio público marítimo terrestre, telecomunicaciones, turismo, ordenación del territorio urbano y rural, o del uso del suelo.

2- Los que **requieran una evaluación conforme a la normativa reguladora de la Red Ecológica Europea Natura 2000**, regulada en la Ley 47/2007 de 14 de diciembre, sobre Patrimonio Natural y Biodiversidad.

Se someterán, asimismo, a evaluación ambiental cuando se prevea que puedan tener efectos significativos en el medio ambiente:

- a) Los planes y programas que establezcan el uso de zonas de reducido ámbito territorial.
- b) Las modificaciones menores de planes y programas.
- c) Los planes y programas distintos a los previstos en el apartado 1 anterior

---

El artículo 4 de la Ley establece que en estos tres últimos casos el órgano ambiental determinará si un plan o programa, o su modificación, debe ser objeto de evaluación ambiental. Para ello, se consultará previamente al menos a las Administraciones públicas afectadas.

Tal determinación podrá realizarse bien caso por caso, bien especificando tipos de planes y programas, bien combinando ambos métodos. En la Comunidad de Madrid actualmente se realiza caso por caso.

Por lo tanto, según esta Ley deben someterse a Evaluación Ambiental:

- ❑ El Planeamiento urbanístico general. Incluyendo sus revisiones y modificaciones
- ❑ El Planeamiento de desarrollo. Por ejemplo un Plan Parcial de una zona industrial es un documento que establece un marco para la futura autorización de proyectos sometidos a Evaluación de Impacto (como son gran parte de las industrias), en consecuencia el Plan debe someterse a Evaluación Ambiental.

Si existiera alguna duda con respecto a los proyectos que se fueran a implantar en el Área Empresarial, en todo caso, **corresponde al órgano ambiental determinar caso por caso si un Plan Parcial o un Plan Especial** debe someterse o no al procedimiento de Evaluación Ambiental.

El nuevo procedimiento administrativo aplicable en este proceso de evaluación ambiental presenta los siguientes pasos característicos:

- ❑ Redacción, por parte del órgano promotor (administración) de un **Documento de Iniciación del Trámite Ambiental** para ser remitido al órgano ambiental.
- ❑ A la vista de la documentación aportada, por aplicación del artículo 4 de la Ley 9/2006, de 28 de abril, el órgano ambiental efectuará **un supuesto caso por caso** para determinar la necesidad de la aplicación o no del procedimiento de evaluación ambiental sobre el plan.
- ❑ En caso de valorar innecesario el sometimiento del plan al procedimiento definido por la Ley 9/2006, de 28 de abril, el órgano ambiental devolverá la documentación al órgano promotor, **previo informe justificado**.
- ❑ En caso de considerar preceptiva la aplicación del procedimiento de evaluación ambiental, la elaboración, por parte del órgano ambiental, en un plazo de 3 meses, de un **Documento de Referencia**. Para su redacción se realizarán consultas a Administraciones afectadas y público interesado, a las que se dará un plazo de 30 días para contestar. En este documento se determinará:

- 
- Amplitud y detalle del Informe de Sostenibilidad Ambiental.
  - Definición de las modalidades, la amplitud y los plazos de información y consulta.
  - Identificación de las Administraciones Públicas afectadas y público interesado.
- Redacción, por parte del órgano promotor, **del Informe de Sostenibilidad Ambiental**, que junto con la versión preliminar del plan, será sometido a información pública y consultas a administraciones afectadas y público interesado, según las modalidades, amplitud y plazos señalados por el órgano ambiental que será como mínimo de 45 días.
  - La Ley 5/2003, de 20 de marzo, de Residuos de la Comunidad de Madrid completa el contenido de la documentación a aportar en la tramitación del Plan en materia de contaminación de suelos.

En concreto el artículo 61 regula la obligatoriedad de realización de un **Informe de Caracterización de la calidad del suelo**.

*Artículo 61. Relación con el Planeamiento Urbanístico.*

*1-Entre la documentación a aportar en la tramitación de los Planes Urbanísticos deberá incluirse un Informe de caracterización de la calidad del suelo en el ámbito a desarrollar en orden a determinar la viabilidad de los usos previstos. Dicho Informe se incluirá en el Estudio de Incidencia ambiental<sup>3</sup> a que se refiere el artículo 15 de la Ley 2/2002, de 19 de junio, de Evaluación Ambiental de la Comunidad de Madrid.*

*2-No se podrán ejecutar desarrollos urbanísticos en los ámbitos que incluyan suelos contaminados.*

El Contenido de este Informe de Caracterización de la calidad del suelo se detalla en el apartado 5.1.4.

- La Memoria Ambiental analizará el proceso de evaluación, el Informe de Sostenibilidad Ambiental y el proceso de consultas realizadas y como se han tomado en consideración, así como la previsión de los impactos significativos del Plan. Esta Memoria contendrá las determinaciones finales que deban incorporarse a la propuesta del Plan o Programa.
- Redacción, por parte del órgano promotor, del documento del Plan para su aprobación inicial.

---

<sup>3</sup> Esta denominación de la Ley 2/2002, de 19 de Junio, se considera equivalente al Informe de Sostenibilidad Ambiental de la Ley 9/2006, de 28 de abril.



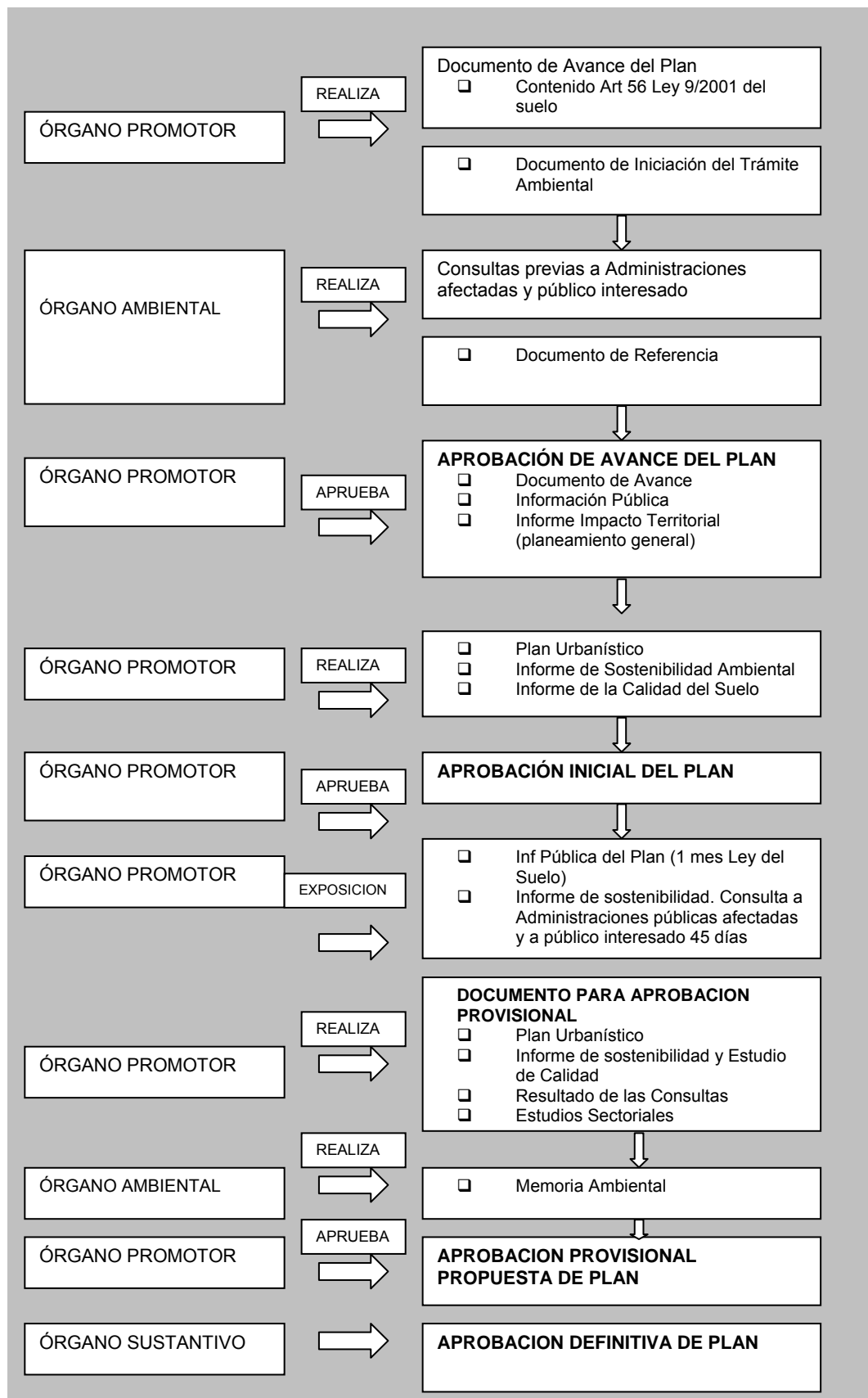


Figura 35. Tramitación Ambiental y tramitación de aprobación del Plan

---

#### **5.1.4 Informe de Caracterización de la calidad del suelo**

La Ley 5/2003, de 20 de mayo, de residuos de la Comunidad de Madrid, establece, en su artículo 6.1, la obligación de incluir un informe de **Caracterización de la Calidad del Suelo**, entre la documentación a aportar en la tramitación de los planes urbanísticos, con el objetivo de determinar la viabilidad de los usos previstos. Dicho Informe debe incluirse en el Informe de Sostenibilidad Ambiental a que se refiere el artículo 8 de la Ley 9/2006, de 28 de abril. Complementariamente con lo establecido en la ley de residuos citada, el Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, establece en su artículo 3.5 que los propietarios de los suelos en los que se haya desarrollado en el pasado alguna actividad potencialmente contaminante están obligados a presentar informes de situación cuando suponga un cambio de uso del suelo.

El objetivo del **Informe** es, en primer lugar, determinar si los suelos presentan indicios de afección; en caso afirmativo, el informe se orientará a delimitar el alcance de la misma y los trabajos necesarios para su recuperación. Si, por el contrario, no se detectaran indicios de afección, el informe deberá definir, en su caso, el “blanco ambiental” de la situación preoperacional, que deberá emplearse como base de comparación ante episodios de contaminación que pudieran darse en el futuro.

El área geográfica a la que deben extenderse los trabajos de caracterización incluye todos aquellos ámbitos para los que el planeamiento establezca **un cambio de uso del suelo**, independientemente de su clase. Igualmente deben abarcar aquellas zonas que pudieran determinarse desde la Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio.

La Comunidad de Madrid tiene establecidas Directrices por las cuales este Informe de Caracterización de la calidad del Suelo se desarrolla en dos Fases.

##### ***Fase I: Estudio Histórico y del Medio Físico***

El **Informe de Sostenibilidad** que acompañe al documento a someter a Evaluación Ambiental de todo **Plan General** (incluyendo sus modificaciones) o **Plan de Sectorización** incluirá un **Estudio Histórico y del Medio Físico**.

En esta fase se definen las principales características del medio físico incluido dentro de los ámbitos de estudio, así como los antecedentes de actividades potencialmente contaminantes.

El Contenido exigido actualmente para este **Estudio de la Calidad** del suelo en esta Fase General del Planeamiento Urbanístico es el siguiente:

- Objetivos y ámbito del estudio.

- 
- ❑ Mapa topográfico a escala adecuada.
  - ❑ Contexto geológico.
  - ❑ Identificación de las unidades hidrogeológicas que puedan verse afectadas y caracterización hidrogeológica básica de las mismas (tipo de acuífero, profundidad al agua subterránea, permeabilidad, dirección de flujo, etc.). Identificación de puntos de agua (presencia de pozos, sondeos, manantiales, y otros puntos de agua; usos de los mismos, etc.). Relaciones entre aguas subterráneas y aguas superficiales esperadas.
  - ❑ Estudio histórico de los ámbitos de estudio y sus inmediaciones a partir de datos y cartografía histórica y fotografías aéreas (vuelos 1956, 1968, 1975, 1980, 1985, 1990, 1995, 2001, 2006 y sucesivos). Deberán localizarse sobre las fotografías aéreas tanto los límites de los ámbitos en estudio como los emplazamientos potencialmente conflictivos.
  - ❑ Propuesta del planeamiento sobre los usos futuros del suelo.
  - ❑ Descripción de los nuevos usos que se van a llevar a cabo, con identificación de los elementos potencialmente contaminantes del suelo.
  - ❑ Planos que muestren la clasificación y calificación urbanística vigentes, así como planos que especifiquen la clasificación y calificación urbanística (especificando, al menos, usos globales) del planeamiento propuesto.
  - ❑ Planos con el contenido correspondiente: Delimitación de los ámbitos objeto de estudio, y localización de los emplazamientos y/o actividades potencialmente contaminantes.
  - ❑ Conclusiones y recomendaciones, incluyendo los trabajos complementarios que se consideren necesarios.

Las conclusiones que se obtengan se incluirán en la fichas urbanísticas y normativa que se contengan en el documento a someter a Evaluación Ambiental, de forma que, cuando corresponda, se establezca como condición para los documentos de aprobación de los Planes Parciales la inclusión del correspondiente Estudio de Caracterización Analítica (Fase II).

### ***Fase II: Caracterización Analítica***

En esta fase deberá determinarse, según proceda, el blanco ambiental de la situación preoperacional o la naturaleza de las afecciones que hayan podido sufrir los suelos objeto de estudio.

Para ello, en aquellos **Planes de Sectorización** para los que los estudios de la Fase I hayan establecido tal obligación, el documento que se someta a Evaluación Ambiental deberá incluir un **Estudio de Caracterización Analítica**.

---

Igualmente, deberá incluirse dicho estudio en el documento de aprobación inicial de los **Planes Parciales que desarrollen ámbitos para los que el Plan General** estableciera dicha obligación en las fichas urbanísticas correspondientes.

Por último, en el caso de **Planes Generales que incluyan ordenación pormenorizada**, el documento que se someta a **Evaluación Ambiental** incorporará entre su contenido un **Estudio de Caracterización Analítica** en aquellos casos en los que las conclusiones de la Fase I así lo establezcan.

Este documento incluirá, al menos, la siguiente información:

- Definición y justificación de la estrategia de muestreo. La justificación se realizará en base a la información obtenida en el Estudio Histórico y del Medio Físico y a la vulnerabilidad de las aguas subterráneas, así como a la relativa a los nuevos usos propuestos. En lo referente a éstos últimos, se distinguirán:
  - las zonas que albergarán en superficie elementos potencialmente contaminantes, donde el muestreo deberá ir enfocado a las áreas más superficiales y en su caso a las aguas subterráneas
  - zonas con depósitos enterrados, donde el muestreo se orientará hacia los niveles localizados por debajo de los futuros tanques;
  - zonas en las que tras el análisis previo de información e inspección ocular no se determinen indicios de contaminación, en las que se realizará una toma de muestras superficial.

En todo caso, se reflejará sobre cartografía a escala adecuada la ubicación de los puntos en los que se realice la toma de muestras.

- Descripción del procedimiento de muestreo, justificación del programa analítico empleado y resultados de las analíticas de laboratorio. Para la recogida de las muestras y la ejecución de los análisis se seguirán protocolos de aceptación generalizada o basados en normas nacionales o internacionales en vigor.
- El programa analítico se justificará en base a las características de las potenciales afecciones detectadas en el Estudio Histórico y del Medio Físico y/o de los contaminantes que pudieran liberarse como consecuencia de los nuevos usos propuestos. En general, y a falta de una justificación caso por caso, deben estar valoradas todas las familias ante el uso futuro potencial de cualquiera de ellas (familias de contaminantes reguladas en el RD 9/2005 y metales pesados - As, Cu, Cr, Co, Cd, Ni, Pb, Hg, Zn).
- Interpretación de los resultados y elaboración del informe. Los resultados analíticos de las muestras de suelos se compararán con los niveles de referencia establecidos en los anexos del Real Decreto 9/2005, de 14 de enero y en la Orden 2770/2006,

---

de 11 de agosto (modificada por la orden 761/2007, de 2 de abril) por la que se procede al establecimiento de niveles genéricos de referencia de metales pesados y otros elementos traza en suelos contaminados de la comunidad de Madrid. En el caso de parámetros para los que la citada norma no establezca niveles de referencia se utilizarán otras normativas de análoga eficacia tanto nacionales como internacionales, justificando la elección. Los resultados de las analíticas que se realicen a las muestras de agua subterránea que pudieran recogerse se compararán con la legislación propia de aguas o, en su caso, y con carácter transitorio en tanto no se definan los objetivos de calidad previstos en la Directiva 2000/60, con otros niveles de uso generalizado, justificándose la elección, preferentemente los establecidos en la legislación holandesa que han sido tradicionalmente los más usados en España

- En el caso de demostrarse la presencia de contaminación, **se realizará una posterior investigación detallada** que defina con precisión el alcance de la afección, así como las recomendaciones de actuaciones necesarias junto con una estimación de su coste.
  
- Sin perjuicio del contenido de los informes de la Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio sobre la caracterización de suelos que deba realizarse según lo señalado hasta aquí, de acuerdo con el epígrafe 71 del Anexo Cuarto de la Ley 2/2002, de 19 de junio, de Evaluación Ambiental de la Comunidad de Madrid, cada proyecto concreto de **descontaminación de suelos** se someterá a un estudio caso por caso por parte de la Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio, que decidirá, en virtud del artículo 6 de la misma Ley, si el proyecto debe o no debe someterse a un procedimiento ambiental y, en caso afirmativo, a cual de los definidos en la citada norma deberá someterse. Deberá, por tanto, añadirse esta referencia a la documentación correspondiente de cualquier instrumento de planeamiento que incluya emplazamientos para descontaminar.

---

### **5.1.5 Estudio sobre la generación y la gestión de los residuos urbanos**

El artículo 16 de la Ley 5/2003 de 20 de marzo, de Residuos de la Comunidad de Madrid establece que los instrumentos de Planeamiento urbanístico de las Entidades Locales sometidos al Procedimiento de Evaluación Ambiental de planes deberán incluir un Estudio sobre la generación y la gestión de los residuos urbanos, que en todo caso deberá ser concordante con los planes autonómicos y locales de residuos, en el territorio objeto de planeamiento. En este sentido, deberá tenerse en cuenta el *Plan Regional de Residuos Urbanos 2006-2016*, recogido en la *Estrategia de Residuos de la Comunidad de Madrid*, cuya aprobación por acuerdo del Consejo de Gobierno fue publicado en el B.O.C.M. con fecha 5 de noviembre de 2007.

A este respecto el estudio sobre la generación y gestión de los residuos urbanos, que acompañe al documento que se someta a informe definitivo de Análisis Ambiental, deberá cumplir las siguientes prescripciones:

- ❑ Debe quedar garantizado el incremento de la capacidad de tratamiento de los RSU, previo a la aprobación del planeamiento de desarrollo de los nuevos sectores.
- ❑ El destino de los residuos inertes producidos en los nuevos desarrollos, deberá cumplir lo dispuesto en el Plan Regional de Residuos de construcción y Demolición 2006-2016, recogido en la Estrategia de Residuos de la Comunidad de Madrid. Y así se hará constar en el documento.
- ❑ En cumplimiento del artículo 30 de la Ley 5/2003 de 20 de marzo, de Residuos de la Comunidad de Madrid, el documento de planeamiento contendrá la previsión de los terrenos idóneos y las medidas adecuadas para la implantación de un centro de recogida de residuos no peligrosos en los nuevos sectores de suelo industrial.


---

## 5.2 Conclusiones y recomendaciones

A continuación se incluyen las principales conclusiones y algunas recomendaciones que pueden servir de referencia en el momento de redactar los documentos de planeamiento.

### 5.2.1 Conclusiones generales:

<b>Usos y consumo</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>❑ Utilizar criterios de diseño que causen el menor impacto ambiental posible (mínimos movimientos de tierras, compensación de desmontes y terraplenes, recuperación de las capas de tierra vegetal para la creación de zonas verdes).</li><li>❑ Antes de consumir nuevas zonas para zonas industriales, analizar las alternativas al Plan General en curso mediante la recuperación de zonas interiores al entorno construido, intentando evitar el crecimiento disperso.</li><li>❑ Definir los límites y proyectar el borde del Área Empresarial, tanto en sus aspectos de integración en el paisaje como de uso, para evitar que se convierta en un espacio caótico ocupado por todo aquello que no tiene cabida en la zona industrial.</li><li>❑ Rehabilitación de polígonos industriales deteriorados teniendo en cuenta aspectos de la urbanización (dotaciones adecuadas a las necesidades ambientales, recuperación de espacios para uso público), arquitectónicos (rehabilitación de edificios, recuperación de naves existentes), sociales (implicación de asociaciones de empresarios en las decisiones adoptadas) y económicas (implantación y fomento de la actividad industrial).</li></ul>
<b>Espacios Naturales</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>❑ Proteger y preservar las zonas de mayor valor ecológico o fragilidad y en especial todos los Espacios Protegidos.</li><li>❑ No alterar los corredores entre las áreas protegidas y las zonas verdes producto del planeamiento con el fin de evitar la fragmentación de los espacios naturales.</li></ul>
<b>Gestión del agua</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>❑ Ejecutar por separado las redes de saneamiento y de recogida de aguas pluviales y fomentar la regeneración y reutilización de pluviales.</li><li>❑ Asegurar que el vertido a cauces o saneamiento cumple las condiciones necesarias exigidas. Reservar suelo para, en caso necesario, construir plantas depuradoras</li><li>❑ Fomentar la reutilización de aguas residuales para usos secundarios. Reservar suelo para instalar plantas regeneradoras de agua. Adecuar la calidad de agua para cada uso concreto, ajustando las condiciones de calidad de cada agua al uso final que se le va a dar, con el fin de evitar el incremento de demanda de agua potable.</li><li>❑ Diseño de redes de conducción que permitan la recirculación del recurso para usos sucesivos, por ejemplo aguas de lavado, riego, etc.), así como incluir criterios de diseño de jardinería autóctona o ahorradora de agua.</li></ul>

<b>Gestión de la energía</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Facilitar o exigir la inserción de instalaciones de energías renovables en las naves, especialmente placas solares tanto para usos propios, como la iluminación general, la calefacción o el agua caliente sanitaria, como para la incorporación de energía a la red, equilibrando el impacto de las fuentes de energías no renovables de las nuevas áreas.</li> <li><input type="checkbox"/> Promover la autogeneración conjunta mediante energías renovables, por ejemplo vía huertos solares.</li> <li><input type="checkbox"/> Adaptar la planificación urbanística a los aspectos microclimáticos del territorio a todas las escalas (diseño de las Áreas Empresariales, orientación de los edificios, arquitectura bioclimática pasiva, etc.).</li> <li><input type="checkbox"/> Promover sistemas de ahorro energético en la urbanización, iluminación, semáforos.</li> </ul>
<b>Gestión de residuos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Reservar zonas bien ubicadas para la recogida de los residuos urbanos y asimilables fomentando la recogida selectiva mediante Áreas de Aportación.</li> <li><input type="checkbox"/> Reservar suelo para instalar Centros de Recogida de los residuos industriales.</li> <li><input type="checkbox"/> Prever la gestión de los residuos de construcción y demolición, evitando la proliferación de puntos incontrolados de vertido en parcelas vacantes y restaurando aquellos que aparezcan.</li> </ul> 
<b>Protección del suelo y de las aguas subterráneas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Ubicación preferente en zonas de baja vulnerabilidad a las aguas subterráneas.</li> <li><input type="checkbox"/> Estudio de Caracterización de calidad de suelos.</li> <li><input type="checkbox"/> Informes de Situación en parcelas antiguamente ocupadas por Actividades Potencialmente Contaminantes del Suelo.</li> <li><input type="checkbox"/> Descontaminación previa de suelos contaminados por antiguos usos industriales y recuperación ambiental para su reutilización.</li> <li><input type="checkbox"/> Reserva de suelo para redes de Control de la Calidad de Aguas Subterráneas.</li> <li><input type="checkbox"/> Evitar o minimizar en lo posible los riesgos de inundaciones, movimientos de laderas, colapsos de subsuelo, incendios forestales u otros riesgos naturales.</li> </ul>



<p><b>Zonas verdes</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❑ Se asegurará la delimitación y tratamiento de las zonas verdes y espacios libres como zonas de ocio, diferenciándolas de los espacios de otro carácter, y en especial de los elementos lineales de protección de infraestructuras. En cualquier caso solo podrán calificarse como zonas verdes aquellas que se encuentren en áreas de sensibilidad acústica tipo II, levemente ruidosas, según lo establecido en el Decreto 78/1999 de ruido de la Comunidad de Madrid.</li> <li>❑ Se recomiendan especies de arbolado resistentes, de fácil mantenimiento y bajo consumo de agua, en general especies autóctonas y con amplio uso en las zonas próximas. Se alternarán diferentes especies con el fin de mitigar posibles afecciones de plagas, procurando en todo caso que sean resistentes y de fácil conservación.</li> <li>❑ Las zonas de parques y jardines se articularán creando una red conectada entre sí y con la red de zonas verdes del municipio.</li> <li>❑ El desarrollo de las zonas verdes y espacios libres ha de ejecutarse conjuntamente con la urbanización. Estos espacios ya sean pertenecientes a las redes locales o las generales deberán ser diseñados por el planeamiento de desarrollo, con definición pormenorizada en un proyecto de obra.</li> </ul>
<p><b>Movilidad</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❑ Fomentar la diversidad de usos y conexiones con las zonas urbanas, teniendo en cuenta el concepto de proximidad.</li> <li>❑ Priorizar el diseño de Áreas Empresariales razonablemente compactas, con densidad suficiente para hacer viables los sistemas de transporte público.</li> <li>❑ Garantizar la buena accesibilidad peatonal y ciclista, conectando con los espacios urbanos existentes.</li> <li>❑ Planificar las rutas de circulación de tráfico pesado por aquellas que menos perjudiquen a las poblaciones cercanas.</li> <li>❑ Planificar rutas de autobús por el interior de las Áreas.</li> </ul> <div data-bbox="443 1272 1169 1962" style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin-top: 10px;"> </div>

---

## 5.2.2 Recomendaciones concretas

### Tamaño del Área Empresarial

Una de las características esenciales se refiere al tamaño del Área Empresarial ya que el mismo determina varios factores:

- Capacidad para albergar mayor o menor número de empresas
- Superficie para elementos comunes
- Tamaño de parcelación
- Viabilidad de sistemas de gestión

El tamaño depende del terreno disponible y de la orografía. En general para la implantación de servicios comunes con mayor rentabilidad económica son preferibles Áreas Empresariales de tamaño relativamente grande. Las posibilidades de realización de proyectos comunes se ve favorecida por la masa crítica de empresas. Por ejemplo para la implantación de sistemas de gestión avanzados, del tipo de los indicados en el apartado 6 se pueden poner en práctica a partir de unas 125-150 empresas, lo cual supone una superficie mínima superior a 400.000 m<sup>2</sup>.

En la Comunidad de Madrid el tamaño de las Áreas Empresariales es el siguiente:

Tamaño	Superficie (m <sup>2</sup> )	Nº Áreas	%
Muy Pequeñas	<50.000	112	24%
Pequeñas	[50.000 - 150.000)	137	30%
Medianas	[150.000 - 350.000)	101	22%
Grandes	350.000-600.000	176	12%
Muy Grandes	mayor 600.000	57	12%

Tabla 4. Distribución de tamaños de las Áreas Empresariales existentes en la Comunidad de Madrid

(Fuente: Elaboración propia a partir de información facilitada por el IMADE)

Tamaño	Superficie (m <sup>2</sup> )	Nº Áreas	%
Muy Pequeñas	<50.000	34	15%
Pequeñas	[50.000 - 150.000)	53	24%
Medianas	[150.000 - 350.000)	60	27%
Grandes	350.000-600.000	29	13%
Muy Grandes	mayor 600.000	45	20%

Tabla 5. Distribución de tamaños de las Áreas Empresariales Proyectadas en la Comunidad de Madrid

(Fuente: Elaboración propia a partir de información facilitada por el IMADE)

Se observa una evolución hacia la ampliación del tamaño de las Áreas Empresariales proyectadas lo cual es positivo ya que favorece la implantación de servicios y equipamientos comunes.

En conclusión, es preferible el diseño de Áreas Empresariales con tamaños superiores a los 400.000 m<sup>2</sup>. También es posible unir varias Áreas Empresariales próximas en un modelo de gestión común.

### Densidad:

El disponer de Áreas de densidad elevada (ratio alto de trabajadores por Ha), facilita y reduce los costes para la puesta en marcha de medidas ambientales, tales como servicios de autobuses públicos, puntos limpios o centros de información ambiental.

Densidades de Áreas por debajo de 30 empleos/Ha generan un gran consumo de gasolina. Se han establecido ratios de al menos 100 empleos/Ha para poder aplicar servicios de autobús y de 240 empleos/Ha para poder utilizar servicios de transporte público tipo tranvía.

El ratio número de empleos por superficie depende en gran medida de la actividad que se desempeña, y la posibilidad de emplear transporte público varía en gran medida con el tamaño de las parcelas. En la Tabla 6 se incluyen una serie de recomendaciones, para el transporte público en función del tamaño de parcela y densidad. No obstante, es necesario analizar cada caso en particular porque la misma Área Empresarial suele incluir diferentes tamaños de parcela.

		Recomendación	
Tamaño de parcelas	Superficie (m <sup>2</sup> )	Densidad Empleos por parcela	Transporte público
Muy Pequeñas	<1.000	Aprox 10	Autobús urbano ó servicio de bus + carril bici
Pequeñas	[1.000 - 2.000)	Aprox 50	
Medianas	[2.000 - 5.000)	50-100	
Grandes	5.000-10.000	>100	Bus de empresa
Muy Grandes	mayor 10.000	>200	Bus de empresa

Tabla 6. Recomendación transporte público en función de la densidad del Área  
Fuente: Elaboración propia

## Obtención y ejecución de las Redes Públicas:

Los terrenos que el planeamiento destine y reserve a elementos integrantes de las Redes Públicas de infraestructuras, equipamientos y servicios pasarán a titularidad pública por cesión libre, gratuita y urbanizada cuando formen parte de un Ámbito de Actuación ó de un Sector.

- Las Redes Públicas Locales y Generales son cedidas al Municipio.
- Las Redes Públicas Supramunicipales deberán cederse a la Comunidad de Madrid.

En la siguiente tabla se indica la cesión mínima para equipamientos, infraestructuras y zonas verdes obligada por la Comunidad de Madrid en la Ley 9/2001, de 17 de julio y aplicada como ejemplo en un Área Empresarial de superficie de 200.000 m<sup>2</sup> y una edificabilidad típica industrial de 0,4 (m<sup>2</sup> suelo edificable/ m<sup>2</sup> suelo).

CESIONES MÍNIMAS OBLIGATORIAS (LEY 9/2001)		EJEMPLO: ÁREA EMPRESARIAL:	
		200.000 m <sup>2</sup> DE SUPERFICIE Edificabilidad: 0,4 m <sup>2</sup> suelo edificable/ m <sup>2</sup> suelo	
		m <sup>2</sup>	
<b>Red Supramunicipal</b>	<b>20 m<sup>2</sup> suelo / 100 m<sup>2</sup> edif.</b>	<b>16.000 m<sup>2</sup></b>	
Infraestructuras		16.000	Depuradora, Estación regeneradora
Equipamientos			
<b>Red General</b>	<b>70m<sup>2</sup> suelo / 100 m<sup>2</sup> edif.</b>	<b>56.000 m<sup>2</sup></b>	
Red Zonas verde	20 m <sup>2</sup> suelo / 100 m <sup>2</sup> edif.	16.000	
Red de Infraestructuras	20 m <sup>2</sup> suelo / 100 m <sup>2</sup> edif.	16.000	Huerto solar
Red de Equipamientos	30 m <sup>2</sup> suelo / 100 m <sup>2</sup> edif.	24.000	
<b>Red Local</b>	<b>30 m<sup>2</sup> suelo / 100 m<sup>2</sup> edif.</b>	<b>24.000 m<sup>2</sup></b>	
Red local de zonas verdes (50%)		12.000	Espacio libre público amortiguación zonas verdes
Red viaria local/servicios públicos		12.000	% dotación ambiental: Centro de Recogida de residuos, redes de control ambiental (piezómetros, atmósfera...)
Red local de equipamientos			

Tabla 7. Resumen de las cesiones de redes públicas en la Comunidad de Madrid (Fuente: Elaboración propia )

---

Como conclusiones de la Tabla 7 se resumen:

### **Red Supramunicipal:**

Para un Área de las características de la indicada se deben ceder 16.000 m<sup>2</sup> a la Red supramunicipal. No es habitual que el Área necesite infraestructuras ambientales de este tipo con excepción de las de residuos, por ejemplo, vertederos de residuos industriales o plantas de reciclaje, que dan servicio a varios municipios o incluso una Comunidad Autónoma.

En el caso de que esté prevista una depuradora o una estación regeneradora de aguas, que podría dar servicio también a otros desarrollos cercanos, se podría utilizar la cesión de este suelo.

### **Red General:**

De la aplicación directa de la ley se obtiene ya un porcentaje que destinará a zonas verdes de la Red General 20 m<sup>2</sup> suelo / 100 m<sup>2</sup> suelo edificable. Este tipo de zonas pueden corresponder a corredores estructurantes o a ampliar los márgenes de riberas en caso de que el sector sea colindante a un cauce (suelo protegido).

En esta Red General también se obliga a ceder 30 m<sup>2</sup> suelo / 100 m<sup>2</sup> suelo edificable para equipamientos de la red general.

### **Red Local:**

Los equipamientos de uso exclusivo del Área Empresarial pertenecerían a la denominada Red Local.

Aunque en materia de Redes de dotación ambiental la ley no determina cesiones específicas, si deja la posibilidad de que se desarrolle reglamentariamente ó con determinaciones del planeamiento general:

*Reglamentariamente podrán diferenciarse las dotaciones mínimas de suelo que, dentro de cada grupo de Redes Generales ó Locales hayan de destinarse a usos específicos, sean públicos ó privados. (Ley 9/2001, de 17 de Julio, Artículo 36- 8)*

En este sentido sería adecuado fijar el porcentaje de cesiones de **redes locales** destinadas a dotaciones para el control ambiental, se propone obtener al menos:

- Un porcentaje (al menos el 10%) de la red local para dotaciones ambientales (Centro de Recogida de residuos, red de control de aguas subterráneas, estación de control de la calidad del aire).

---

En el ejemplo de la Tabla 7 si se destina un 10% para dotaciones ambientales se dispondría de 2.400 m<sup>2</sup> para construir un Centro de Recogida de residuos, red de piezómetros o cualquier otra dotación que se considere necesaria para mejorar la calidad ambiental del Área. La construcción de Áreas Empresariales de mayor tamaño (por ejemplo 400.000 m<sup>2</sup>) amplía proporcionalmente esta superficie.

### **Regulación del uso industrial en la normativa urbanística general**

El desarrollo y contenidos de los documentos de planeamiento y sus determinaciones están regulados por la legislación urbanística. En consecuencia, se puede comenzar por introducir obligaciones a este nivel, que asegure preservación ambiental y facilite la gestión de Áreas Empresariales.

Algunas comunidades autónomas ya están regulando los usos industriales introduciendo medidas desde la legislación. Se destaca en este sentido el Principado de Asturias, que regula en su normativa<sup>4</sup> de forma conjunta e integrada las siguientes determinaciones:

- 1) Se promueve la integración de los servicios del municipio en el uso industrial
- 2) Se promueve la integración de la movilidad y el transporte
- 3) Se posibilita<sup>5</sup> que la reserva para espacios libres, jardines y zonas peatonales sea del 5% de la superficie total ordenada, con lo que se evita la existencia de grandes zonas de reserva para estos fines que finalmente quedan convertidas en zonas residuales, sin mantenimiento alguno y sin servir para las necesidades concretas de la zona industrial.
- 4) Como compensación se establece la obligatoriedad de una reserva no inferior al 5% de la superficie total ordenada con destino a centros de servicios comunes adecuados para el funcionamiento del Área Empresarial, posibilitándose que esta reserva pueda llegar al 10%. De esta forma se ha dado respuesta a la solicitud de que las Áreas cuenten con espacios propios para cubrir sus necesidades sociales y ambientales.
- 5) Se establece que las determinaciones específicas del planeamiento del Área Empresarial se incorporen a tres documentos que deberán ser incluidos en los Planes Parciales o Especiales que desarrollen el uso industrial:

---

<sup>4</sup> (Decreto Legislativo 1/2004, de 22 de abril, por el que se aprueba el Texto Refundido de las disposiciones legales vigentes en materia de ordenación del territorio y urbanismo, modificado por Ley 6/2004 de 28 de diciembre, por Ley 2/2004, de 29 de octubre, y por Ley 11/2006, de 27 de diciembre).

<sup>5</sup> Artículo 64 del Decreto Legislativo 1/2004, de 22 de abril

- 
- Estudio de Tráfico en el área y su zona de influencia
  - Estudio de Infraestructuras que debe incorporar las redes alternativas de energía y telecomunicaciones
  - Estudio de viabilidad económica del mantenimiento del área y prestación de servicios de la misma, en el que se plantee la forma de organización del área o zona industrial y los medios de financiación.

De esta forma desde la fase del planeamiento se abordan los problemas de la futura zona industrial reflexionando sobre sus problemas y soluciones. En esta regulación aparece como obligatoria la previsión de una forma de funcionamiento del Área, debiendo destacarse la forma en que se organizará la gestión de la misma y los medios de financiación de la conservación de infraestructuras y servicios.

- 6) Se regula la creación de Entidades de Gestión de tipo Voluntario para la conservación de urbanizaciones

*Artículo 196. Conservación de las obras de urbanización.*

*1. La conservación de las obras de urbanización, incluyendo el mantenimiento de las dotaciones y los servicios correspondientes, incumbe a la Administración urbanística actuante, con las excepciones que se establezcan reglamentariamente y, en el marco fijado por éstos, en el planeamiento, en función de parámetros como el coste de mantenimiento de los distintos tipos de obras de urbanización o su uso. Cuando la conservación, total o parcialmente, no corresponda a la Administración urbanística, se **podrá prever la constitución, voluntaria u obligatoria, de entidades** dedicadas, de forma exclusiva o no, a la conservación de dichas obras, con el régimen que se establezca por vía reglamentaria **o mediante convenio**.*

*2. La recepción de las obras de urbanización determinará el comienzo del deber de conservación.*

No se recoge literalmente el modelo de Entidades Urbanísticas de Conservación (tal y como suele ser habitual en las leyes del suelo<sup>6</sup>), sino que la norma se refiere a entidades – obligatorias o voluntarias- dedicadas de forma exclusiva o no con el régimen que se establezca reglamentariamente. De esta forma se deja abierta la actuación de estas entidades a un abanico mucho más amplio, lo que puede posibilitar la inclusión de funciones de gestión de dotaciones ambientales.

---

<sup>6</sup> Art 137 Entidades Urbanísticas de Conservación de la Ley 9/2001, de 17 de julio, del Suelo de la Comunidad de Madrid.

---

## 6 SISTEMAS DE ORGANIZACION DEL ÁREA EMPRESARIAL

Se analizan en este capítulo los sistemas de organización más habituales para la gestión de Áreas Empresariales en España, incluyendo consideraciones respecto a las ventajas y desventajas de cada uno de ellos. En cualquier caso, la selección de un sistema u otro debe incluir entre sus objetivos promover aquellos que faciliten la puesta en marcha y mantenimiento de actuaciones y medidas ambientales.

La “gestión” debe entenderse como un conjunto de actuaciones, que de forma planificada, continua y organizada sean llevadas a cabo por la entidad responsable del Área para conseguir un funcionamiento adecuado y eficiente.

La gestión puede ser desarrollada por organismos públicos, privados o mixtos pero siempre con unos medios materiales y personales que aseguren el desarrollo sostenible del Área.

### 6.1 Situación actual

La primera gran división entre las distintas organizaciones que pueden gestionar un Área es la que distingue entre la figura jurídica de *público* o *privado*. Si bien cada vez existen más puntos en común entre algunos sistemas (por ejemplo la similitud entre algunas empresas públicas y privadas) la administración pública se rige por el derecho administrativo, mientras que las empresas lo hacen por el derecho privado.

En el siguiente cuadro se resumen las entidades que actualmente se ocupan de forma más habitual de la gestión:

Gestión Pública	Gestión Privada
<ul style="list-style-type: none"><li>• Ayuntamientos (la más habitual)</li><li>• Mancomunidad</li><li>• Consorcio</li><li>• Diputación</li><li>• Empresas Públicas</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Entidades de Conservación</li><li>• Comunidades de Propietarios</li><li>• Asociaciones Empresariales</li></ul>



<b>GESTION PUBLICA</b>	
<b>Administraciones Públicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❑ Legalmente la Administración, una vez que ha comprobado que se ajusta a los requerimientos urbanísticos y de ordenanzas técnicas tiene obligación de recepcionar la Urbanización de una zona empresarial. Posteriormente, lo más habitual, es que la misma Administración se ocupe de la conservación y mantenimiento de esta urbanización. En la Comunidad de Madrid la recepción y conservación de la Urbanización viene establecida en el capítulo VI de la Ley 9/2001, de 17 de julio, del suelo de la Comunidad de Madrid.</li>   <li>❑ El principal problema que presenta esta fórmula es la escasez de medios humanos y económicos que disponen los Ayuntamientos, u otras administraciones, para dicha gestión y que casi exclusivamente ésta se refiere a aspectos de conservación de viario o canalizaciones sin tener en cuenta otros aspectos como el medio ambiente, la seguridad o la formación.</li>   <li>❑ La gestión municipal, la más habitual, es muy difícil que pueda emprender actuaciones de promoción de medidas ambientales conjuntas, limitándose casi exclusivamente al control ambiental de las empresas en materia de vertidos, ruido o licencias.</li>   <li>❑ En España, según un estudio de la Coordinadora Estatal de Polígonos Empresariales (CEPE) del año 2002 el 87,8% de las Áreas Empresariales de España tenían una gestión Pública.</li> </ul>

Las fórmulas de gestión privada existentes en España son las siguientes:

<b>GESTION PRIVADA</b>	
<b>Entidades Urbanísticas de Conservación</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>❑ Las Entidades Urbanísticas de Conservación son entidades públicas de base privada que agrupan a propietarios bajo la tutela y dependencia de una entidad pública.</li><li>❑ La obligación de constituir y después formar parte de la Entidad de Conservación, suele venir derivada del Plan General de Ordenación Urbana del Municipio, que así lo prevea, o bien puede tratarse de una propuesta del Plan Parcial.</li><li>❑ Algunos ejemplos actuales de las Entidades de Conservación pueden verse en el Plan General de Ordenación Urbana de Sevilla, aprobado definitivamente por Resolución de la Conserjería de Obras Públicas de la Junta de Andalucía de 19 de julio de 2.006. El Artículo 3.3.14 de las Normas Urbanísticas se refiere a la conservación de la urbanización. En dicho artículo se establece <i>“En las áreas de reforma interior y sectores con uso predominante de actividades económicas, será obligatoria la constitución de una Entidad Urbanística de Conservación. De igual modo en los Polígonos Industriales existentes clasificados como suelo urbano y con uso global de actividades productivas por el presente Plan General, podrán delimitarse ámbitos a los solos efectos de constituir Entidades Urbanísticas de Colaboración con ocasión de la formulación de proyectos para ejecutar en ellos Actuaciones de Mejora Urbana”</i>.</li><li>❑ En la Comunidad de Madrid la conservación de la Urbanización viene establecida en el capítulo VI de la Ley 9/2001, de 17 de julio, del Suelo de la Comunidad de Madrid. El deber de conservación se establece en su artículo 136.1 <i>“La conservación de la urbanización es competencia del Ayuntamiento”</i>.  No obstante el planeamiento urbanístico puede obligar a constituir una entidad urbanística para la conservación del Área Empresarial según se establece en el mismo artículo 136 apartados 2 y 3.  <i>2. El planeamiento urbanístico y, en defecto de éste, las condiciones en las que se defina el sistema de ejecución elegido para su ejecución podrán prever la obligación de los propietarios de los solares resultantes de dicha ejecución de constituirse en entidad urbanística de conservación, en cuyo caso la conservación de la urbanización corresponderá a ésta.</i>  <i>3. La atribución de la conservación a los propietarios agrupados en entidad urbanística de conservación en los términos del número anterior comportará para el Ayuntamiento la obligación legal de subvencionar dicha entidad.</i></li><li>❑ La Entidad es, cuando así lo exija el planeamiento, de <b>constitución obligatoria</b> y agrupa a todos los propietarios, que no siempre coinciden con los arrendatarios de las naves o industrias.</li></ul>

## GESTION PRIVADA

### Entidades Urbanísticas de Conservación

- ❑ El principal problema de estas Entidades es que las actividades o fines a que pueden dedicarse son la conservación de la urbanización e infraestructuras de servicios obligatorios y la prestación de tales servicios. En la Comunidad de Madrid casi exclusivamente el alumbrado y el viario ya que el abastecimiento de agua y saneamiento en muchos municipios es competencia del Canal de Isabel II. **Las Entidades, por lo tanto tienen muy limitados sus fines**, tampoco se dedican a otros aspectos como el medio ambiente, la seguridad o la formación. Básicamente se limitan a financiar mientras el Ayuntamiento tutela y controla.
- ❑ Otra desventaja es que al ser agrupaciones de propietarios es difícil que reciban subvenciones.
- ❑ En conclusión, si bien al incrementarse los medios económicos se mejora algo la situación con respecto a la gestión municipal, no es la solución óptima para la Gestión de un Área Empresarial.
- ❑ En España, según un estudio de la Coordinadora Estatal de Polígonos Empresariales (CEPE) del año 2002, el 5,8% de las Áreas Empresariales de España tienen una Entidad de Conservación.

### Comunidad de Propietarios

- ❑ Se utiliza esta fórmula en aquellas Áreas de promoción privada que conformaron urbanizaciones totalmente privadas, excluyendo desde el principio la intervención pública.
- ❑ Son meras Comunidades de Propietarios, regidas por la legislación de la propiedad horizontal también son de carácter obligatorio pero a diferencia de las anteriores no están tuteladas por el Ayuntamiento.
- ❑ Se dedican a la Conservación de la urbanización y servicios pero tienen un campo de actividad más amplio que incluye también la seguridad, empleo, formación, etc.
- ❑ El principal problema que presentan es la exclusión de los Ayuntamientos para la gestión del Área, el cual participa de forma muy reducida en la misma y por lo tanto no impulsa sus mejoras. También presentan como desventaja la asunción de todas las cargas económicas.
- ❑ Al ser Comunidades de Propietarios si las naves están alquiladas no tiene en cuenta las verdaderas necesidades de los empresarios del Área.
- ❑ En España, según un estudio de la Coordinadora Estatal de Polígonos Empresariales (CEPE) del año 2002, el 1,3% de las Áreas Empresariales de España tienen una Comunidad de Propietarios.

<b>GESTION PRIVADA</b>	
<b>Asociaciones de Empresarios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❑ Algunas Áreas Empresariales cuentan con una fórmula organizada de Asociación de Empresarios, sometida a normativa general Ley Orgánica 1/2002, de 22 de marzo, Reguladora del Derecho de Asociación. La adopción de esta fórmula se suele originar ante la falta de una conservación de los servicios por parte de los Ayuntamientos y se crea para impulsar mejoras en el Área.</li> <li>❑ Es un tipo de organización de tipo voluntario, que funciona en paralelo a la administración, es decir no excluye la conservación pública, y se ocupa en general de servicios de valor añadido para promover la afiliación de los socios.</li> <li>❑ Presenta algunas ventajas frente a los anteriores sistemas descritos de gestión privada: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las asociaciones son entidades sin ánimo de lucro lo que mejora su imagen y aceptación social e institucional.</li> <li>• Existe una versatilidad y dinamismo en la figura de la Asociación que le permite impulsar temas muy variados, entre los que destaca la protección del medio ambiente.</li> <li>• Los socios pueden ser propietarios pero también empresas arrendadas por lo que se ven representados todos los intereses del área.</li> <li>• Permite generar organizaciones de mayor nivel, en el ámbito de la comunidad Autónoma o incluso nacional, que facilitan un apoyo complementario.</li> </ul> </li> </ul>

---

## La Gestión de Áreas Empresariales en la Comunidad de Madrid

En el marco del Estudio “*Bases para la Gestión de suelos contaminados en polígonos industriales de la Comunidad de Madrid (2007)*”, como resultado de la encuesta a los Ayuntamientos, se han obtenido datos sobre la gestión en 264 áreas empresariales de las 461 existentes, lo que corresponde a un 57,26% del total.

Se puede destacar los siguientes aspectos:

- Existen 148 Áreas Empresariales que son gestionadas por el Ayuntamiento, es decir, un 55% del total.
- Un 32%, es decir, 83 de las Áreas Empresariales, son gestionadas por una Entidad Urbanística de Conservación.
- 28 Áreas Empresariales, son responsabilidad de una Comunidad de Propietarios, lo que corresponde a un 11% del total.
- 4 áreas empresariales todavía son competencia de juntas de compensación, es decir, un 2% del total.

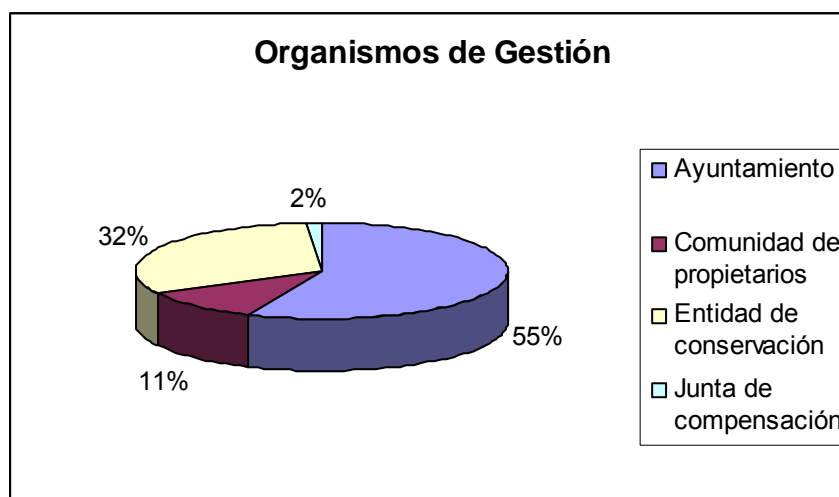


Figura 36. Organismos de Gestión de Áreas Empresariales en la Comunidad de Madrid (Fuente: Bases para la Gestión de suelos contaminados en Polígonos Industriales de la Comunidad de Madrid 2007)

Se observa que en comparación con los datos nacionales el número de Entidades de Conservación es bastante superior, esta figura predomina en los municipios de la zona Sur, mientras que en el Corredor del Henares, en el Norte o en el Oeste predomina la gestión pública.

El Asociacionismo territorial está muy poco extendido si bien existen algunas asociaciones comarcales o municipales, pero no de Polígonos Industriales salvo en algunas zonas del Sur de la Comunidad como Arganda del Rey, Getafe y Alcorcón.

---

## 6.2 Propuestas y ejemplos de gestión

Las formulas de gestión que se implanten deben cumplir varios requisitos:

- ❑ Amplitud de fines y libertad de actuación
- ❑ Agrupación tanto de propietarios como de empresarios “no propietarios del suelo”
- ❑ Carácter de entidad sin ánimo de lucro y colaboradora de la administración

Asimismo sería deseable que fueran entidades obligatorias de afiliación y contribución por parte de todos los usuarios.

Una organización de este tipo actualmente no está contemplada en la legislación en el ámbito estatal, las organizaciones más parecidas o que se han desarrollado en otras comunidades autónomas son las siguientes:

### **Entidades de Gestión Voluntarias:**

Es una figura parecida a los BIDS (Business Improvement Districts) o programas de desarrollo de negocio creados principalmente en EEUU y Reino Unido, que nacieron en entornos urbanos para el mantenimiento y promoción de distritos comerciales. En el Principado de Asturias se regula esta figura en el artículo 196 del Decreto Legislativo 1/2004, de 22 de abril, por el que se aprueba el texto refundido de las disposiciones legales vigentes en materia de ordenación del territorio y urbanismo.

La figura tiene como atribuciones la asunción de la gestión y la financiación de servicios públicos y del mantenimiento mediante convenio con el ayuntamiento. En dicho convenio debe asegurarse la compensación de gastos. El sistema de estas Entidades de Gestión Voluntarias se basa en que:

- ❑ Se trata de entidades sin ánimo de lucro.
- ❑ Deben regularse por Estatutos que deben reconocer el derecho de libre asociación y los fines para los que se constituye en materia de gestión de dotaciones, servicios y demás equipamientos
- ❑ Se deben asumir mediante convenios con el Ayuntamiento los servicios y conservación de obligación municipal.

Existen algunos ejemplos de estas Entidades como la creada entre el Ayuntamiento de Gijón y la Asociación de Empresarios de Polígonos Industriales de Roces y Porceyo (Asepor). Ambos han firmado un convenio de colaboración para la mejora del funcionamiento, las infraestructuras y las condiciones con las que cuentan ambas superficies industriales. Este acuerdo ha dado lugar a la creación de una Entidad Voluntaria de Gestión GESPOR, que se ocupa de la gestión integral de toda la zona industrial.

---

Desde esta Entidad se preparará un plan de actuaciones para lograr la mejora de las superficies industriales en todos los ámbitos, social, ambiental y de servicios e infraestructuras.

El contenido de un posible convenio con el Ayuntamiento podría ser el siguiente:

**PRIMERO.-**

Los propietarios y empresarios del Área Empresarial integrados en la ASOCIACION XXXXX se comprometen a constituir, al amparo de lo previsto en el art. XXXX de la Ley XXXXXXXXXXXX, de XXXXXXXXXXXX, la Entidad de Gestión, voluntaria mediante convenio, del Área Empresarial de XXXXXXXXXXXX.

**SEGUNDO.-**

La Entidad de gestión podrá asumir la conservación de la urbanización, infraestructuras, la limpieza de zonas públicas o cualquier otro servicio en el Área previo acuerdo con el Ayuntamiento de XXXXXXXX en el que se fije el coste del servicio o actividad y la financiación municipal del mismo.

**TERCERO.-**

El Ayuntamiento y la Entidad estudiarán la posibilidad de establecer servicios comunales en el Área, estudios de detalle sobre el impacto del Área y necesidades de la misma.

A tal efecto, la Entidad presentará al Ayuntamiento, un "Programa de medio ambiente" que sirva de base para lograr un acuerdo que fundamente la posterior elaboración de proyectos concretos.

Por su parte, el Ayuntamiento de xxxxxxxxxxxx, se compromete a destinar terrenos municipales existentes en el Área a "zona de servicios comunitarios", tales como Centros de Recogida de residuos piezómetros y aparcamientos, si de los estudios presentados se desprendiese su posibilidad, bien mediante el destino a tal fin de alguno de los dotacionales existentes, bien, si fuera posible, mediante la calificación de otros distintos que resulten adecuados.

**CUARTO.-**

El Ayuntamiento de XXXXX y la Entidad aprobarán, dentro del primer bimestre de vigencia del presente convenio un Catálogo de necesidades de Inversión en el Área Empresarial que contemple el establecimiento de actuaciones urgentes y servicios inexistentes, mejoras, y necesidades de reurbanización, así como un Plan de Inversiones que tendrá carácter indicativo a efectos de dotación presupuestaria.

**QUINTO.-**

Anualmente la Entidad presentará al Ayuntamiento un "Plan Anual de Actuaciones" que será subvencionado por el Ayuntamiento de XXXXX en la cuantía y forma que éste considere adecuada a los intereses municipales. Con la misma periodicidad, presentará Memoria circunstanciada de actuaciones para conocimiento y control por parte del Ayuntamiento de XXXXXXXX.

---

**SEXTO.-**

Como órgano de seguimiento del presente Convenio, se crea la Comisión Ayuntamiento de XXXXXXXXX-Entidad de Gestión, compuesta por tres representantes de cada una de las partes. Esta Comisión se reunirá al menos una vez al año y tendrá funciones de estudio y propuesta dentro del ámbito al que se refiere el presente convenio.

**SÉPTIMO.-**

El plazo de vigencia inicial del presente será de cinco años desde su firma, pudiendo ser prorrogado por acuerdo de las partes o tácitamente por periodos anuales.

Figura 37. Ejemplo de Convenio para una Entidad de Gestión Voluntaria  
(Fuente: Elaborado a partir de convenios existentes)

### **Órganos de participación conjunta Asociación-Ayuntamiento:**

Para Áreas Empresariales de tamaño pequeño se aconseja crear sistemas más sencillos como Órganos de Participación de las Asociaciones con el Ayuntamiento, como cauce para enfocar las mejoras de servicios y actuaciones.

Estos Órganos están basados en la creación de una Mesa de Participación (o sistema alternativo que se acuerde) entre Ayuntamiento-Empresarios. Esta Mesa se reunirá periódicamente y evaluará los problemas y las necesidades del área, proponiendo las soluciones más adecuadas para los mismos.

Mediante este tipo de Órganos se puede impulsar la firma de convenios para asumir la gestión de algún servicio público, que el Ayuntamiento puede financiar de forma total o parcial y establecer un sistema periódico de reuniones y seguimiento del Área.

### **Actuaciones que se deben promover:**

La Entidad de Gestión debe promover las siguientes actuaciones:

- ❑ Potenciación de la figura del Gestor
- ❑ Elaboración de planes plurianuales con las actuaciones de mejora necesaria
- ❑ Elaboración de un Programa de Información y Comunicación ofrecido a todas las empresas instaladas
- ❑ Promoción de políticas comunes (ambiental, seguridad y salud, social, conciliación) en el ámbito del Área
- ❑ Ofrecimiento de servicios de asesoría en materia ambiental, laboral y de formación
- ❑ Establecimiento de un Reglamento interno de funcionamiento con normas consensuadas

Algunos ejemplos de iniciativas de gestión y mejoras de rehabilitación de Áreas son los siguientes:



<b>AMBITO ESTATAL</b>	
<b>Coordinadora Española de Polígonos Empresariales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❑ Ha promovido la GOBERNANZA EN ÁREAS EMPRESARIALES que consiste en el desarrollo de un modelo de gestión integrada para las mismas, así como la elaboración de la norma UNE -AENOR que certifique la gestión (actualmente en fase de elaboración).</li> </ul>
<b>Asociación de empresarios Rocés-Porceyo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❑ El Ayuntamiento de Gijón y la Asociación de Empresarios de Polígonos Industriales de Rocés y Porceyo (Asepor) han firmado un convenio de colaboración para la mejora del funcionamiento, las infraestructuras y las condiciones con las que cuentan ambas superficies industriales. Este acuerdo ha dado lugar a la creación de una <b>Entidad Voluntaria de Gestión GESPOR</b>, que se ocupa de la gestión integral de toda la zona industrial.</li> <li>❑ Desde esta entidad se preparará un plan de actuaciones para lograr la mejora de las superficies industriales en todos los ámbitos, social, ambiental y de servicios e infraestructuras.</li> </ul>
<b>COMUNIDAD DE MADRID</b>	
<b>ASEPUR Asociación de empresarios y Polígonos de Urtinsa-Alcorcon Asociación Alcorcón Empresarial</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❑ Actualmente ASEPUR funciona como Asociación de empresarios propietarios y Entidad Urbanística de Conservación para los Polígonos de Urtinsa I y II y también para el Polígono de San José de Valderas. También se ha creado la Asociación de Empresarios Alcorcón Empresarial que reúne a los empresarios de todos los Polígonos de Alcorcón, sean o no propietarios, esta asociación es de afiliación voluntaria.</li> <li>❑ La principal actuación que se lleva a cabo es el <b>Plan de modernización</b> realizado por ASEPUR y que pondrá en marcha el Ayuntamiento de forma conjunta con ASEPUR. Este Plan incluirá la creación de un Consorcio de Mantenimiento que se encargará de la gestión y explotación del Plan de modernización.</li> </ul>
<b>IMADE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❑ El Instituto Madrileño de Desarrollo tiene en marcha un Plan de Modernización y Rehabilitación de Áreas Industriales. Este Plan se regula por medio de Órdenes de ayudas a la rehabilitación de áreas industriales ubicadas en la zona de Objetivo 2 de la Unión Europea. Las solicitudes deben ser presentadas por los Ayuntamientos.</li> <li>❑ Creación de algunos Centros de Empresas en municipios para fomentar la innovación.</li> </ul>
<b>Madrid Emprende</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❑ La Agencia de Desarrollo Económico 'Madrid Emprende', adscrita al Área de Economía y Participación Ciudadana del Ayuntamiento de Madrid, tiene como objetivo impulsar y promover el desarrollo económico de la ciudad de Madrid.</li> <li>❑ Entre las actuaciones realizadas se encuentra en marcha un <b>Plan de Mejora de Polígonos Industriales</b>. Las actuaciones propuestas son fundamentalmente de obras de mejora pero también potencian el asociacionismo empresarial en los polígonos.</li> </ul>



**Comunidad de Madrid**

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE, VIVIENDA Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO

Dirección General de Medio Ambiente

---

**GUIA DE CRITERIOS AMBIENTALES PARA  
EL DISEÑO Y GESTION DE ÁREAS  
EMPRESARIALES DE LA COMUNIDAD DE  
MADRID**

---

*VOLUMEN II: CRITERIOS AMBIENTALES PARA EL  
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN*



**Mayo, 2009**

---

---

## **AUTORES**

### **INGENIERIA IDOM INTERNACIONAL S.A.**

Isabel Goyena García-Tuñón

María Álvarez Mingorance

Miriam López Rodríguez

Alfonso Medrano Gutierrez

Raquel Navarrete Morales

Eduardo Pérez y Pérez

Ferran Pallás Valles

Iñigo Pallardo Fernández

Ana Rojas Calero

Antoni Rosselló Ramisa

Julio Santos González

---

## INDICE VOLUMEN I:

1	INTRODUCCION .....	1
2	OBJETIVOS DE LA GUIA .....	4
3	GLOSARIO .....	5
4	CRITERIOS AMBIENTALES PARA LA UBICACIÓN DEL ÁREA EMPRESARIAL .....	17
4.1	ANÁLISIS MULTICRITERIO .....	17
4.2	CRITERIOS Y RECOMENDACIONES .....	18
4.3	EJEMPLO DE ANÁLISIS DE MULTICRITERIO PARA LA UBICACIÓN DE UN ÁREA EMPRESARIAL .....	25
5	CRITERIOS PARA LA ORDENACIÓN URBANÍSTICA .....	31
5.1	CRITERIOS DE ORDENACIÓN .....	32
5.2	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	72
6	SISTEMAS DE ORGANIZACION DEL ÁREA EMPRESARIAL .....	81
6.1	SITUACIÓN ACTUAL .....	81
6.2	PROPUESTAS Y EJEMPLOS DE GESTIÓN .....	87

## INDICE VOLUMEN II:

1	CRITERIOS AMBIENTALES DE DISEÑO Y GESTION DEL AREA EMPRESARIAL .....	1
1.1	GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS .....	1
1.2	GESTIÓN INTEGRAL DEL AGUA .....	22
1.3	ENERGÍA Y TRANSPORTE .....	80
1.4	DISEÑO Y GESTIÓN DE ZONAS VERDES .....	133
1.5	CALIDAD DEL AIRE .....	140
1.6	CALIDAD ACÚSTICA .....	166
1.7	CALIDAD DEL SUELO .....	175
2	CRITERIOS AMBIENTALES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL ÁREA EMPRESARIAL .....	196
2.1	VIGILANCIA AMBIENTAL DE LA OBRA .....	197
2.2	GESTIÓN DE RESIDUOS .....	202
2.3	CALIDAD DEL AIRE .....	212
2.4	CALIDAD DEL SUELO .....	215
2.5	HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA .....	221
2.6	VEGETACIÓN .....	225
2.7	FAUNA .....	228
3	BIBLIOGRAFIA .....	229

---

# VOLUMEN II

## Índice

1	CRITERIOS AMBIENTALES DE DISEÑO Y GESTION DEL AREA EMPRESARIAL .....	1
1.1	GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS.....	1
1.1.1	<i>Diseño y Gestión de Centros de Recogida de residuos.....</i>	2
1.1.2	<i>Áreas de Aportación o Recogida selectiva de residuos urbanos .....</i>	11
1.1.3	<i>Acuerdos con gestores de residuos.....</i>	13
1.1.4	<i>Control de la gestión de los residuos del Área Empresarial.....</i>	13
1.1.5	<i>Medidas de sensibilización e información.....</i>	14
1.1.6	<i>Gestión de residuos industriales en las empresas.....</i>	15
1.2	GESTIÓN INTEGRAL DEL AGUA .....	22
1.2.1	<i>Organismos responsables y elementos del sistema .....</i>	23
1.2.2	<i>Ciclo Integral del Agua.....</i>	28
1.2.3	<i>Diseño y gestión del ciclo de agua regenerada .....</i>	33
1.2.4	<i>Diseño y gestión del sistema de depuración.....</i>	42
1.2.5	<i>Diseño y gestión de la red de saneamiento .....</i>	45
1.2.6	<i>Medidas de sensibilización e información.....</i>	47
1.2.7	<i>Indicadores de gestión del ciclo del agua .....</i>	48
1.2.8	<i>Medidas de control en empresas.....</i>	49
	<i>Anejo I: Planta y secciones de un tanque de tormentas tipo .....</i>	50
	<i>Anejo II: Propuestas de sistemas de regeneración de aguas depuradas.....</i>	56
	<i>Anejo III: Tareas de explotación de la instalación de regeneración.....</i>	58
	<i>Anejo IV: Costes de explotación de una estación regeneradora .....</i>	60
	<i>Anejo V: Tratamientos posibles de las aguas residuales industriales .....</i>	61
	<i>Anejo VI: Tareas de explotación de la instalación de depuración.....</i>	64
	<i>Anejo VII: Propuesta de reparto de costes de explotación de una EDARI .....</i>	67
	<i>Anejo VIII: Diseño de la red de saneamiento.....</i>	71
	<i>Anejo IX: Diseño alternativo de la arqueta o registro de efluentes .....</i>	74
	<i>Anejo X: Mantenimiento preventivo de las redes de saneamiento .....</i>	76
	<i>Anejo XI: Soportes tecnológicos para la explotación de las redes de saneamiento.....</i>	79
1.3	ENERGÍA Y TRANSPORTE .....	80
1.3.1	<i>Alumbrado.....</i>	81
1.3.2	<i>Alumbrado mediante luminarias solares .....</i>	93
1.3.3	<i>Energía solar fotovoltaica.....</i>	98
1.3.4	<i>Energía solar térmica.....</i>	109
1.3.5	<i>Generación distribuida .....</i>	116

1.3.6	<i>Otras medidas de ahorro y eficiencia energética</i> .....	120
1.3.7	<i>Programas de transporte sostenible en Áreas Empresariales</i> .....	122
	<i>Anejo 1: Ejemplo de ahorro energético con estabilizador y regulador de flujo en cabecera</i> .....	131
1.4	<b>DISEÑO Y GESTIÓN DE ZONAS VERDES</b> .....	133
1.5	<b>CALIDAD DEL AIRE</b> .....	140
1.5.1	<i>Inventario de emisiones y diagnóstico</i> .....	143
1.5.2	<i>Control de la calidad del aire</i> .....	150
1.5.3	<i>Información a las empresas y público de los niveles de calidad del aire</i> .....	157
1.5.4	<i>Formación y sensibilización a las empresas en materia de calidad del aire</i> .....	160
1.5.5	<i>Indicadores de Seguimiento de las medidas y de la calidad del aire</i> .....	160
1.5.6	<i>Actuaciones en las empresas</i> .....	161
1.6	<b>CALIDAD ACÚSTICA</b> .....	166
1.6.1	<i>Diagnóstico y evaluación de los niveles sonoros</i> .....	170
1.6.2	<i>Actuaciones para el control del ruido</i> .....	171
1.6.3	<i>Actuaciones en las empresas</i> .....	173
1.7	<b>CALIDAD DEL SUELO</b> .....	175
1.7.1	<i>Estudios de Calidad del Suelo</i> .....	177
1.7.2	<i>Diseño de un Plan de Control y Seguimiento de la calidad del suelo y las aguas subterráneas</i> .....	180
1.7.3	<i>Acuerdos voluntarios</i> .....	187
1.7.4	<i>Medidas de mantenimiento y conservación del área</i> .....	188
1.7.5	<i>Medidas de sensibilización e información</i> .....	189
1.7.6	<i>Informes de situación de suelos</i> .....	190
1.7.7	<i>Análisis Cuantitativo de Riesgos (ACR)</i> .....	191
1.7.8	<i>Medidas de prevención en empresas</i> .....	192
2	<b>CRITERIOS AMBIENTALES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL ÁREA EMPRESARIAL</b> .....	196
2.1	<b>VIGILANCIA AMBIENTAL DE LA OBRA</b> .....	197
2.2	<b>GESTIÓN DE RESIDUOS</b> .....	202
2.2.1	<i>Estudio de Gestión de Residuos en Obra</i> .....	202
2.2.2	<i>Punto Limpio en obra</i> .....	204
2.2.3	<i>Residuos Urbanos y Asimilables</i> .....	205
2.2.4	<i>Residuos de Construcción y Demolición (RCD's)</i> .....	206
2.2.5	<i>Residuos Peligrosos</i> .....	210
2.3	<b>CALIDAD DEL AIRE</b> .....	212
2.3.1	<i>Control de emisiones procedentes de vehículos</i> .....	213
2.3.2	<i>Ruido y vibraciones</i> .....	213
2.3.3	<i>Emisión de polvo</i> .....	214
2.3.4	<i>Instalaciones auxiliares</i> .....	215

---

2.4 CALIDAD DEL SUELO.....	215
2.4.1 <i>Control de alteraciones morfológicas y erosión</i> .....	216
2.4.2 <i>Movimientos de tierra vegetal</i> .....	216
2.4.3 <i>Control de vertidos accidentales</i> .....	218
2.4.4 <i>Almacenamiento de combustibles</i> .....	219
2.4.5 <i>Retirada de tierras contaminadas</i> .....	221
2.5 HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA .....	221
2.5.1 <i>Medidas de control generales</i> .....	222
2.5.2 <i>Identificación y permisos de los puntos de vertido</i> .....	222
2.5.3 <i>Minimización y control de posibles vertidos accidentales</i> .....	223
2.6 VEGETACIÓN.....	225
2.6.1 <i>Medidas de protección</i> .....	225
2.6.2 <i>Revegetación</i> .....	226
2.7 FAUNA.....	228
2.7.1 <i>Medidas de protección</i> .....	228
3 BIBLIOGRAFIA.....	229

---

## **ÍNDICE FIGURAS**

Figura 1.	Esquema de implantación de un Centro de Recogida Industrial.....	5
Figura 2.	Centro de Recogida .....	5
Figura 3.	Documentación para solicitud de autorización de Gestor de RP .....	6
Figura 4.	Área de Aportación en Área Empresarial.....	12
Figura 5.	Almacenamiento en exterior y en armarios.....	20
Figura 6.	Envases sobre cubetos y armarios para materiales absorbentes.....	20
Figura 7.	Ciclo Integral del Agua con aprovechamiento del agua depurada de empresas y agua de lluvia .....	31
Figura 8.	Ciclo Integral del Agua con aprovechamiento del agua de lluvia .....	32
Figura 9.	Volúmenes de filtrado por m <sup>2</sup> de membrana en micro y ultrafiltración.....	36
Figura 10.	Inversiones y costes de operación en sistemas de ultrafiltración.....	37
Figura 11.	Materiales y tipos de membrana en ósmosis inversa .....	37
Figura 12.	Anejo I.A. del RD 1620/2007. Calidad del agua para usos urbanos e industriales.....	39
Figura 13.	Anejo I.A. del RD 1620/2007. Calidad del agua para usos recreativos .....	40
Figura 14.	1.- Planta de un tanque de tormentas tipo. ....	51
Figura 15.	2.- Sección A-A de un tanque de tormentas tipo.....	52
Figura 16.	3.- Arqueta de regulación con vórtice de un tanque de tormentas tipo. ....	53
Figura 17.	4.- Sección B-B de un tanque de tormentas tipo.....	54
Figura 18.	5.- Sección C-C de un tanque de tormentas tipo. ....	55
Figura 19.	Parámetros de operación típicos en procesos de fangos activados .....	61
Figura 20.	Parámetros de operación típicos para distintos procesos de reactores anaerobios .....	62
Figura 21.	Condiciones y limitaciones de los procesos de oxidación directa .....	63
Figura 22.	Factores que afectan a la adsorción química.....	63
Figura 23.	Regulador de flujo en cabecera .....	89
Figura 24.	Intensidad de radiación solar media en ciudades del hemisferio norte.....	94
Figura 25.	Sombras sobre de naves industriales sobre el alumbrado.....	95
Figura 26.	Componentes de luminarias solares.....	96



---

Figura 27.	Panel Instalado en Cubierta de nave .....	102
Figura 28.	Paneles fotovoltaicos con seguidor.....	105
Figura 29.	Ejemplos de instalaciones solares fotovoltaicas .....	109
Figura 30.	Evolución de la instalación de colectores solares térmicos.....	110
Figura 31.	Componentes de una instalación solar térmica .....	113
Figura 32.	Componentes de una instalación solar térmica .....	113
Figura 33.	Porcentaje de emisiones de efecto invernadero por sectores en la Comunidad de Madrid. 2003.....	124
Figura 34.	Porcentaje de emisiones de distintos contaminantes por sectores en la Comunidad de Madrid. ....	124
Figura 35.	Líneas de Autobús a Zonas Industriales .....	126
Figura 36.	Olivo ( <i>Olea europaea</i> ).....	134
Figura 37.	Encina ( <i>Quercus ilex</i> ).....	134
Figura 38.	Madroño ( <i>Arbutus unedo</i> ) .....	134
Figura 39.	Pino piñonero ( <i>Pinus pinea</i> ).....	134
Figura 40.	Álamo negro ( <i>Populus nigra</i> ) .....	135
Figura 41.	Laurel ( <i>Laurus nobilis</i> ) .....	135
Figura 42.	Fresno ( <i>Fraxinus angustifolia</i> ).....	135
Figura 43.	Arce blanco ( <i>Acer pseudoplatanus</i> ) .....	135
Figura 44.	Ciprés ( <i>Cupressus sempervirens</i> ).....	135
Figura 45.	Arizónica ( <i>Cupressus arizonica</i> ) .....	135
Figura 46.	Espliego ( <i>Lavandula latifolia</i> ) .....	136
Figura 47.	Romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ) .....	136
Figura 48.	Salvia ( <i>Salvia lavandulifolia</i> ) .....	136
Figura 49.	Tomillo ( <i>Thymus vulgaris</i> ) .....	136
Figura 50.	Adelfa ( <i>Nerium oleander</i> ).....	137
Figura 51.	Recubrimiento de suelos.....	137
Figura 52.	Emisiones Industriales en la Comunidad de Madrid por sectores y tipos de contaminantes. Inventario Corine Aire 2003.....	141
Figura 53.	Emisiones Industriales en la Comunidad de Madrid, % en peso por tipos de contaminantes. Inventario Corine Aire 2003.....	141
Figura 54.	Representación gráfica en 3D de las isóneas de concentración, y rosa de vientos asociada. ....	149

---

Figura 55.	Representación gráfica de las isólinas de concentración de valores medios de NOx producidas por dos instalaciones de combustión.....	150
Figura 56.	Red de calidad del aire de la Comunidad de Madrid .....	153
Figura 57.	Unidad Móvil de la Comunidad de Madrid .....	154
Figura 58.	Unidad móvil instalada en un emplazamiento concreto .....	155
Figura 59.	Pantalla de suministro de datos .....	157
Figura 60.	Técnicas de reducción de emisiones a la atmósfera .....	162
Figura 61.	Ejemplo de instalación de piezómetros en un Área Empresarial .....	184
Figura 62.	Imágenes de una incorrecta gestión de residuos en obra, residuos depositados directamente sobre el suelo.....	202
Figura 63.	Punto Limpio en obra.....	204
Figura 64.	Esquema de organización de residuos en un punto limpio.....	205
Figura 65.	Zona destinada al acopio de madera.....	206
Figura 66.	Contenedores sin identificar repartidos por la zona de obras .....	206
Figura 67.	Contenedor de Recogida de RCD's .....	209
Figura 68.	Sacos reciclables para la recogida de RCD's.....	209
Figura 69.	Residuos de construcción depositados sin control sobre suelo natural.....	210
Figura 70.	Madera y otros residuos depositados en una zona sin delimitar ni identificar.....	210
Figura 71.	Esquema de gestión de RCD en obra .....	210
Figura 72.	Acciones e impactos sobre la calidad del aire. ....	212
Figura 73.	Emisiones de gases y polvo procedentes de vehículos y maquinaria. ....	212
Figura 74.	Emisiones de polvo y ruido en una obra, efectos sobre la vegetación.....	212
Figura 75.	Apantallamiento artificial absorbente .....	214
Figura 76.	Riego de caminos y viales .....	215
Figura 77.	Acciones e impactos que afectan a la calidad del suelo. ....	215
Figura 78.	Depósito de combustible situado sobre suelo natural.....	216
Figura 79.	Derrame de combustible sobre suelo natural.....	216
Figura 80.	Acopio de tierra vegetal .....	217
Figura 81.	Zona habilitada para la reparación de maquinaria y vehículos .....	218
Figura 82.	Depósito de combustible dotado de una bandeja de recogida para derrames.....	221

---

Figura 83. Depósitos de combustibles ubicados en una zona correctamente acondicionada.....	221
Figura 84. Vehículo hormigonera limpiando su cubo en una balsa sin acondicionar.....	222
Figura 85. Recogida de aguas durante excavación .....	222
Figura 86. Balsas acondicionadas para el vertido de aguas sucias.....	224
Figura 87. Acciones e impactos que afectan a la vegetación. ....	225
Figura 88. Jalonamiento y prohibición de talas. ....	226
Figura 89. Protección específica de ejemplares arbóreos .....	226
Figura 90. Revegetación manual de un talud.....	227
Figura 91. Revegetación mediante Hidrosiembra .....	227
Figura 92. Acciones e impactos que afectan a la fauna.....	228
Figura 93. Dispositivo de escape para pequeños mamíferos. ....	228

---

## **ÍNDICE TABLAS**

Tabla 1.	Estudio de Viabilidad para la construcción de un Centro de Recogida.....	3
Tabla 2.	Estimación de las superficies necesarias para construir Centros de Recogida de residuos .....	4
Tabla 3.	Residuos que se recomienda admitir en centros de recogida de residuos empresariales.....	8
Tabla 4.	Recomendaciones de información.....	9
Tabla 5.	Sistema de recogida de datos en el Centro de Recogida .....	10
Tabla 6.	Aspectos que se deben tener en cuenta en el mantenimiento de un Centro de Recogida .....	10
Tabla 7.	Medidas de sensibilización e información .....	14
Tabla 8.	Obligaciones administrativas de los productores de RP .....	16
Tabla 9.	Medidas de sensibilización e información .....	47
Tabla 10.	Ejemplo de reparto de costes de depuración entre empresas, en una depuradora de polígono industrial.....	70
Tabla 11.	Clases de Alumbrado para vías de tráfico rodado de moderada velocidad.....	83
Tabla 12.	Clases de alumbrado de la Serie ME (Calzadas secas) .....	83
Tabla 13.	Clases de alumbrado de la Serie CE. ....	84
Tabla 14.	Tipos de lámparas .....	86
Tabla 15.	Datos necesarios para un inventario de instalaciones .....	91
Tabla 16.	Datos necesarios para el mantenimiento preventivo .....	92
Tabla 17.	Ámbito de aplicación de la sección HE 5 del Código Técnico de la Edificación.....	100
Tabla 18.	Coeficientes de uso .....	101
Tabla 19.	Coeficientes de climático .....	101
Tabla 20.	Costes de inversión para una instalación solar fotovoltaica de 1.036 kWp.....	106
Tabla 21.	Ingresos de una instalación solar fotovoltaica.....	107
Tabla 22.	Ejemplo aparcamiento con instalación solar fotovoltaica. Año 2006...	109
Tabla 23.	Contribución solar mínima en %. Caso General. ....	111
Tabla 24.	Contribución solar mínima en %. Caso Efecto Joule. ....	111
Tabla 25.	Usos del agua caliente sanitaria en la industria .....	112

---

Tabla 26.	Tipos de colectores de baja temperatura .....	114
Tabla 27.	Ahorro anual en gasóleo para una instalación de producción de ACS .....	115
Tabla 28.	Tecnologías de Generación distribuida aplicables a un Área Empresarial .....	117
Tabla 29.	Equipos de cogeneración a gas natural según el sector de aplicación .....	119
Tabla 30.	Servicios centralizados .....	120
Tabla 31.	Medidas para el ahorro y la eficiencia energética en edificios .....	121
Tabla 32.	Medidas para el ahorro y la eficiencia energética en industrias .....	122
Tabla 33.	Consecuencias negativas del transporte privado al puesto de trabajo .....	123
Tabla 34.	Datos medios de ahorro en combustibles y emisiones de vehículos .....	124
Tabla 35.	Medidas para reducir las emisiones del Sector transporte en las empresas .....	125
Tabla 36.	Ahorro energético anual por kW instalado .....	131
Tabla 37.	Ahorro en reposición de lámparas .....	132
Tabla 38.	Municipios con mayores emisiones industriales por tipo de contaminante .....	142
Tabla 39.	Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid .....	152
Tabla 40.	Índices de calidad del aire .....	158
Tabla 41.	Índices de calidad del aire. Valores de concentración asociados. ....	159
Tabla 42.	Medidas de sensibilización e información .....	160
Tabla 43.	Valores límite de inmisión para zonas no consolidadas .....	167
Tabla 44.	Valores límite de inmisión para zonas ya consolidadas .....	168
Tabla 45.	Tabla A. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes. ....	169
Tabla 46.	Tabla B. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables al espacio interior habitable de edificaciones destinadas a vivienda, usos residenciales, hospitalarios, educativos o culturales. ....	169
Tabla 47.	Tabla B1. Valores límite de inmisión de ruido aplicables a infraestructuras portuarias y a actividades .....	170

---

# 1 CRITERIOS AMBIENTALES DE DISEÑO Y GESTIÓN DEL ÁREA EMPRESARIAL

## 1.1 Gestión Integral de residuos

### OBJETIVOS:

Asegurar una gestión adecuada de todos los residuos generados en el Área Empresarial.

Facilitar y minimizar los costes de gestión de residuos a los empresarios.

Prevenir la contaminación y falta de limpieza por vertido incontrolado de residuos.

Incrementar el reciclaje y valorización de residuos.

En las Áreas Empresariales se producen gran cantidad de residuos de todas las tipologías: urbanos o asimilables a urbanos (RU), residuos no peligrosos (RNP) y residuos peligrosos (RP). La problemática principal deriva de la baja tasa de generación de estos residuos, en especial los RP en las instalaciones industriales, por lo que su gestión es cara o deben almacenarse durante bastante tiempo (máximo 6 meses) en las empresas para conseguir una masa crítica que abarate y economice su gestión.

Una incorrecta gestión de los residuos industriales producidos en las Áreas Empresariales lleva a consecuencias ambientales graves ya que se puede producir la contaminación de los suelos y las aguas subterráneas, vertido de sustancias prohibidas a la red de saneamiento así como riesgos sanitarios derivados del vertido incontrolado de residuos en zonas accesibles para la población.

Los productores de residuos tienen la obligación de asumir los costes de su gestión, si bien este aspecto no excluye que las administraciones implicadas y otras entidades organizativas de la gestión de las Áreas puedan facilitar su gestión proponiendo medidas y equipamientos. Los costes que se inviertan en mejorar las infraestructuras y equipamientos para la gestión de los residuos repercutirán en un beneficio ambiental considerable tanto para las empresas como para la población circundante.

En este capítulo se proponen:

- Medidas a aplicar en el conjunto del Área, las cuales son de tres tipos: infraestructuras o equipamientos, organizativas y de sensibilización.

Infraestructuras y equipamientos	Centro de Recogida en el Área Empresarial Áreas de aportación de residuos para recogida selectiva
Organizativas	Convenios con gestores de residuos Control de la producción y gestión de los residuos
Sensibilización	Acciones informativas y de sensibilización

- Recomendaciones para la gestión de los residuos en el ámbito de cada empresa.

### ***1.1.1 Diseño y Gestión de Centros de Recogida de residuos***

#### **Diseño:**

La decisión de construir un Centro de Recogida de residuos, tanto si el Área se encuentra en fase de planeamiento como si ya está en funcionamiento, es recomendable porque facilita la gestión de los residuos. La Ley 5/2003, de 20 de Marzo, ya prevé en su artículo 30 la obligación de contar con suelo para un Centro de Recogida de RNP.

*Artículo 30: “Los nuevos sectores de suelo industrial deberán contar con un Centro de Recogida de residuos no peligrosos cuya construcción se llevará a cabo a costa de los promotores. La gestión de la citada instalación corresponderá al órgano gestor del sector”.*

El Centro de Recogida se puede diseñar para la transferencia tanto de RNP como también de RP, en cualquier caso debe realizarse previamente un Estudio de Viabilidad para determinar el tipo de residuos que se almacenarán y llegar a un acuerdo con todos los implicados (empresarios, ayuntamiento, gestor del polígono).

Para el diseño del Centro de Recogida es necesario disponer de unos datos mínimos sobre las empresas y sectores que se van a instalar en el Área Empresarial, al menos sectores industriales y tamaño de las empresas.

Se pueden dar dos casos:

- 1- *Que el Área esté en fase de planeamiento y se haya decidido la implantación de un Centro de Recogida.*

En este caso la información disponible de los residuos que se van a generar es escasa, se recomienda diseñar un Centro de Recogida con un equipamiento mínimo, basado fundamentalmente en residuos no peligrosos (RNP) y residuos peligrosos (RP) muy habituales (tipo aceites usados, pilas, fluorescentes).

El Estudio de Viabilidad en esta fase deberá como mínimo realizar una estimación de las cantidades y tipologías de residuos para calcular la superficie mínima necesaria y

decidir si el Centro de Recogida almacenará también RP y en consecuencia su forma de gestión.

2- *Que el Área esté ya funcionando y se haya decidido a posteriori construir un Centro de Recogida.*

En este caso el Centro de Recogida que se diseñe deberá tener en cuenta la realidad en cuanto a producción y gestión actual de residuos que se efectúe en el Área.

La información disponible para realizar el Estudio de Viabilidad debe ser mucho más completa y el contenido del mismo puede ser el siguiente:

<p>Información de Partida</p> <p>Encuestas a las empresas del Área</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Estimación de las cantidades que se recibirán mensualmente a partir de los datos de producción de residuos en los sectores industriales. Debe incluir tanto RP como RNP.</li> <li><input type="checkbox"/> Información sobre la gestión actual de los residuos del Área, gestores, costes, periodicidad necesaria y equipamientos especiales.</li> </ul>
<p>Viabilidad Técnica</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Prediseño del Centro de Recogida, obra civil, montaje mecánico, equipamientos (básculas, contenedor), vehículos.</li> <li><input type="checkbox"/> Necesidades de suministro de agua, electricidad...</li> <li><input type="checkbox"/> Necesidades de personal.</li> </ul>
<p>Viabilidad Económica</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Presupuesto de Construcción.</li> <li><input type="checkbox"/> Costes de terrenos.</li> <li><input type="checkbox"/> Costes anuales de gestión (personal, suministros, mantenimiento, almacenamiento, gestión final de los residuos...)</li> <li><input type="checkbox"/> Financiación.</li> <li><input type="checkbox"/> Rentabilidad de la gestión y estudio de sensibilidad frente a las cantidades de residuos recibidas y costes de gestión final.</li> </ul>

Tabla 1. Estudio de Viabilidad para la construcción de un Centro de Recogida

**Esquema de un Centro de Recogida:**

Incluirá contenedores para al menos las siguientes tipologías de residuos:

- Papel-Cartón, vidrio, plástico, metal.
- Residuos inertes de construcción y demolición.
- Maderas.



- ❑ Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

Si en el Área predomina el sector industrial se recomienda que pueda almacenar también pequeñas cantidades de RP, para lo cual necesitará una nave para el almacenamiento de:

- ❑ Aceites usados, disolventes usados, pinturas, productos químicos corrosivos, envases de productos peligrosos u otros detectados en el estudio de viabilidad realizado.

En la Tabla 2 se presenta la superficie aproximada necesaria para la construcción de un Centro de Recogida en un Área Empresarial de tamaño tipo medio (unos 200.000 m<sup>2</sup>) para almacenamiento de RP y RNP. Se recomienda, no obstante realizar las estimaciones con datos reales de residuos producidos.

	<b>Superficie Centro de Recogida</b> m <sup>2</sup>	<b>Superficie para nave de RP</b> m <sup>2</sup>	<b>Coste Aproximado de inversión (Sin IVA)</b>
Área Empresarial superficie mas de 150.000 m <sup>2</sup>	4.228	99	650.000 €

Tabla 2. Estimación de las superficies necesarias para construir Centros de Recogida de residuos

Las instalaciones también deben incluir:

- ❑ Vallado perimetral.
- ❑ Viales de anchura suficiente para permitir la circulación de camiones.
- ❑ Báscula de entrada y báscula para el peso de residuos de pequeñas cantidades.

A continuación se propone un esquema de dicho Centro de Recogida. No obstante la superficie y disposición de los contenedores debería adaptarse a la parcela disponible.

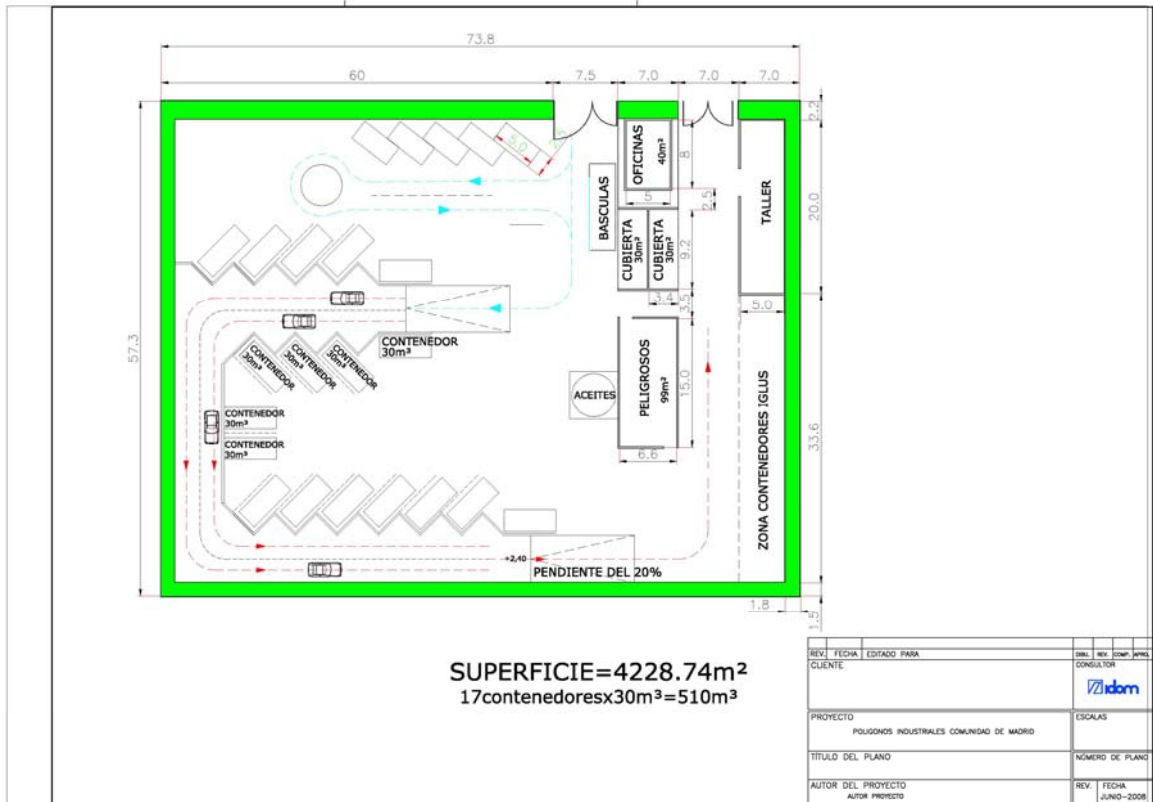


Figura 1. Esquema de implantación de un Centro de Recogida Industrial  
(Fuente: Elaboración propia).



Figura 2. Centro de Recogida  
(Fuente: Elaboración propia).

---

### Gestión:

La LEY 5/2003, de 20 de marzo, de Residuos de la Comunidad de Madrid establece diferentes requisitos en cuanto al régimen de autorización o registro en función de la operación de gestión realizada y la tipología de los residuos, es decir:

- ❑ Si el Centro de Recogida almacena RP deberá obtenerse la correspondiente autorización como **Gestor de Residuos Peligrosos**.
- ❑ Si sólo se almacenan RNP deberá solicitarse la **Inscripción en el Registro de Gestores de Residuos No Peligrosos** en el que se inscriben, a instancia del interesado, las personas físicas o jurídicas, excluidas las Administraciones Públicas, que llevan a cabo actividades dirigidas únicamente a facilitar la manipulación de residuos no peligrosos o a reducir su volumen, incluido el almacenamiento temporal.

El procedimiento para obtener la autorización prevista como gestor de RP se iniciará a instancia del gestor del Centro de Recogida mediante solicitud dirigida a la Consejería competente en materia de medio ambiente.

La solicitud de autorización vendrá acompañada fundamentalmente por la siguiente documentación técnica:

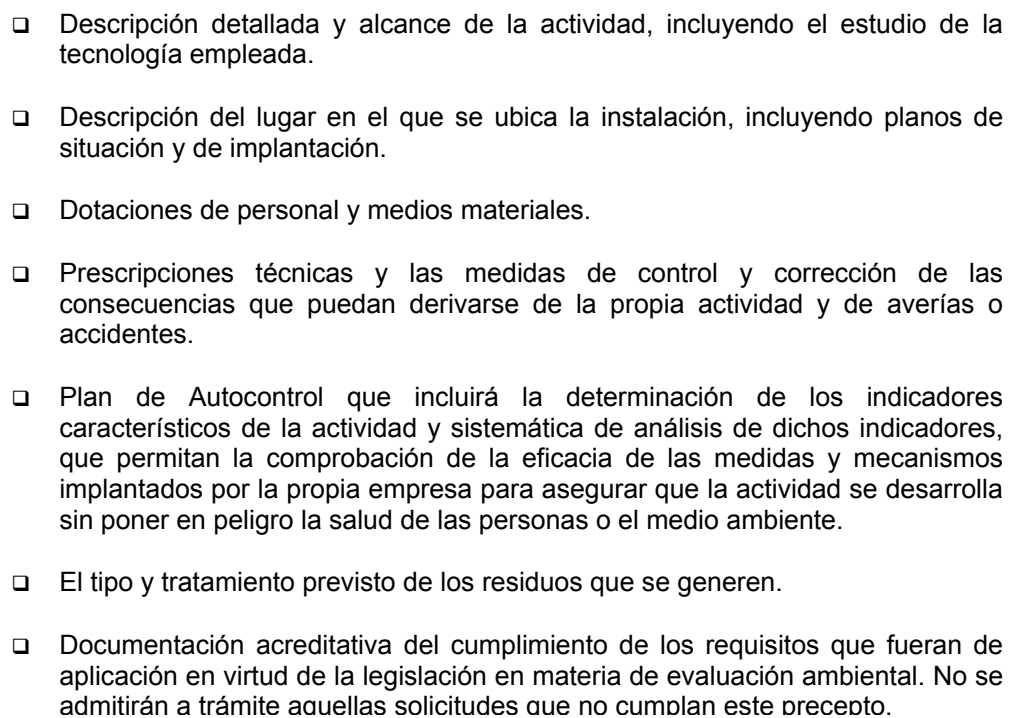
- 
- ❑ Descripción detallada y alcance de la actividad, incluyendo el estudio de la tecnología empleada.
  - ❑ Descripción del lugar en el que se ubica la instalación, incluyendo planos de situación y de implantación.
  - ❑ Dotaciones de personal y medios materiales.
  - ❑ Prescripciones técnicas y las medidas de control y corrección de las consecuencias que puedan derivarse de la propia actividad y de averías o accidentes.
  - ❑ Plan de Autocontrol que incluirá la determinación de los indicadores característicos de la actividad y sistemática de análisis de dichos indicadores, que permitan la comprobación de la eficacia de las medidas y mecanismos implantados por la propia empresa para asegurar que la actividad se desarrolla sin poner en peligro la salud de las personas o el medio ambiente.
  - ❑ El tipo y tratamiento previsto de los residuos que se generen.
  - ❑ Documentación acreditativa del cumplimiento de los requisitos que fueran de aplicación en virtud de la legislación en materia de evaluación ambiental. No se admitirán a trámite aquellas solicitudes que no cumplan este precepto.

Figura 3. Documentación para solicitud de autorización de Gestor de RP

---

Las posibilidades son:

1-Que la entidad gestora del Área solicite la autorización de gestor de residuos, o bien el Registro (para almacenar únicamente RNP), según corresponda.

2-Que se contrate la gestión a una empresa especializada en residuos, que también deberá contar con las autorizaciones y/o inscripciones registrales correspondientes.

Cualquiera de las dos opciones es posible si bien se recomienda como mejor opción la segunda, en especial si la entidad del Área Empresarial carece de experiencia en gestión de residuos.

El titular gestor del Centro de Recogida, es el responsable del funcionamiento de la instalación y de la logística de los residuos. A continuación se exponen algunas recomendaciones referidas a su explotación:

- ❑ Permitir el acceso de los empresarios para la entrega de residuos del tipo asimilables a urbanos (plásticos, cartones, chatarra) y también algunos RP de tipo doméstico en pequeñas cantidades como pilas, fluorescentes....
- ❑ La plantilla estará formada por un mínimo de dos trabajadores, que en algunos casos puede ser de más personas. Uno de ellos será el responsable del transporte de los residuos. Una persona debe ocuparse de atender la recogida de residuos en el Área Empresarial.
- ❑ Realizar encuestas periódicas para valorar las necesidades de recogida de las empresas.
- ❑ Prever e informar a las empresas de cuales son los residuos que se aceptan. En general deberían aceptarse como mínimo los residuos incluidos en la Tabla 3.
- ❑ Establecer dispositivos de información en el Centro de Recogida similares a los indicados en la Tabla 4.
- ❑ Establecer un sistema de recogida de datos tal y como se indica en la Tabla 5.
- ❑ En el caso de residuos peligrosos se deben entregar los documentos de control y de seguimiento que estipula la normativa vigente.
- ❑ Los Centros de Recogida de residuos tienen que mantenerse en perfecto estado de conservación tal y como se indica en la Tabla 6.

<b>Categoría de residuos</b>	<b>Tipos de residuo</b>
Residuos peligrosos	Aceites minerales
	Pilas y baterías
	Disolventes
	Otros residuos peligrosos ( colas, barnices, aerosoles, medicamentos).
	Restos de Pinturas
	Envases que hayan contenido sustancias peligrosas
	Cartuchos de impresión y tóners
	Equipos eléctricos y electrónicos que contienen sustancias peligrosas (fluorescentes y lámparas de vapor de mercurio, electrodomésticos que contienen CFC, etc...)
Residuos no peligrosos	Papel y cartón
	Vidrio
	Envases ligeros (plásticos, latas, porexpan, etc.)
	Madera
	Aceites y grasas comestibles
	Textiles
	Equipos eléctricos y electrónicos sin sustancias peligrosas
	Voluminosos
	Neumáticos
	Residuos de construcción y demolición de obras menores
	Restos vegetales (de poda)
	Metales y chatarra

Tabla 3. Residuos que se recomienda admitir en Centros de Recogida  
(Fuente: Elaboración propia)

Punto de información fijo	Descripción
Señales verticales de localización	Deben localizarse señales de tráfico verticales distribuidas estratégicamente para orientar al usuario en la localización del Centro de Recogida
Cartel en la entrada	<p>Cartel en la entrada bien visible que tiene que contener como mínimo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Nombre</li> <li><input type="checkbox"/> Nombre del titular y del gestor</li> <li><input type="checkbox"/> Horario de funcionamiento</li> <li><input type="checkbox"/> Residuos admitidos</li> <li><input type="checkbox"/> Tipos de usuarios a quien se permite la entrada</li> <li><input type="checkbox"/> Límite de aportaciones (en cantidad y en naturaleza)</li> <li><input type="checkbox"/> Existencia o no de tasas</li> <li><input type="checkbox"/> Teléfonos del organismo titular</li> </ul>
Rótulos en los contenedores	<p>En cada uno de los contenedores se tiene que especificar el tipo de residuo que se puede depositar mediante:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> El nombre del residuo escrito en texto</li> <li><input type="checkbox"/> Pictograma del residuo</li> </ul>
Nave de RP	Se tiene que indicar cual es el espacio dedicado como almacén de RP
Señalizaciones de zonas de riesgo	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Se tiene que señalar cualquier zona del Centro de Recogida con posible riesgo, sea por la manipulación del material como por el almacenaje.</li> </ul>
Señalización localización equipos contra incendios y salidas	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Carteles que localizan los equipos contra incendios.</li> <li><input type="checkbox"/> Carteles indicadores de salidas más cercanas en caso de accidente o incendio.</li> </ul>
Recorrido	Se debe indicar con señalización vial el circuito (si hay) que tiene que realizar el usuario. Tanto señalización horizontal sobre el asfalto como señales verticales.
Cartel informativo de limitaciones y tasas	En lugar visible y accesible a los usuarios tiene que ponerse un cartel en el que se especifiquen las limitaciones, los valores límites si existen y el tipo y valor de tasa por tipo de residuo.
Recogida a las empresas	Descripción del servicio de recogida de RP a las empresas (tipos de residuos, contenerización y periodicidad de recogida).

Tabla 4. Recomendaciones de información  
(Fuente: Elaboración propia)

<b>Sistema de recogida de datos</b>
Número de usuarios que acceden al Centro de Recogida
Tipos de usuario (pequeño comercio, oficina, pequeñas empresas de servicios, pequeña industria o taller)
Salida de residuos: naturaleza, peso, destino y fecha de retirada. Cantidades totales y parciales por tipos de residuos
Entrada de residuos: naturaleza, peso y fecha de entrada. Totales y parciales por tipos de residuos
Facturación
Datos identificativos del productor del residuo: nombre y CIF de la persona física o jurídica y dirección del centro y cantidades mensuales de cada empresa, bien por aporte directo o recogida
Número de matrícula del vehículo

Tabla 5. Sistema de recogida de datos en el Centro de Recogida  
(Fuente: Elaboración propia)

<b>Operaciones de mantenimiento</b>
Limpieza de la instalación, accesos y entorno
Mantenimiento de la valla perimetral
Mantenimiento de los carteles informativos
Controlar y mantener el funcionamiento correcto de la maquinaria
Mantenimiento y sustitución, si conviene, de contenedores y maquinaria, viejos o sucios
Evitar que las aguas pluviales afecten a los materiales depositados dentro de los contenedores
Revisar y mantener todo el material de prevención contra incendios
Disponer y mantener adecuadamente el material de prevención de accidentes y derrames
Evitar la producción de ruidos y olores
Realizar las campañas de desratización apropiadas

Tabla 6. Aspectos que se deben tener en cuenta en el mantenimiento de un Centro de Recogida  
(Fuente: Elaboración propia)

---

### ***1.1.2 Áreas de Aportación o Recogida selectiva de residuos urbanos***

Muchas empresas tienen actualmente implantados sistemas de Gestión Ambiental por lo cual realizan una recogida selectiva de los residuos urbanos o asimilables producidos en sus instalaciones (envases, papel-cartón de oficinas, vidrio ...). Sin embargo una vez realizada esta separación encuentran problemas para su retirada porque muchas Áreas Empresariales no cuentan con equipamientos-contenedores para la recogida selectiva- o estos son escasos y están alejados de las instalaciones.

#### **Diseño**

Las Áreas de Aportación son zonas donde se agrupan dos o mas tipos de contenedores en los que se pueden depositar distintos tipos de residuos. Se utilizan para la recogida selectiva de residuos urbanos. En los contenedores solo se deben depositar residuos recogidos selectivamente en las oficinas de las empresas, cocinas y en general residuos no procedentes de la actividad industrial.

Se recomienda instalar los siguientes tipos de contenedores:

- ❑ Contenedor amarillo. Envases
- ❑ Contenedor Verde: Vidrio
- ❑ Contenedor negro: Fracción restos
- ❑ Contenedor Azul: Papel y Cartón

El número y ubicación de las Áreas de Aportación y el número y clase de contenedores en cada una deberá diseñarse teniendo en cuenta la parcelación, los servicios y tipología de empresas. Los ratios previstos para zonas urbanas no son siempre válidos ya que el tipo de actividades y producción de residuos es diferente.

A modo de ejemplo se recomienda:

- ❑ 1 Área de Aportación cada 200 metros en Áreas Empresariales de parcelas pequeñas (Aproximadamente de menos de 2.000 m<sup>2</sup>).
- ❑ 1 Área de Aportación cada 300-400 metros en Áreas Empresariales de parcelas grandes (Aproximadamente de mas de 2.000 m<sup>2</sup>).

Debido a la diversidad de parcelas y sectores industriales es necesario realizar estudios específicos.





Figura 4. Área de Aportación en Área Empresarial

## Gestión

Las Áreas de Aportación deben mantenerse en correcto estado para evitar que se conviertan en un foco de depósito de residuos no controlado.

- ❑ Libres de pintadas y limpios.
- ❑ Cierres de los contenedores en correcto estado.
- ❑ Tapas en correcto estado.
- ❑ Sin reboses.

Las rutas de recogida de los contenedores se planificarán en función del grado de llenado de los mismos. La periodicidad deberá adaptarse al grado de llenado de los contenedores y a la tipología de empresas. Se recomiendan como mínimo las siguientes periodicidades:

- ❑ 2-3 veces semana para envases y fracción resto.
- ❑ 1 vez por semana para papel-cartón y vidrio.

---

### **1.1.3 Acuerdos con gestores de residuos**

La entidad Gestora del Área Empresarial puede llegar a un acuerdo con Gestores de residuos que ofrecerá como ventaja a los empresarios:

- Precios mas competitivos.
- Frecuencias adaptadas a los requerimientos de los empresarios.

Para poder llegar a este tipo de acuerdos se deben recopilar los siguientes datos:

- Empresas interesadas.
- Cantidades de residuos producidas por tipos y frecuencias de generación.
- Gestores que actualmente recogen residuos en el Área Empresarial.
- Precios actuales de gestión.

### **1.1.4 Control de la gestión de los residuos del Área Empresarial**

La Entidad de Gestión del Área debe realizar un control de la gestión de los residuos y en especial de las infraestructuras y equipamientos disponibles y su estado de conservación.

Para la realización de este control se propone:

#### **Inventario de los Residuos generados y gestionados**

*Objetivo:* Conocer la cantidad y evolución de los residuos producidos y gestionados.

*Datos necesarios:* Cantidades y tipos de residuos producidos y gestionados. Estos datos deben tratarse de forma agregada para el conjunto del Área.

*Fuentes:* Encuestas a las empresas, datos procedentes de la recogida selectiva de residuos y del Centro de Recogida.

#### **Indicadores de control de Infraestructuras**

Los indicadores que se proponen están enfocados hacia el control de las medidas de gestión integral propuestas.

- N° de contenedores de cada tipo instalados (envases, vidrio, papel-cartón).
- N° de contenedores/ m<sup>2</sup> del área.
- N° contenedores/ml de vial.

En relación al Centro de Recogida o sistema de gestión conjunto:

- t/año de residuos de cada tipo recogidos y gestionados.

### 1.1.5 Medidas de sensibilización e información

La Entidad Gestora del Área Empresarial debe fomentar el reciclaje y la correcta gestión y colaborar con las empresas mediante la puesta en marcha de las siguientes medidas:

<b>Contenidos</b>	<b>Medios de difusión</b>
<p>Recogida selectiva</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Los residuos que deben depositarse en cada contenedor.</li> <li><input type="checkbox"/> Horarios y frecuencias de recogida de los residuos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Web del Área Empresarial</li> <li><input type="checkbox"/> Hojas y Carteles Informativos en las Áreas de Aportación y envíos a los responsables de medio ambiente de las empresas</li> </ul>
<p>Centro de Recogida</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Los residuos admitidos</li> <li><input type="checkbox"/> Horarios y frecuencias de recogida de los residuos.</li> <li><input type="checkbox"/> Horarios de apertura</li> <li><input type="checkbox"/> Precios de gestión</li> <li><input type="checkbox"/> Condiciones para la recepción de los residuos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Web del Área Empresarial</li> <li><input type="checkbox"/> Hojas y Carteles Informativos en las Áreas de Aportación y envíos a los responsables de medio ambiente de las empresas</li> </ul>
<p>Medidas para la minimización y correcta gestión en las empresas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Elaboración de Guía sobre la gestión de residuos industriales enfocada hacia los sectores predominantes del Área Empresarial</li> <li><input type="checkbox"/> Documentos tipo de minimización de RP en sectores predominantes</li> <li><input type="checkbox"/> Nuevas tecnologías para la minimización</li> <li><input type="checkbox"/> Información sobre gestores de residuos en la Comunidad de Madrid</li> <li><input type="checkbox"/> Normativa vigente en materia de residuos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Web del Área Empresarial</li> <li><input type="checkbox"/> Jornadas informativas para la minimización</li> <li><input type="checkbox"/> Publicación de Guías y documentos</li> </ul>

Tabla 7. Medidas de sensibilización e información  
(Fuente: Elaboración propia)

---

### **1.1.6 Gestión de residuos industriales en las empresas**

Se incluyen de forma resumida en este apartado las obligaciones de los productores de los residuos y algunas recomendaciones para la correcta gestión en las empresas. Los pasos que tiene que dar una empresa para gestionar adecuadamente sus residuos son los siguientes:

#### **1- Identificación, Registro e Inventario de residuos:**

La identificación correcta de los residuos y el registro actualizado de los mismos permite controlar los almacenamientos y su producción. También facilita la puesta en marcha de medidas de minimización y facilita la toma de decisiones a la hora de gestionar los residuos.

En caso de tratarse de residuos peligrosos, el Artículo 17 del *Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba, el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos* modificado por el *Real Decreto 952/1997, de 20 de junio*, establece que el productor de residuos peligrosos está obligado a llevar un registro de control de la gestión y almacenamiento de residuos peligrosos, en el que deberán figurar los siguientes datos:

- ❑ Origen de los residuos (indicando si son de generación propia o de importación).
- ❑ Cantidad, naturaleza y código de identificación de los residuos según el anexo I. del RD 952/1997, de 20 de junio. Se debe incluir asimismo el código LER (Lista Europea de Residuos).
- ❑ Fecha de inicio y finalización del almacenamiento temporal.
- ❑ Fecha y número de la partida arancelaria en caso de importación de residuos peligrosos.
- ❑ Fecha y descripción de las operaciones de tratamiento y eliminación en caso de productor autorizado a realizar operaciones de gestión "in situ".
- ❑ Frecuencia de recogida y medio de transporte.

#### **2-Obligaciones Administrativas:**

Aquellas actividades que produzcan residuos peligrosos deberán contar con la autorización de productor de residuos peligrosos. No obstante quedarán exentas de autorización aquellas industrias y actividades que adquieran la condición de Pequeños Productores mediante sus inscripción en el Registro de Pequeños Productores de Residuos Peligrosos de la Comunidad de Madrid. Dicha inscripción en el registro, que se hará a instancias del interesado, se podrá denegar o autorizar a quienes respectivamente no alcancen o superen la cuantía de 10.000 Kg anuales de residuos peligrosos, teniendo en cuenta la cantidad y el

riesgo que para la salud humana y el medio ambiente presenten los residuos generados, tal y como se establece en las disposiciones normativas vigentes.

El artículo 38 de la Ley 5/2003, de 31 de marzo de Residuos de la Comunidad de Madrid recoge las obligaciones de los productores de residuos peligrosos, entre las que se encuentran las siguientes obligaciones administrativas en función de la condición que ostente la actividad: productor o pequeño productor.

	<b>Productor</b>	<b>Pequeño Productor</b>
Declaración Anual relativa a los residuos peligrosos producidos  RD 833/1988 de 20 de julio y Ley 5/2003, de 20 de marzo	Sí	No
Auditoría Ambiental (1) Ley 5/2003, de 20 de marzo	Sí	No
Estudio de minimización de RP (2)  RD 952/1997, de 20 de junio y Ley 5/2003, de 20 de marzo	Sí	Sí
Registro de residuos peligrosos (3) RD 833/1988 de 20 de julio, RD 952/1997, de 20 de junio y Ley 5/2003, de 20 de marzo	Sí	Sí

Tabla 8. Obligaciones administrativas de los productores de RP  
(Fuente: Elaboración propia)

- (1) Se realizará y presentará cada dos años excepto aquellas empresas adheridas con carácter voluntario al Sistema Comunitario de Gestión y Auditoría Ambiental (EMAS).
- (2) Se presentará con carácter cuatrienal, siempre que en la actividad se generen RP asociados al proceso de producción
- (3) Este Registro contendrá los datos de los RP producidos y del destino de los mismos durante los últimos 5 años y deberá permanecer en el centro productor a disposición de la autoridad competente.

---

### **3-Recogida selectiva de residuos:**

Para realizar una correcta gestión de residuos y favorecer su reciclaje o tratamiento correcto posterior es fundamental establecer sistemas in situ de separación selectiva. Para establecer las necesidades de contenerización es conveniente dibujar en un plano los puntos donde se producen los distintos tipos de residuos y las cantidades aproximadas de generación diaria.

Los contenedores serán adecuados a cada tipo de residuos y serán vaciados periódicamente.

Recomendaciones en los puntos de separación:

- ❑ Evitar poner en contacto residuos peligrosos con no peligrosos. Deberán estar separados y diferenciados los contenedores de ambos tipos de residuos.
- ❑ Separar adecuadamente y no mezclar los residuos peligrosos entre sí, ya que se puede aumentar su peligrosidad y dificultar su gestión.
- ❑ Señalizar mediante carteles y colores los diferentes tipos de residuos para evitar mezclas.
- ❑ Informar a los empleados de los sistemas de segregación existentes.
- ❑ Una vez segregados los residuos peligrosos y no peligrosos, se debe proceder a su identificación y asignación del Código LER según la metodología establecida en la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la Lista Europea de Residuos.
- ❑ En caso de tratarse de residuos peligrosos también deben codificarse siguiendo la metodología establecida en el RD 833/1988, de 20 de julio y modificada por el RD 952/1997, de 20 de junio, que consiste en asignar un código, compuesto a su vez por un conjunto de siete códigos, con el fin de que los residuos estén en todo momento identificados.

---

#### 4-Almacenamientos temporales de residuos:

Los residuos separados deben almacenarse hasta que el gestor realice su recogida. Las principales restricciones y normas se refieren a los almacenamientos temporales de residuos peligrosos.

- ❑ Los almacenamientos deberán cumplir con la legislación y normas técnicas que les sean de aplicación. El tiempo de almacenamiento de los residuos peligrosos no podrá exceder de seis meses, salvo autorización expresa de la consejería competente en materia de medio ambiente.
- ❑ Las zonas de almacenamiento deberán estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados. Deben ser zonas accesibles para bomberos.
- ❑ El almacenamiento debe contar con las medidas y dispositivos necesarios de forma que se evite el arrastre por lluvia de las sustancias contaminantes con objeto de que no alcance el suelo, la red de alcantarillado o de pluviales.
- ❑ El envasado de los residuos peligrosos se realizará en contenedores compatibles con las características de peligrosidad del residuo, debiendo situarse sobre el suelo impermeabilizado así como en sitio cerrado o en ubicación exterior con sistema de recogida de lixiviados o derrames, el cual estará separado de la red de saneamiento.
- ❑ Las áreas de almacenamiento deberán estar diferenciadas para cada tipología de residuo peligroso, especialmente en el caso de incompatibilidad físico-química y para evitar mezcla de residuo valorizables con aquellos que puedan dificultar su valorización en caso de vertidos o situaciones accidentales.
- ❑ Disponer de los sistemas de seguridad contra incendios exigibles de acuerdo al tipo de residuo almacenado.
- ❑ Para almacenamientos interiores contar con ventilación natural o forzada para evitar la acumulación de vapores peligrosos.
- ❑ Llevar un inventario actualizado de las fechas de entrada en el almacén para no excederse del periodo máximo de almacenamiento.
- ❑ Contar con señalización en lugares y formas visibles, alusiva al almacenamiento de residuos y a la peligrosidad de los mismos.

- 
- Los recipientes o envases deben estar correctamente etiquetados. De forma clara, legible e indeleble. Deberá figurar:
    - ✓ El código de identificación de los residuos que contiene, según el sistema de identificación que se describe en el Anejo I del RD 833/1988, de 20 de julio y el RD 952/1997, de 20 de junio.
    - ✓ Nombre, dirección y teléfono del titular de los residuos.
    - ✓ Fecha de envasado. A partir de este momento serán 6 meses los que se pueda tener ese residuo almacenado, salvo autorización expresa del órgano competente en materia de medio ambiente de la comunidad autónoma.
    - ✓ La naturaleza de los riesgos que presentan los residuos. para lo que se utilizarán los pictogramas establecidos en el citado RD 833/1988, de 20 de julio.
  
  - Almacenamiento en recipientes móviles: La altura máxima de apilamiento de envases apoyados directamente unos sobre otros vendrá determinada por la resistencia del propio envase y la densidad de los residuos almacenados. Los recipientes estarán protegidos contra los riesgos que provoquen su caída, rotura y derrame de lo contenido. Utilizar cubetos de retención individuales o sistema equivalente que asegure el confinamiento de derrames accidentales. En un mismo cubeto sólo podrán almacenarse líquidos de la misma clase o subclase para la que fue proyectado o de otra de riesgo inferior, procurando agrupar aquellos que contengan productos de la misma clase. No obstante, se estará a lo dispuesto en la normativa vigente relativa al almacenamiento de productos químicos, cuando resulte de aplicación.
  
  - Almacenamiento en recipientes fijos: Para empresas que generan grandes cantidades de residuos para su almacenamiento es aconsejable por el ahorro de costes de gestión que supone la adquisición de tanques de gran capacidad en lugar de recipientes menores que en una única retirada puedan llenar un camión cisterna, de manera que se reduzca la frecuencia de recogidas y estas se aprovechen al máximo y sea más rentable tanto para el gestor como para el productor. Estos tanques deberán disponer de cubetos específicos antiderrames y cumplir la normativa vigente de almacenamiento de productos químicos, cuando resulte de aplicación, *Real Decreto 379/2001, de 6 de abril por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias MIE APQ-1, MIE APQ-2, MIE APQ-3, MIE APQ-4, MIE APQ-5, MIE APQ-6 y MIE APQ-7.*

A modo de ejemplo se incluyen algunas imágenes de almacenamientos:



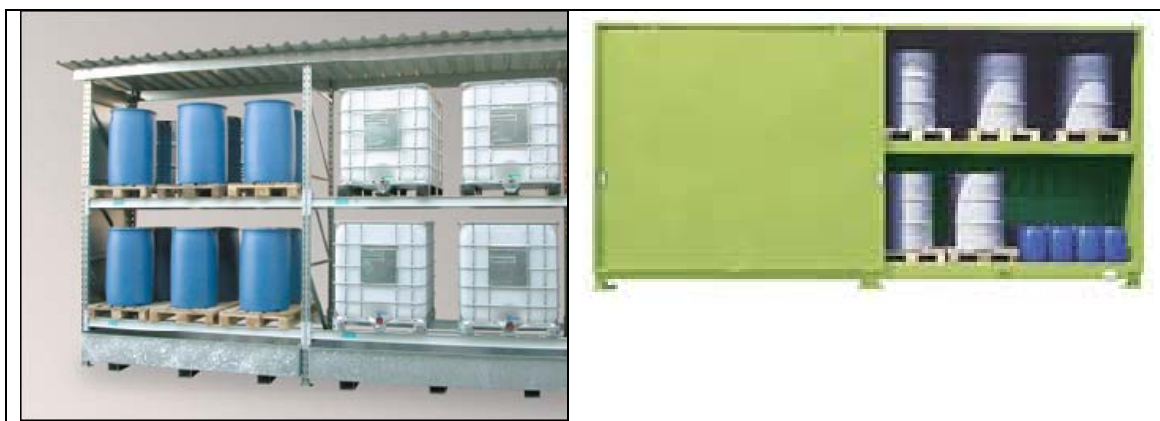


Figura 5. Almacenamiento en exterior y en armarios

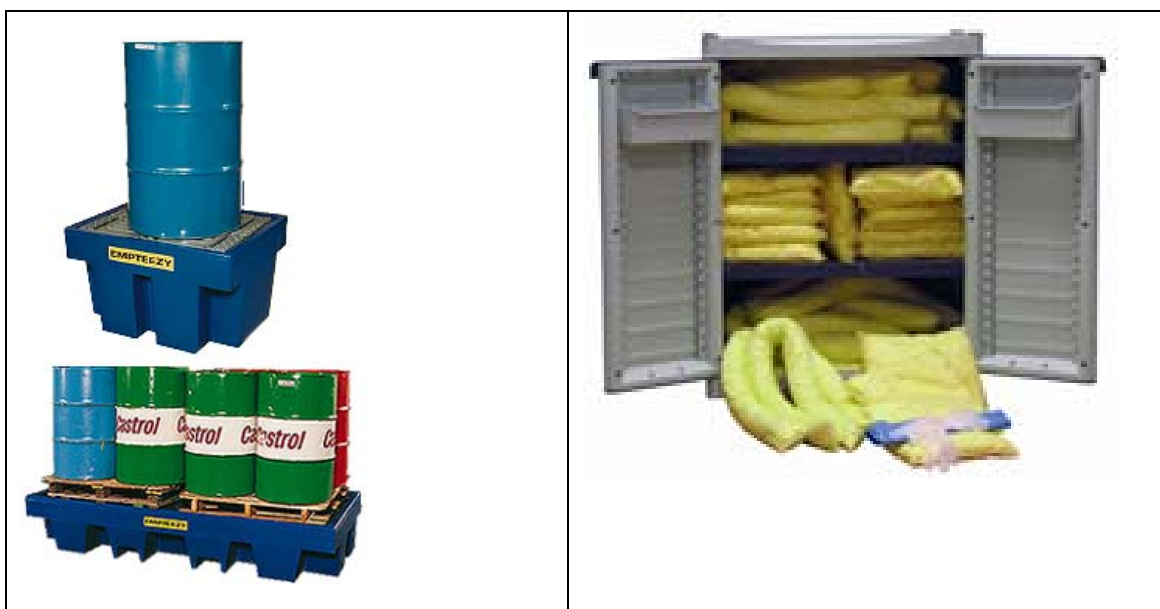


Figura 6. Envases sobre cubetos y armarios para materiales absorbentes.

## 5-Gestión y documentación

La gestión de un residuo peligroso engloba las siguientes etapas:

### Solicitud de admisión/documento de aceptación:

Antes de entregar el residuo peligroso el productor debe estar en posesión del *documento de aceptación* del gestor de destino, documento que deberá ser conservado por un periodo no inferior a 5 años.

Para ello previamente, la empresa productora deberá solicitar al gestor, la admisión de su residuo para lo que deberá suministrar al gestor toda la información necesaria que le sea requerida para facilitar su gestión. Dicha información como mínimo incluirá los

---

códigos de identificación del residuo según el RD 833/1988, de 20 de julio modificado por el RD 952/1997, de 20 de junio, propiedades físico químicas, composición química, volumen y peso y la frecuencia de retirada del residuo.

En caso de que este cumpla los criterios de admisión en la instalación del centro gestor, éste aceptará el residuo emitiendo el documento de aceptación.

*Notificación de traslado (art. 41 del RD 833/1988, de 20 de julio)*

El productor que se proponga ceder residuos peligrosos deberá remitir, al menos, con diez días de antelación a la fecha del envío de los citados residuos una notificación de traslado, en la que deberán recogerse el nombre o razón social del destinatario y del transportista, el medio de transporte e itinerario previsto, las cantidades, características y código de identificación de los residuos, así como la fecha o fechas de los envíos.

La notificación será remitida al órgano competente de la Comunidad Autónoma a la que afecte el traslado o al Ministerio competente en materia de Medio Ambiente si afecta a más de una Comunidad Autónoma. En éste caso, el citado Ministerio comunicará tal extremo a las Comunidades Autónomas afectadas por el tránsito.

*Documento de control y seguimiento (DCS) (Anexo V del RD 833/1988, de 20 de julio)*

El Documento de Control y Seguimiento es el documento de acompañamiento del residuo peligroso en su transporte, desde su origen hasta su destino final, incluyendo los pasos intermedios de transferencia del mismo. La titularidad y responsabilidad del residuo debe estar en todo momento identificada. Cada transferencia de titularidad se acredita mediante la formalización de un Documento de Control y Seguimiento.

Tanto el productor del residuo, como el gestor, participan en la formalización del documento de control y seguimiento. Los productores deben formalizarlo desde el lugar de producción hasta los centros de recogida, tratamiento o eliminación.

El productor de residuos peligrosos también deberá registrar y conservar los documentos de aceptación y el de control y seguimiento durante cinco años como mínimo.

---

## 1.2 Gestión Integral del Agua

### OBJETIVOS:

Diseñar un sistema que asegure un ciclo sostenible del agua en el Área Empresarial

Minimizar el consumo de agua y fomentar al máximo la reutilización de la misma

Evitar las pérdidas en las instalaciones de saneamiento y abastecimiento de agua

Asegurar que los vertidos producidos en el Área Empresarial no ocasionen perjuicios sobre el medio ambiente o instalaciones de saneamiento y depuración municipales

Controlar y asegurar la calidad del agua y de los vertidos

El desarrollo económico de un país es especialmente dependiente de la disponibilidad de agua y más, si se trata como en el caso de España de un bien escaso. La Directiva Marco del Agua (D 60/2000/CE, de 23 de octubre) establece un marco para la protección de las aguas, integrando la gestión de las aguas superficiales continentales, las subterráneas, las costeras y las de transición.

El sector industrial tiene una enorme importancia medioambiental, debido tanto a su consumo de recursos naturales (en este caso agua), como a su potencial poder contaminante por los vertidos que genera.

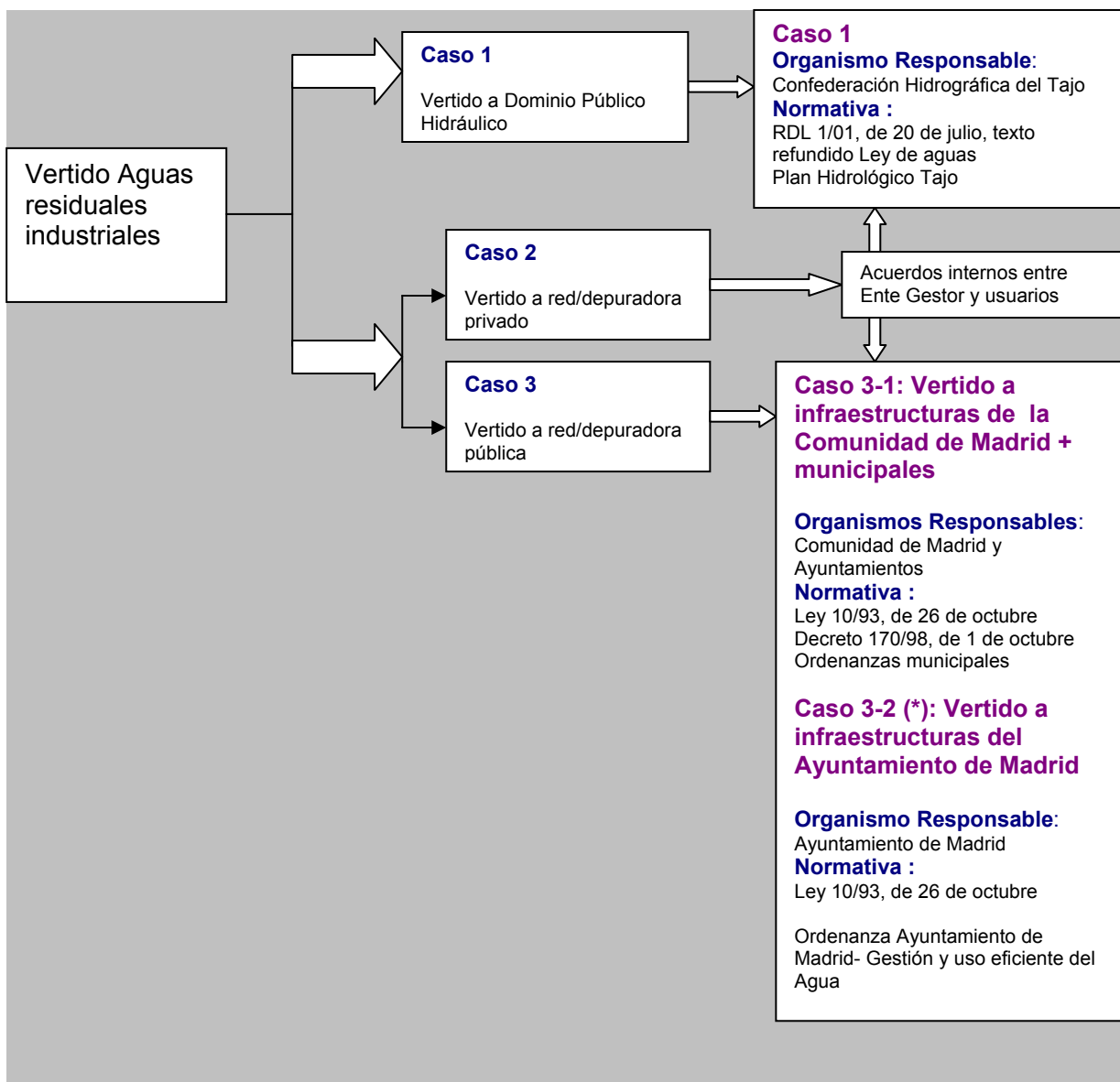
Por todo ello, es fundamental que se compatibilicen los intereses económicos (promotores principales de la actividad industrial) con los intereses de preservación del medio ambiente. Para conseguir este objetivo las Áreas Empresariales deben realizar una gestión integral del agua, que supere el concepto tradicional de la simple instalación de una depuradora.

De forma previa a la introducción del concepto del Ciclo Integral del Agua se resumen a continuación algunos conceptos así como los organismos responsables del Sistema Integral de Saneamiento de un Área Empresarial en función del destino del vertido final.

### 1.2.1 Organismos responsables y elementos del sistema

En los siguientes esquemas se presentan las alternativas más habituales que pueden plantearse para el vertido de las aguas residuales y pluviales producidas en un Área Empresarial, y en cada caso los organismos responsables y normativa de aplicación.

#### Aguas Residuales:



(\*) Circunstancias similares (red municipal + depuradora municipal) podrían darse en otros municipios de la Comunidad de Madrid, si bien esta situación es poco habitual.

---

A continuación se explica, mas detalladamente, cada uno de los casos.

### **Caso 1: Vertido con destino al Dominio Público Hidráulico (DPH)**

En este caso las empresas vierten directamente al DPH o a una red de saneamiento del Área Empresarial que a su vez vierte al DPH, en ambos casos previo tratamiento de acuerdo a la autorización de vertido.

<b>Organismo responsable</b>	<b>Normativa Vigente</b>
El Organismo de Cuenca responsable de los vertidos a cauces, canales y embalses en la Comunidad de Madrid, es la <b>Confederación Hidrográfica del Tajo (CHT)</b> .	Los efluentes de los sistemas de regeneración y saneamiento de un Área Empresarial, que sean vertidos a DPH, deberán cumplir los objetivos de calidad establecidos en el Plan Hidrológico de la Cuenca del Tajo, aprobado por Real Decreto 1664/1998, de 24 de julio y detallados en los Artículos 25, 26, 27 y 28 del citado Plan.

Las Áreas Empresariales deberán presentar a la Confederación Hidrográfica del Tajo (CHT) estudios específicos de sus propuestas de sistemas de regeneración y saneamiento, para su aprobación. Según el art 28 del Plan Hidrológico del Tajo los proyectos de nuevas urbanizaciones deberán establecer preferentemente redes de saneamiento separativas para aguas negras y pluviales. Asimismo deberá justificarse al solicitar la autorización de vertido ante la CHT, la tipología que se adopta en función de los riesgos potenciales de las diferentes alternativas, para el dominio público hidráulico.

### **Caso 2: Vertido con destino a una red o depuradora privada del Área Empresarial**

En este caso el Área Empresarial dispondría de una red de saneamiento privada con destino a una depuradora privada exclusiva para los vertidos de las empresas, cuya gestión puede llevarla a cabo el órgano gestor del Área o cualquier entidad o empresa subcontratada por ella. No es un caso habitual en la Comunidad de Madrid ya que la mayor parte de depuradoras existentes son públicas y no exclusivas de vertidos industriales.

Los límites permitidos de salida del vertido de la depuradora privada y el organismo responsable de su control que los controle dependerán de su destino final.

- ❑ Si el vertido es al DPH estaríamos en el Caso 1, analizado anteriormente. Los límites de vertido de la depuradora los impondría la CHT.
- ❑ Cuando el vertido se realice a una red pública (Sistema Integral de Saneamiento) estaríamos en el Caso 3. Los límites de vertido de la depuradora serían los de la Ley 10/93, de 26 de octubre, sobre vertidos líquidos industriales al sistema integral de saneamiento. Esta alternativa se encuentra recogida en el artículo 14 de dicha Ley.

---

*Artículo 14. Asociación de usuarios.*

*“Cuando varios usuarios se unieran para efectuar conjuntamente el pretratamiento de sus vertidos, deberán obtener **una Autorización de Vertido para el efluente final conjunto**, con declaración de todos los usuarios que lo componen y de sus efluentes. La **responsabilidad** del cumplimiento de las condiciones de vertido será tanto de la comunidad de usuarios **como de cada uno de ellos solidariamente**.*

Cada instalación industrial, tal y como se especifica en el artículo 27 de la Ley 10/93, de 26 de octubre deberá tener una arqueta para el registro de efluentes. Asimismo la depuradora del Área deberá disponer de un registro del pretratamiento.

*Artículo 28. Registro del pretratamiento.*

*Las agrupaciones industriales u otros usuarios que mejoren la calidad de sus efluentes dispondrán, a la salida de su instalación de pretratamiento, de la correspondiente arqueta o registro de libre acceso, sin exclusión de la establecida por el artículo anterior.*

En cualquiera de ambos casos el límite de vertido de las empresas a la red privada y en su caso a la EDAR, vendrá condicionado por los convenios o acuerdos que se suscriban entre los usuarios de la red con la Entidad Gestora de la depuradora.”

### **Caso 3: Vertido con destino a una red o depuradora pública del Área Empresarial**

En esta alternativa el Área Empresarial dispone de una red de saneamiento pública con destino a una depuradora pública. El organismo responsable del caso 3 difiere en función de la ubicación del Área.

#### **Caso 3-1: Área Empresarial ubicada en la Comunidad de Madrid (excepto Municipio de Madrid)**

El Área Empresarial está ubicada en la Comunidad de Madrid, el vertido de la red municipal por lo tanto acaba en un colector o depuradora propiedad de la Comunidad de Madrid. En esta alternativa el Organismo responsable y la normativa vigente es la siguiente.

Organismo responsable	Normativa Vigente de obligado cumplimiento
<p>El organismo responsable de la red de saneamiento donde vierten las empresas (red de saneamiento del Área) normalmente es propiedad y está gestionada por el Ayuntamiento donde se ubica el Área.</p> <p>El organismo responsable de las infraestructuras de depuración y colectores es el Canal de Isabel II.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Decreto 170/98, de 1 de octubre, sobre gestión de las infraestructuras de saneamiento de aguas residuales de la Comunidad de Madrid. Tal y como se establece en el Decreto 170/1998, de 1 de octubre, en su artículo 7, <i>“todos los planes, proyectos o actuaciones de alcantarillado y todos los desarrollos urbanísticos deberán ser informados por la Comunidad de Madrid, cuando impliquen variación en las condiciones de funcionamiento de los emisarios o las depuradoras. Para ello, el Ayuntamiento enviará a la Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Regional una memoria descriptiva del plan, proyecto o actuación, al menos tres meses antes de la aprobación municipal de los mismos, en la que incluirá obligatoriamente el cálculo justificativo de los caudales a conectar.”</i></li> <li>• Ley 10/93, de 26 de octubre.</li> <li>• Ordenanzas Municipales</li> </ul>

### Caso 3-2: Área Empresarial ubicada en el Municipio de Madrid

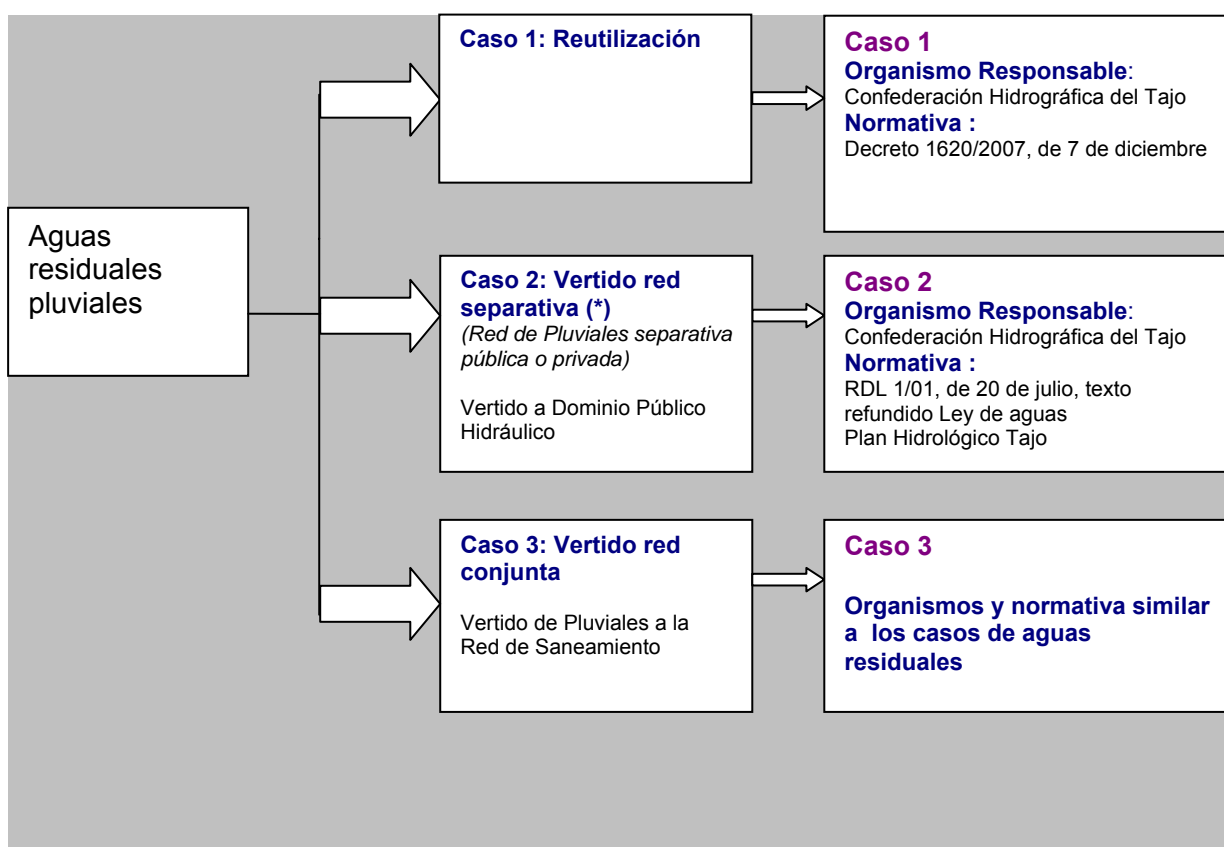
Si el Área está ubicada en el municipio de Madrid, la entidad responsable de la red y de la depuradora es el Ayuntamiento de Madrid y solo debe cumplir la Ley 10/93, de 26 de octubre, sobre vertidos líquidos industriales al sistema integral de saneamiento y las ordenanzas municipales del Ayuntamiento de Madrid. La gestión de las depuradoras puede ser encomendada por el Ayuntamiento a otros organismos como el Canal de Isabel II.

Organismo responsable	Normativa Vigente
<p>La entidad responsable de la red y depuradora es el Ayuntamiento de Madrid.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debe cumplir la Ley 10/93, de 26 de octubre.</li> <li>• Ordenanza Ayuntamiento de Madrid- Gestión y uso eficiente del Agua</li> </ul>

## Aguas Pluviales:

Para las aguas pluviales se han diferenciado los casos en función del tipo de red, separativa o conjunta, incluyendo asimismo la posibilidad de la reutilización.

En el caso de que se proceda a su reutilización será de obligado cumplimiento el Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas.



(\*) Se considera que una red es separativa cuando el vertido de aguas pluviales, exclusivamente se produce al DPH. Si las aguas pluviales se mezclan con aguas residuales o industriales el conjunto se regula como un vertido unitario.



---

### **1.2.2 Ciclo Integral del Agua**

El **Ciclo Integral del Agua** es la expresión que define el recorrido hecho por el agua desde su captación pasando por su almacenamiento, potabilización, distribución y disposición en las empresas y, cerrándolo en sentido inverso, el que realiza para reintegrarse convenientemente depurada a la naturaleza.

Se incluye dentro del Ciclo Integral no solo la depuración sino también las posibilidades de reutilización de distintas corrientes de agua que circulen por el Área Empresarial con el fin de reducir el consumo neto.

En España ya existe una normativa que regula la reutilización de las aguas depuradas, se trata del Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre, que establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas en diferentes usos. Hasta la entrada en vigor del mismo, en materia de legislación en la Comunidad de Madrid se utilizaban las limitaciones establecidas en los Anejos I, II y III del Plan Hidrológico del Tajo, aprobado por Real Decreto 1664/1998, de 24 de julio.

En un Área Empresarial diseñada con criterios ambientales se deberán prever desde el inicio de su concepción, las instalaciones y servicios necesarios para la gestión integral del agua, para lo cual se debe reutilizar el agua a tres niveles. Resulta muy rentable para la industria la planificación de los procesos productivos y la generación de residuos, para minimizar las emisiones y el consumo de materias primas. Los tres niveles de reutilización del agua planteados, son los siguientes:

- ❑ Reutilización de agua en los procesos industriales
- ❑ Reutilización de aguas pluviales regeneradas
- ❑ Reutilización de aguas depuradas regeneradas

Todo ello sin olvidar el uso, por parte de la industria, de las mejores técnicas disponibles (MTDs) para reducir el consumo o reutilizar sus aguas de proceso en la instalación, tal como podría ser la separación del agua de proceso con arreglo a su carga contaminante, o la instalación de conductos de drenaje separados para las zonas con riesgo de contaminación. Las MTDs para los distintos sectores industriales se pueden consultar en la página web: <http://www.eper-es.es/>.

La reutilización de agua en los procesos industriales, es una práctica fundamental para reducir el consumo de agua de cada una de las industrias y no contribuir así al déficit hídrico, asimismo supone un ahorro económico para las empresas. Los usos más comunes del agua en la industria son los que se detallan a continuación:

- 
- ❑ Agua de proceso no integrada en el producto final (lavado, transporte de piezas, limpieza de locales, etc.). Suponen caudales elevados y necesidad de tratamientos, por lo general, poco exigentes.
  - ❑ Agua para refrigeración, calentamiento o generación de vapor. Suponen caudales muy elevados y necesidad de tratamientos específicos (pe. desmineralización).
  - ❑ Agua integrada en el producto final, como en el caso de la industria alimentaria o farmacéutica. Suponen un consumo reducido pero requieren una calidad muy rigurosa, de acuerdo a la legislación vigente.

La reutilización de aguas pluviales regeneradas es una práctica muy interesante, siempre que la climatología de la zona lo permita. Su aprovechamiento se ve muy dificultado en el caso que el régimen pluvial sea poco constante y con aparición frecuente de lluvias torrenciales, por lo que quedará supeditado a un estudio previo de viabilidad.

La reutilización de aguas residuales depuradas regeneradas ha de estudiarse para cada caso concreto, porque según la tipología de las industrias implantadas en el área empresarial puede ser muy dificultoso, pero de aplicarse, es también otra práctica esencial para la reducción del consumo de agua.

Las motivaciones para el tratamiento y reutilización del agua industrial son las que a continuación se indican:

1. Es una nueva fuente de suministro de agua, capaz de aportar recursos hídricos adicionales, bien sea en forma de recursos netos, o bien de recursos alternativos que permiten liberar recursos de agua de mejor calidad y destinarlos a usos más exigentes.
2. Permite una disminución de los costes de tratamiento y de vertido del agua depurada. La reutilización de un agua depurada ofrecerá una clara ventaja económica cuando los requisitos de calidad del tipo de reutilización considerada sean menos exigentes que los establecidos por los objetivos de calidad del medio receptor en el que se ha de realizar el vertido del agua depurada.
3. Supone un ahorro energético, al evitar la necesidad de aportes adicionales de agua desde zonas más alejadas a la de la planta de regeneración de agua.
4. Supone una reducción de las aportaciones de dióxido de carbono a la atmósfera, en razón de los menores consumos energéticos.
5. Supone un aprovechamiento de los elementos nutritivos contenidos en el agua, en el caso de que los tenga, especialmente cuando el agua regenerada se utiliza para riego agrícola y de jardinería.
6. Aporta una mayor fiabilidad y regularidad del caudal de agua disponible. Los flujos de agua depurada son generalmente mucho más estables que los de la mayoría de los cauces naturales de agua o de aguas pluviales.

---

Complementariamente al ciclo del agua se deben incorporar también medidas para evitar o reducir al máximo y controlar las pérdidas del sistema de abastecimiento y de saneamiento. Las fugas de las redes de abastecimiento de aguas constituyen una fuente de pérdidas que pueden reducirse sensiblemente. Las fugas de agua de los sistemas de saneamiento, en especial los de zonas industriales, constituyen una fuente de contaminación de suelos y aguas subterráneas.

El ciclo integral del agua en un Área Empresarial diseñada con criterios ambientales, puede seguir diferentes planteamientos, porque no todos los efluentes son susceptibles de reutilizarse o porque los condicionantes pluviométricos son determinantes. En cualquier caso es necesario efectuar de forma previa un estudio de viabilidad Técnico-Económico en función de la climatología, del tamaño del Área y de la tipología de las actividades económicas que se implantarán en el Área, para decidir si es factible algún tipo de reutilización.

En el caso de que el gestor o promotor del Área decida realizar algún tipo de reutilización de aguas, a efectos de la presente Guía se han previsto, sin carácter excluyente, dos posibilidades.

- **Tipo A:** En el caso que el Área Empresarial tenga una tipología de industrias **cuyas aguas residuales depuradas sea factible regenerar** y, además, esté ubicada en una zona donde el porcentaje de agua de lluvia, con respecto a la cantidad de agua depurada, sea pequeña. En este caso se considera una instalación de **regeneración conjunta del agua de lluvia y del agua residual depurada**. En el caso que la pluviometría fuera generosa se debería estudiar si interesa una estación regeneradora conjunta o separada.
  
- **Tipo B:** En el caso que el Área Empresarial tenga una tipología de industrias **cuyas aguas residuales depuradas sean complejas de regenerar** y esté ubicada en una zona, donde el porcentaje de agua de lluvia con respecto a la cantidad de agua depurada sea grande. En este caso se considera una instalación de regeneración **exclusivamente del agua de lluvia** y la regeneración del agua residual depurada sólo aplicaría en el caso que el estudio de viabilidad lo aconsejara.

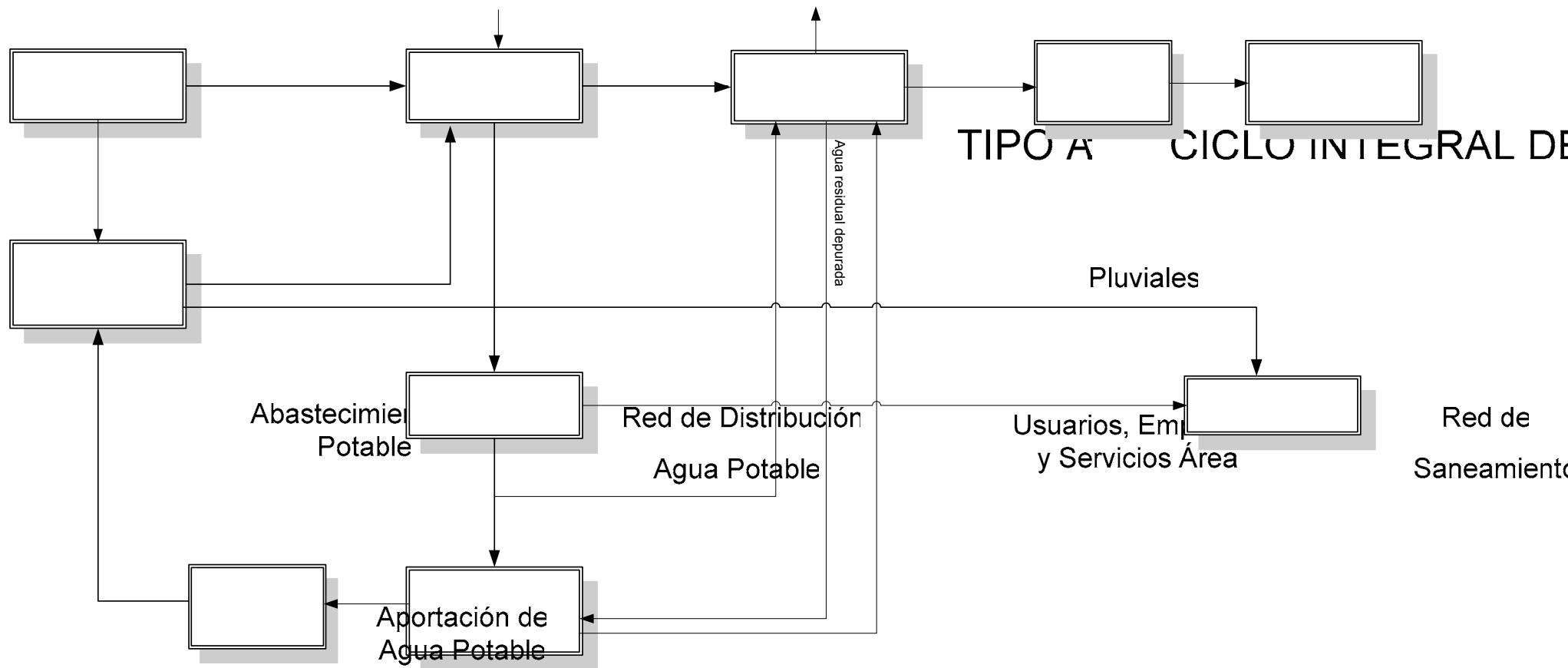


Figura 7. Ciclo Integral del Agua con aprovechamiento del agua depurada de empresas y agua de lluvia

(Fuente: Elaboración propia)

Abastecimiento Agua  
Regenerada

de Agua Regenerada

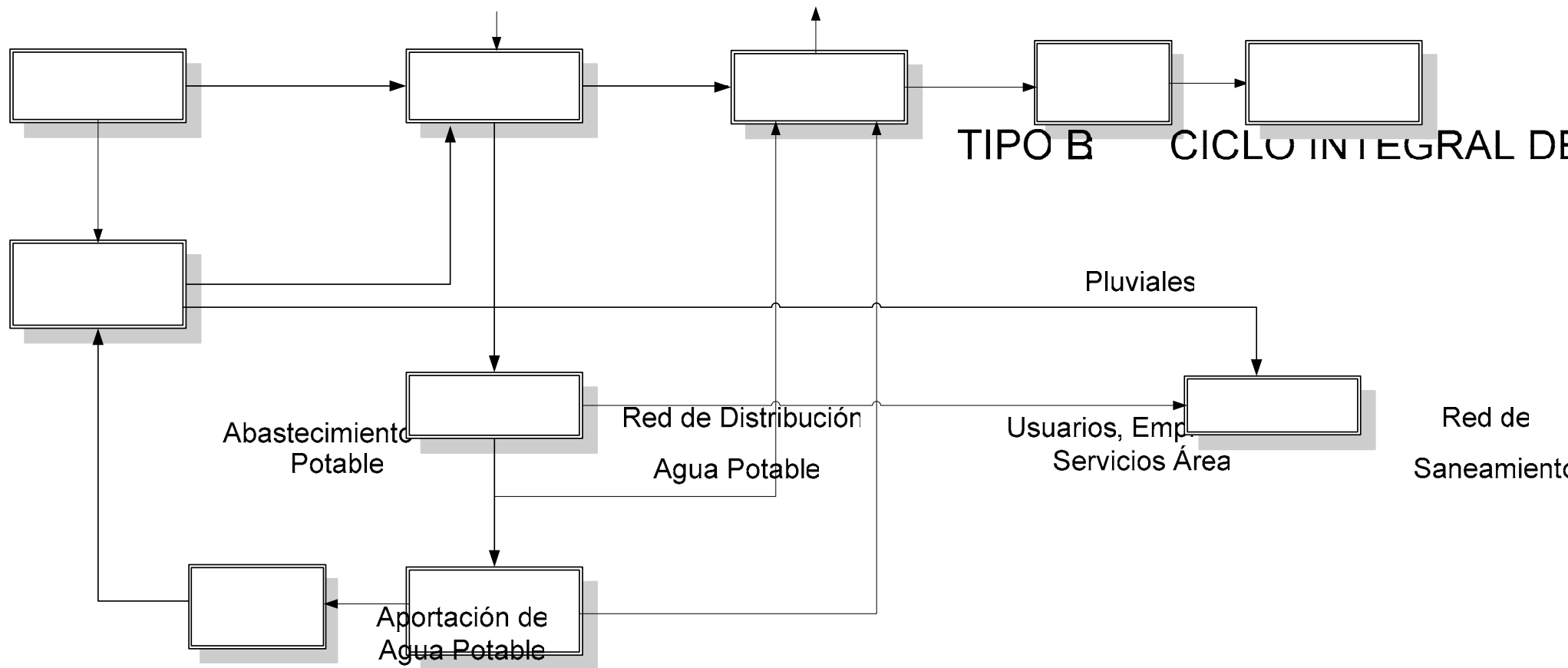


Figura 8. Ciclo Integral del Agua con aprovechamiento del agua de lluvia  
(Fuente: Elaboración propia)

Red de Pluviales

Red de Distribución  
de Agua Regenerada

Abastecimiento Agua  
Regenerada

---

Como se aprecia en la Figura Tipo A, el Área Empresarial dispondría de dos líneas de recogida y tratamiento claramente diferenciadas. Una correspondería a la captación de las aguas de lluvia, procedente de la red de pluviales y su paso posterior a través de un tanque de tormentas y, la otra, a la captación y depuración de las aguas residuales generadas en los diferentes procesos productivos. Los dos efluentes serían enviados a una instalación de regeneración, que los trataría conjuntamente y los enviaría a un depósito de acumulación y abastecimiento de agua regenerada, para su posterior uso en el Área Empresarial.

En la Figura Tipo B, el Área Empresarial como en el caso anterior, dispondría de dos líneas de recogida y tratamiento. Una correspondería a la captación de las aguas de lluvia, procedente de la red de pluviales y la otra a la captación y depuración de las aguas residuales generadas en los diferentes procesos productivos. En este caso, Tipo B, solamente el agua de lluvia sería enviada a la instalación de regeneración y, una vez tratada, a un depósito de acumulación para su posterior uso en el Área Empresarial. Las aguas de proceso depuradas serían vertidas, bien al alcantarillado o a cauce público.

En ambas propuestas se deberá decidir el tratamiento de regeneración a aplicar, en función del uso posterior que se quiera hacer del agua, tal y como determina el RD 1620/2007 en su Artículo 5, que establece que *si una agua regenerada está destinada a varios usos serán de aplicación los valores más exigentes de los usos previstos*.

### **1.2.3 Diseño y gestión del ciclo de agua regenerada**

#### **Diseño**

La decisión de construir un sistema para la regeneración de aguas pluviales y aguas residuales depuradas, debe tomarse en la fase de diseño del Área Empresarial. Esta medida en Áreas Empresariales actualmente en funcionamiento tiene una viabilidad limitada porque obligaría a la construcción de los sistemas para regenerar el agua, pero también a la instalación de las tuberías para la distribución del agua regenerada y de redes colectores separativas (pluviales-industriales). Por lo tanto, si no es inviable si que sería muy costoso. En Áreas Empresariales en fase de diseño es necesario realizar previamente un Estudio de viabilidad Técnico-Económico.

En el caso de que este estudio sea viable la presente Guía propone las siguientes instalaciones que conforman el sistema de regeneración:

- a) Tanque de tormentas
- b) Conducciones de pluviales
- c) Estación regeneradora
- d) Depósito de almacenamiento de agua regenerada

---

## Tanques de Tormentas

Los tanques de tormentas son un elemento fundamental en cualquier sistema de saneamiento en el que se pretenda optimizar la capacidad hidráulica de la conducción a la EDARI (Estación depuradora de aguas industriales) y a la estación regeneradora, así como una minimización de los vertidos de cargas contaminantes al cauce receptor, en situaciones de lluvias moderadas o importantes. Se diseñará para que acumule una cierta cantidad de agua de lluvia inicial, siendo necesario que ésta (cuyo volumen se debe calcular y justificar) se envíe a la estación depuradora de aguas residuales industriales, por tratarse de la más contaminante. El resto se enviará a la estación regeneradora donde se tratará adecuadamente con o sin el agua residual depurada, según el tipo de planteamiento A o B.

El tanque ha de estar provisto de un aliviadero para el caso de que se supere su capacidad (calculada para lluvias de un cierto periodo de retorno). En dichos aliviaderos, es importante que se incluyan sistemas para retener flotantes, ya sean simples pantallas deflectoras o rejillas de limpieza automática. Estos tanques suelen ir provistos de sistemas de limpieza automática, normalmente tambores basculantes. Una vez vaciado el tanque, se acciona el sistema, descargando el agua de los tambores que realiza el barrido de los residuos acumulados en el fondo.

En la presente Guía se pretenden establecer los criterios básicos que se deben tener en cuenta en el diseño. Si bien, cada caso particular debe responder a sus propios condicionantes.

1.- Los datos de partida básicos que deberán conocerse son los siguientes:

- Pluviometría ( $l/m^2$ )
- Superficie neta drenada (has)
- Volumen específico de retención ( $m^3/ha$ )
- Caudales de diseño:
  - Caudal máximo de entrada
  - Caudal de salida de aliviadero
  - Caudal máximo excepcional
  - Caudal punta horizonte en tiempo seco
  - Caudal máximo de alivio.

2.- Los condicionantes externos que deberán conocerse son los siguientes:

a) Condiciones de desagüe al interceptor:

Para su estimación se precisará el diámetro, la pendiente y la cota de rasante del interceptor en el punto en el que se prevea la incorporación, así como la longitud del colector de conexión.

b) Condicionantes de alivio:

---

Se deberá conocer el nivel de avenida correspondiente a los períodos de retorno de 10 y 25 años, así como el nivel del fondo del cauce.

c) Colector general:

Capacidad hidráulica del colector para recibir estos caudales.

Para el diseño del aliviadero será preciso conocer la cota de llegada y el diámetro del colector general.

Indicar que sería deseable que el labio del alivio al cauce exterior se situara a una cota tal que el aliviadero funcionase correctamente para niveles de avenida correspondientes a un período de retorno de 10 años, ya que es el utilizado para el diseño a máximo caudal para los colectores generales. El nivel de período de retorno de 25 años sería el de la cota de urbanización del aliviadero.

El resto de consideraciones técnicas, para el diseño y dimensionamiento de las diferentes partes de la instalación (diseño de la arqueta de regulación, ubicación del volquete de limpieza, cálculo de la longitud de la cámara de retención, etc.), no son objeto de la presente Guía y para ello, se debe acudir a la bibliografía especializada.

Por último, se adjuntan en el Anejo I del presente capítulo a modo de ejemplo, la planta y secciones de un tanque de tormentas tipo.

### Conducciones de pluviales

Cada nave del Área dispondrá de su propio sistema de captación de pluviales. El sistema de captación del agua de lluvia constará de canalizaciones exteriores que las conducirán hasta la red de pluviales.

Al igual que ocurre con las redes de suministro de agua regenerada, las conducciones de aguas de lluvia se han de identificar debidamente y han de disponer de sistemas de seguridad, para impedir su mezcla con el agua potable.

### Estación regeneradora

La ubicación de las instalaciones de regeneración se tiene que elegir correctamente, ya que se generan subproductos (resultantes de la concentración de los elementos contaminantes que han sido retirados del agua). Por ello, es muy conveniente que la planta de regeneración esté cerca de la EDARI (Estación Depuradora de Aguas Residuales Industriales) para así poder retornar a ésta fácilmente los subproductos generados. Además es muy aconsejable que el gestor de la instalación de regeneración sea el mismo que el operador de la EDARI. Ello permite que cualquier anomalía en el funcionamiento de la EDARI sea detectada con la máxima antelación y no afecte al funcionamiento de la instalación de regeneración. De esta manera, la proximidad a nivel de ubicación de planta



---

permite además compartir mejor los recursos materiales y humanos y proporcionar un servicio de operación de mejor calidad.

Las tecnologías posibles para la reutilización se indican a continuación sin carácter exhaustivo. Para cada caso en concreto (función del influente y de las necesidades de calidad del efluente) se deberá diseñar la instalación necesaria.

- 1.- Tratamientos físico-químicos
- 2.- Filtración
- 3.- Intercambio iónico
- 4.- Técnicas de membranas
- 5.- Electrodialisis
- 6.- Reactores biológicos de membrana (MBR)
- 7.- Desinfección mediante cloro o radiación ultravioleta

De las indicadas anteriormente, las **tecnologías de membranas** son las más extendidas últimamente, pero dado el alto coste de implantación, resulta muy conveniente realizar pruebas piloto para la elección de la tecnología más adecuada al tipo de agua a tratar y a la calidad final que se desee conseguir. Las más recomendables son:

a) *Micro y ultrafiltración*. A continuación, se detallan datos básicos de diseño:

- Los volúmenes de filtrado por m<sup>2</sup> de membranas de microfiltración son los siguientes:

<i>Procedencia</i>	<i>Volumen filtrado (m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>)</i>
agua de pozo	1000
agua de proceso i. electrónica	500
agua de consumo	200

Figura 9. Volúmenes de filtrado por m<sup>2</sup> de membrana en micro y ultrafiltración  
Fuente: Informe de vigilancia tecnológica “tratamientos avanzados de aguas residuales industriales”

- La distribución media porcentual de los costes de capital y de operación de un proceso de ultrafiltración son los siguientes:

<b>Costes de capital</b>	<b>%</b>
Bombas	30
Módulos de membranas	20
Estructuras	10
Tuberías y válvulas	20
Sistema de control	20
Total	100

<b>Costes de operación</b>	
Sustitución de membranas	30 -50
Limpieza	10 - 30
Energía	20 - 30
Mano de obra	15
Total	100

Figura 10. Inversiones y costes de operación en sistemas de ultrafiltración

Fuente: Informe de vigilancia tecnológica “tratamientos avanzados de aguas residuales industriales”

b) Ósmosis inversa y nanofiltración. A continuación, se detallan datos básicos de diseño:

- Los materiales y tipos de membranas más comúnmente utilizadas en los procesos de ósmosis inversa, son los que a continuación se detallan:

<i>Material</i>	<i>Tipo membrana</i>	<i>Coefficiente de rechazo (%)</i>	<i>Presiones de trabajo (bar)</i>	<i>Flujo agua tratada (L/m<sup>2</sup>·h)</i>
CA Acetato de celulosa (40 % de acetato)	Loeb-Sourirajan	95 -98	50 - 90	15 - 30
Poliamidas aromáticas	Loeb-Sourirajan	>99.5		0.5 - 1.34
NTR (nanofiltración) Polisulfonas/alcohol polivinílico	Loeb-Sourirajan	20 - 80	3.5 - 14	acceptables
NS100 Polietilenaamina/tolueno	composite	>99	100	8
FT-30/SW-30	composite	99.3 -99.5	55	
Fenilendiamina/cloruro de trimesolil		>99	15	11

Figura 11. Materiales y tipos de membrana en ósmosis inversa

Fuente: Informe de vigilancia tecnológica “tratamientos avanzados de aguas residuales industriales”

Para disponer de costes orientativos de explotación de una instalación de regeneración de aguas depuradas, se propone consultar el documento por título “*Evaluación técnica y económica de las tecnologías de regeneración de aguas*”; Autor: Philippe Rougé (Aguas de Barcelona – SOREA).

En el Anejo II del presente capítulo, se detallan distintas propuestas de sistemas de regeneración de aguas residuales depuradas para obtener diferentes calidades.

---

### Depósito de almacenamiento de agua regenerada

El depósito de almacenamiento de agua regenerada es un depósito pulmón donde se acumulará ésta y servirá para abastecer y regular las necesidades del Área Empresarial.

El volumen de este depósito se calculará mediante fórmula polinómica que incluya como mínimo el valor de las precipitaciones, la superficie de captación y la extensión de la zona verde a regar teniendo en cuenta las necesidades de agua en función de las especies plantadas, en el caso que éste sea uno de los usos más importantes del agua regenerada.

Dispondrá de dos alimentaciones, una desde la red municipal de abastecimiento de agua potable y la otra desde la red de agua regenerada. Estas dos conexiones no podrán entrar, bajo ningún concepto, en contacto con el nivel máximo del depósito, para evitar la contaminación de las mismas.

Por último, indicar que el rebosadero del depósito de almacenamiento de agua regenerada estará conectado a la red o sistema de evacuación de pluviales.

### **Gestión y Mantenimiento**

Tal y como establece el Artículo 2 del Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre, el concepto de reutilización de las aguas se define como la aplicación, antes de la devolución al Dominio Público Hidráulico para un nuevo uso privativo de las aguas que han sido utilizadas, asegurando una calidad mínima en función de los usos a que se va a destinar.

El Artículo 3 del citado Real Decreto, establece que la reutilización de las aguas procedentes de un aprovechamiento requerirán **concesión administrativa** del Organismo de Cuenca, salvo que la reutilización sea solicitada por el titular de la autorización de vertido de aguas residuales, en cuyo caso sólo se requerirá **autorización administrativa**. En el caso que el área empresarial disponga de una entidad gestora y ésta fuera la titular de la autorización de vertido, también podrá disponer de la autorización de reutilización, que tendrá el carácter de complementaria a la de vertido. Estableciéndose, en dicha autorización, los requisitos y condiciones en los que podrá llevarse a cabo la reutilización del agua.

Los usuarios del agua regenerada pueden ser tanto las industrias, para las cuales el Real Decreto ya establece los límites de calidad, el riego de zonas verdes y jardines o el baldeo de calles del Área Empresarial.

Los usos prohibidos para las aguas regeneradas, son los que se indican en el Artículo 4 del citado Real Decreto y, por su parte, los usos admitidos (recogidos en el anejo I.A. del Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre) se exponen en las siguientes tablas:

USO DEL AGUA PREVISTO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (VMA)				
	NEMATODOS INTESTINALES <sup>1</sup>	ESCHERICHIA COLI	SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	TURBIDEZ	OTROS CRITERIOS
<b>1.- USOS URBANOS</b>					
CALIDAD 1.1: RESIDENCIAL <sup>2</sup> a) Riego de jardines privados. <sup>3</sup> b) Descarga de aparatos sanitarios. <sup>3</sup>	1 huevo/10 L	0 (UFC <sup>4</sup> /100 mL)	10 mg/L	2 UNT <sup>5</sup>	OTROS CONTAMINANTES <sup>6</sup> contenidos en la autorización de vertido aguas residuales: se deberá limitar la entrada de estos contaminantes al medio ambiente. En el caso de que se trate de sustancias peligrosas <sup>7</sup> deberá asegurarse el respeto de las NCAs. <sup>8</sup> <i>Legionella spp.</i> 100 UFC/L (si existe riesgo de aerosolización)
CALIDAD 1.2: SERVICIOS a) Riego de zonas verdes urbanas (parques, campos deportivos y similares). <sup>9</sup> b) Baldeo de calles. <sup>9</sup> c) Sistemas contra incendios. <sup>9</sup> d) Lavado industrial de vehículos. <sup>9</sup>	1 huevo/10 L	200 UFC/100 mL	20 mg/L	10 UNT	

<sup>1</sup> Considerar en todos los grupos de calidad al menos los géneros: Ancylostoma, Tricghuris y Ascaris

<sup>2</sup> Deben someterse a controles que aseguren el correcto mantenimiento de las instalaciones

<sup>3</sup> Su autorización estará condicionada a la obligatoriedad de la presencia doble circuito señalizado en todos sus tramos hasta el punto de uso

<sup>4</sup> Unidades Formadoras de Colonias

<sup>5</sup> Unidades Nefelométricas de Turbiedad

<sup>6</sup> ver el Anexo II del RD 849/1986, de 11 de abril

<sup>7</sup> ver el Anexo IV del RD 907/2007 de 6 de julio

<sup>8</sup> Norma de calidad Ambiental ver el artículo 245.5 a del RD 849/1986, de 11 de abril, modificado por el RD 606/2003, de 23 de mayo

<sup>9</sup> Cuando exista un uso con posibilidad de aerosolización de agua es imprescindible seguir las condiciones de uso que señale, para cada caso, la autoridad sanitaria, sin las cuales esos usos no serán autorizados.

USO DEL AGUA PREVISTO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (VMA)				
	NEMATODOS INTESTINALES	ESCHERICHIA COLI	SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	TURBIDEZ	OTROS CRITERIOS
<b>3.- USOS INDUSTRIALES</b>					
CALIDAD 3.1 <sup>1</sup> a) Aguas de proceso y limpieza excepto en la industria alimentaria. b) Otros usos industriales.	No se fija límite	10.000 UFC/100 mL	35 mg/L	15 UNT	OTROS CONTAMINANTES contenidos en la autorización de vertido aguas residuales: se deberá limitar la entrada de estos contaminantes al medio ambiente. En el caso de que se trate de sustancias peligrosas deberá asegurarse el respeto de las NCAs <i>Legionella spp.</i> : 100 UFC/L
c) Aguas de proceso y limpieza para uso en la industria alimentaria	1 huevo/10 L	1.000 UFC/100 mL Teniendo en cuenta un plan de muestreo a 3 clases <sup>2</sup> con los siguientes valores: n = 10 m = 1.000 UFC/100 mL M = 10.000 UFC/100 mL c = 3	35 mg/L	No se fija límite	OTROS CONTAMINANTES contenidos en la autorización de vertido aguas residuales: se deberá limitar la entrada de estos contaminantes al medio ambiente. En el caso de que se trate de sustancias peligrosas deberá asegurarse el respeto de las NCAs. <i>Legionella spp.</i> : 100 UFC/L Es obligatorio llevar a cabo detección de patógenos Presencia/Ausencia ( <i>Salmonella</i> , etc.) cuando se repita habitualmente que c=3 para M=10.000
CALIDAD 3.2 a) Torres de refrigeración y condensadores evaporativos.	1 huevo/10 L	Ausencia UFC/100 mL	5 mg/L	1 UNT	<i>Legionella spp.</i> : Ausencia UFC/L Para su autorización se requerirá: - La aprobación, por la autoridad sanitaria, del Programa específico de control de las instalaciones contemplado en el Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis. - Uso exclusivamente industrial y en localizaciones que no estén ubicadas en zonas urbanas ni cerca de lugares con actividad pública o comercial.

<sup>1</sup> Cuando exista un uso con posibilidad de aerosolización de agua es imprescindible seguir las condiciones de uso que señale, para cada caso, la autoridad sanitaria, sin las cuales esos usos no serán autorizados.

<sup>2</sup> Siendo n: n° de unidades de la muestra; m: valor límite admisible para el recuento de bacterias; M: valor máximo permitido para el recuento de bacterias; c: número máximo de muestra cuyo número de bacterias se sitúa entre m y M.

Figura 12. Anejo I.A. del RD 1620/2007. Calidad del agua para usos urbanos e industriales

USO DEL AGUA PREVISTO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (VMA)				
	NEMATODOS INTESTINALES	ESCHERICHIA COLI	SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	TURBIDEZ	OTROS CRITERIOS
<b>4.- USOS RECREATIVOS</b>					
CALIDAD 4.1 <sup>1</sup> a) Riego de campos de golf.	1 huevo/10 L	200 UFC/100 mL	20 mg/L	10 UNT	OTROS CONTAMINANTES contenidos en la autorización de vertido aguas residuales: se deberá limitar la entrada de estos contaminantes al medio ambiente. En el caso de que se trate de sustancias peligrosas deberá asegurarse el respeto de las NCAs. Si el riego se aplica directamente a la zona del suelo (goteo, microaspersión) se fijan los criterios del grupo de Calidad 2.3 <i>Legionella spp.</i> 100 UFC/L (si existe riesgo de aerosolización)
CALIDAD 4.2 a) Estanques, masas de agua y caudales circulantes ornamentales, en los que está impedido el acceso del público al agua.	No se fija límite	10.000 UFC/100 mL	35 mg/L	No se fija límite	OTROS CONTAMINANTES contenidos en la autorización de vertido aguas residuales: se deberá limitar la entrada de estos contaminantes al medio ambiente. En el caso de que se trate de sustancias peligrosas deberá asegurarse el respeto de las NCAs. P <sub>r</sub> : 2 mg P/L (en agua estancada)

<sup>1</sup> Cuando exista un uso con posibilidad de aerosolización de agua es imprescindible seguir las condiciones de uso que señale, para cada caso, la autoridad sanitaria, sin las cuales esos usos no serán autorizados.

Figura 13. Anejo I.A. del RD 1620/2007. Calidad del agua para usos recreativos

El procedimiento para la obtención de la concesión o de la autorización de la reutilización, se establece en los artículos 8 y 9, respectivamente, del citado Real Decreto. En ellos se indica como la solicitud se debe presentar al organismo de cuenca territorialmente competente. En el Anejo II del RD 1620/2007 se adjunta la “*Solicitud para obtener la concesión o autorización de reutilización de aguas*”.

La gestión y mantenimiento de una instalación de regeneración de un Área Empresarial debe contratarse a una empresa especializada en explotación de este tipo de sistemas. Como se ha dicho anteriormente es muy interesante que sea la misma empresa la que, además de la explotación de la instalación de regeneración, se ocupe también de la estación depuradora de aguas residuales industriales.

Una vez seleccionada la empresa explotadora, ésta prestará los servicios de explotación integral del sistema, es decir:

- La operación (Estación regeneradora, colectores de llegada y acometidas a las empresas)
- El mantenimiento (Estación regeneradora, colectores de llegada y acometidas a las empresas)
- La dirección del servicio
- La gestión integral de los residuos generados en la instalación
- El control analítico de la calidad del agua pluvial recibida y la regenerada
- Las gestiones/trámites con la administración competente siempre que no se requiera la presencia de la propiedad

---

El coste de todos estos servicios estará sufragado por las propias empresas que usen el agua regenerada, a quien se les venderá dicha agua (siempre a un precio más atractivo que el precio de venta del agua potable). Por ello, se instalarán contadores en las acometidas de cada empresa. También sustituirá al agua de riego de jardines y limpieza de viales.

La normativa de funcionamiento de distribución y captación del agua regenerada estará incluida en el **Reglamento Interno de abastecimiento de agua regenerada** de obligado cumplimiento para todos los empresarios que dispongan del agua regenerada y también para la empresa explotadora, donde se reflejarán aspectos como las instrucciones de emergencia en caso de vertido accidental, el protocolo de aviso, etc. Este reglamento será redactado por la Entidad Gestora (pudiéndose asesorar ésta por una empresa especializada) y será asumido por todos los industriales en el momento de su acometida del sistema.

A modo de ejemplo, se da un índice de los apartados mínimos que debería contener dicho reglamento, basado en reglamentos públicos de entidades participadas por la Administración:

- ❑ Objeto, ámbito y disposiciones generales
- ❑ Instrucciones de uso del agua regenerada
- ❑ Calidad del agua
- ❑ Inspección y control
- ❑ Anexos

### **Explotación de la instalación de regeneración**

Las funciones que serán desempeñadas por la empresa explotadora pueden dividirse en: Operación, Mantenimiento, Control de la calidad del agua y Dirección del servicio. En el Anejo III del presente capítulo se detallan, sin carácter excluyente, las diferentes tareas de explotación de una instalación de estas características.

### **Financiación de la explotación del sistema de regeneración de aguas**

Será la Entidad Gestora del Área Empresarial la que decidirá el reparto de los costes de construcción de la estación regeneradora y del sistema de distribución, siendo sufragados por las empresas en el momento de implantarse en el área empresarial y con la posibilidad de recuperación de parte de la inversión, en caso de conexiones posteriores.

Para los costes de explotación, se debería estipular (previo estudio de costes) un precio por metro cúbico por agua regenerada usada por cada empresa. Para que resultase atractivo para los industriales, el precio del m<sup>3</sup> debería ser inferior al coste del m<sup>3</sup> de agua de red.

---

Los costes típicos de explotación de una estación regeneradora de aguas, se exponen en el Anejo IV del presente capítulo. Estos costes, en especial los de personal, pueden ser reducidos cuando se explota conjuntamente la planta depuradora y la planta regeneradora de aguas.

#### **1.2.4 Diseño y gestión del sistema de depuración**

El diseño y gestión del sistema de depuración de las aguas residuales del Área Empresarial, debe asegurar las exigencias de vertido establecidas por la Normativa vigente. En este sentido, los vertidos líquidos industriales al Sistema Integral de Saneamiento en el ámbito territorial de la Comunidad de Madrid, están regulados por la Ley 10/1993, de 26 de octubre, sobre vertidos líquidos industriales al sistema integral de saneamiento. Si el vertido se efectúa al Dominio Público Hidráulico, el tratamiento previo es obligatorio y deberá cumplirse la normativa vigente *Real Decreto legislativo 1/01, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la ley de aguas* y la normativa del Plan Hidrológico del Tajo, así como las condiciones impuestas en la autorización de vertido.

El establecimiento de un sistema de depuración conjunto de aguas residuales en el Área Empresarial, presenta innumerables ventajas para las empresas y para la propia Administración. Para las primeras, las posibles ventajas son las que se exponen a continuación y para la segunda, también resulta interesante en el sentido de que se reducen los interlocutores y las instalaciones a administrar. No obstante, la viabilidad técnica-económica de un sistema de depuración conjunto depende del tamaño del Área y de los sectores económicos de las empresas, por lo que es necesario realizar estudios previos.

Las ventajas para las empresas son las siguientes:

- ❑ Pueden centrar sus esfuerzos en sus respectivos procesos productivos y dejar en manos de una empresa especializada las tareas de saneamiento de sus aguas residuales.
- ❑ Los costes de mantenimiento, operación y consumos de recursos varios (energía, reactivos, etc.) son compartidos entre todas las empresas del Área, con la consiguiente optimización de los mismos.
- ❑ Las empresas normalmente no necesitan de un tratamiento propio de sus aguas residuales, si bien deben acondicionarlas debidamente antes de su vertido a la depuradora conjunta. Con ello, se evitan acumulaciones de aguas y olores, y también se dispone de más espacio físico en su parcela para sus procesos productivos.

- 
- ❑ Se trata de un sistema justo en el sentido de que quien más vierte y más contamina, más paga. En cambio, quien más optimice su generación de aguas residuales, menor será su aportación a los costes de explotación de la EDARI.

Desde un punto de vista de las responsabilidades de las empresas que conforman el área empresarial, la depuración conjunta supone, entre otras, lo siguiente:

- ❑ Para la inspección de la Administración, las instalaciones industriales deberán disponer antes de la confluencia de sus vertidos en la arqueta común, arquetas o registros individuales, tal y como se establece en la Ley 10/1993, de 26 de octubre en los artículos 27, 28 y 29 de la citada Ley. Se incluye como Anejo IX las recomendaciones para el diseño de esta arqueta cuando no se pueden cumplir las especificaciones de la Ley.
- ❑ Deben respetarse las limitaciones de vertido impuestas en el artículo 5 de dicha Ley, así como las limitaciones impuestas por la entidad gestora de la depuradora.
- ❑ La responsabilidad del cumplimiento de las condiciones de vertido final, a colector o cauce será tanto de la comunidad de usuarios como de cada uno de ellos solidariamente, tal y como se establece en el Artículo 14 de la Ley 10/1993: *“Cuando varios usuarios se unieran para efectuar conjuntamente el pretratamiento de sus vertidos, deberán obtener una Autorización de Vertido para el efluente final conjunto, con declaración de todos los usuarios que lo componen y de sus efluentes. La responsabilidad del cumplimiento de las condiciones de vertido será tanto de la comunidad de usuarios como de cada uno de ellos solidariamente”*.

En la Comunidad de Madrid actualmente no hay muchos ejemplos de depuradoras en Polígonos Industriales. En Colmenar Viejo, el Polígono Industrial La Mina, posee una depuradora para los vertidos para las empresas que es gestionada por el Canal de Isabel II.

No deben olvidarse los posibles problemas que pueden originar, los vertidos de efluentes industriales a un sistema de saneamiento urbano. A continuación se enumeran los más habituales:

- ❑ Ataque a las conducciones (colectores), por características del agua (acidez, alcalinidad, gases, aguas blandas, sulfatos, temperatura, etc.).
- ❑ Taponamientos y obstrucciones en las conducciones (colectores) y en la propia depuradora, por presencia de hidróxidos, carbonatos, aceites, grasas y sólidos en suspensión.
- ❑ Presencia de compuestos nocivos y/o peligrosos para el personal de la depuradora urbana.
- ❑ Sobrecostos en la explotación de la depuradora urbana, por adición de reactivos, gestión de residuos y fangos, etc.
- ❑ Inhibición de los procesos biológicos, por presencia de compuestos específicos.



- 
- ❑ Presencia de contaminantes refractarios que no han sido eliminados en la depuradora industrial.

## **Diseño**

El diseño de la estación depuradora industrial debe hacerse en función del destino de las aguas residuales del Área Empresarial. Una EDARI (Estación Depuradora de Aguas Residuales Industriales) puede tener diferentes procesos para el tratamiento de las aguas influentes. En el Anejo V del presente documento, se identifican sin carácter exhaustivo los diferentes tratamientos posibles.

No es objeto de esta Guía entrar en el detalle de los parámetros de dimensionamiento, ni criterios de diseño de las diferentes operaciones unitarias, si bien, con carácter general las instalaciones de depuración deberán cumplir las siguientes consideraciones:

- ❑ Se construirán instalaciones específicas para cada Área Empresarial. Teniendo en cuenta el tipo de empresas y contaminantes.
- ❑ Se construirán instalaciones robustas, con equipos (eléctricos y mecánicos) duplicados y capacidad para afrontar con garantías las averías y/o las tareas de mantenimiento habituales.

## **Gestión y Mantenimiento**

La gestión y mantenimiento de una EDARI para los efluentes residuales debe contratarse a una empresa especializada en explotación de depuradoras. Una vez seleccionada la empresa explotadora, ésta deberá prestar los servicios de explotación integral de la depuradora, es decir:

- ❑ La operación (tanto de la EDARI como de los colectores)
- ❑ El mantenimiento (tanto de la EDARI como de los colectores)
- ❑ La dirección del servicio
- ❑ La gestión integral de los residuos generados en la instalación
- ❑ El control analítico del vertido de las empresas y del vertido final de la instalación
- ❑ Las gestiones/trámites con la Administración competente siempre que no se requiera la presencia de la propiedad

El coste de todos estos servicios estará sufragado por las propias empresas que vierten al sistema de saneamiento, y el reparto será en función de la carga y del caudal vertido. Por ello, se realizarán controles analíticos de los vertidos y lecturas de caudalímetros de las empresas. Estos controles serán realizados de forma periódica por la empresa explotadora de la depuradora y serán presentados a las empresas interesadas.

---

En el caso de que una empresa vierta habitualmente una carga muy superior a la prevista y/o que la depuradora no pueda asumir, la empresa en cuestión estará obligada a realizar un pretratamiento en sus instalaciones para suavizar esta carga y no causar daños en el sistema conjunto de depuración (por ejemplo, segregación de efluentes y gestión externa).

Esta normativa y otras, estarán incluidas en el **Reglamento Interno** de obligado cumplimiento para todos los empresarios conectados al sistema de saneamiento y también para la empresa explotadora, donde se reflejarán aspectos como las instrucciones de emergencia en caso de vertido accidental, los límites de vertido para las empresas, etc.

A modo de ejemplo, se da un índice de los apartados mínimos que debería contener dicho reglamento, basado en reglamentos públicos de entidades participadas por la Administración:

- Objeto, ámbito y disposiciones generales
- Instrucciones de uso y de acometida a la red de saneamiento de aguas residuales
- Condiciones de los vertidos
- Autorización de vertido (Art 14 de la Ley 10/93, de 26 de octubre.)
- Inspección y control
- Infracciones y sanciones
- Anexos

### **Explotación de la EDARI:**

Las funciones desempeñadas por la empresa explotadora pueden dividirse en: Operación, Mantenimiento, Control de vertidos y Dirección del servicio. En el Anejo VI del presente documento se detallan, sin carácter excluyente, las diferentes tareas de explotación de una instalación de estas características.

### **Reparto de los costes**

Será la Entidad Gestora del Área empresarial la que decidirá el reparto de los costes de construcción de la EDARI, siendo sufragados por las empresas en el momento de implantarse en el área y con la posibilidad de recuperación de parte de la inversión, en caso de conexiones posteriores.

En el Anejo VII del presente documento se detalla, a modo de ejemplo, una propuesta de reparto de costes de explotación.

### ***1.2.5 Diseño y gestión de la red de saneamiento***

A continuación se incluyen una serie de recomendaciones para el diseño y gestión de la red de saneamiento de un Área Empresarial cuya aplicación ayuda a garantizar que dicha red no producirá contaminación del suelo o de aguas subterráneas por fugas o incorrecto

---

funcionamiento y que las aguas recogidas son adecuadas para el vertido. No es objeto de esta Guía el diseño de una red de saneamiento pero si plantear algunas cuestiones que deberán tenerse en cuenta para que el funcionamiento incorrecto de la misma no produzca efectos perjudiciales sobre el medio ambiente.

A la hora de diseñar una nueva red de saneamiento, deberá plantearse separativa, es decir separando el colector de aguas pluviales del colector de aguas residuales.

### **Diseño**

Atendiendo al funcionamiento hidráulico de la red, deberán seguirse diferentes criterios para la selección del sistema de alcantarillado más adecuado. En el Anejo VIII del presente documento se exponen, sin carácter limitante, algunos de estos criterios.

Un punto fundamental de la red de saneamiento es la arqueta para el registro de los efluentes. En el Artículo 27 de la Ley 10/1993 se detalla que *las instalaciones industriales que viertan aguas residuales dispondrán, para la toma de muestra y medición de caudales u otros parámetros, de una arqueta o registro de libre acceso desde el exterior*. El diseño de esta arqueta queda definido en el Anejo 5 de la anteriormente citada Ley 10/1993, si bien en el Anejo IX del presente documento se dan directrices para un diseño alternativo.

### **Explotación de las redes de saneamiento**

La explotación de una red de saneamiento incluye un mantenimiento correctivo pero ha de incluir también un mantenimiento preventivo. A continuación se definen los dos tipos de mantenimiento a realizar:

- Mantenimiento preventivo → Herramienta de inspección del sistema que permite detectar zonas problemáticas. Esto permite ir redefiniéndolo para concentrar esfuerzos donde son más necesarios. Es en este sentido un sistema vivo que se retroalimenta con la experiencia.
- Mantenimiento correctivo → Actuación como resultado de un problema observado o la recepción de una queja. La Información obtenida de dicha actuación es importante gestionarla para poder realizar mejoras y/o reposiciones del servicio.

En el Anejo X del presente documento se exponen, sin carácter limitante, propuestas de mantenimiento preventivo para la correcta explotación de las redes de saneamiento.

### **Soportes tecnológicos para la explotación de redes de saneamiento**

Actualmente existen sistemas de ayuda a la gestión y al control de las redes de saneamiento que facilitan su explotación. La elección de las herramientas tecnológicas de soporte vendrá dada por la complejidad de la red y por el nivel de control que se desee obtener, sin olvidar el coste económico.

En éste ámbito hay un amplio campo de aplicaciones que pueden facilitar la gestión de los sistemas de saneamiento. Se escapa del objetivo de esta Guía profundizar en ellos. Aun así se dan unos apuntes sobre el tema, en el Anejo XI del presente documento.

### **1.2.6 Medidas de sensibilización e información**

El correcto funcionamiento del ciclo integral del agua exige no solo que la entidad gestora del sistema realice labores de mantenimiento sino que también las empresas del Área conozcan el sistema y cumplan una serie de recomendaciones, para lo cual se proponen las siguientes medidas:

<b>Contenidos</b>	<b>Medios de difusión</b>
<p><b>Consumo de agua</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Informar al personal de las empresas de las medidas que se han implantado para reducir el consumo del agua en el Área.</li> <li><input type="checkbox"/> Buenas prácticas para reducir el consumo de agua en las empresas. Distinguiendo entre las que se aplican a los procesos industriales y a las instalaciones sanitarias.</li> <li><input type="checkbox"/> Informar a los usuarios del ahorro asociado a un menor consumo de agua, a partir de la máxima que “quien más contamina más paga”.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Web del Área Empresarial</li> <li><input type="checkbox"/> Guía específica para los sectores predominantes</li> <li><input type="checkbox"/> Hojas y carteles para reducción del consumo en sanitarios y zonas de proceso (lavados, limpieza...)</li> </ul>
<p><b>Depuración y regeneración</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Enseñar las instalaciones de regeneración y depuración que existan. Explicándoles las ventajas medioambientales que aporta su utilización y el ahorro económico que comportan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Visitas a instalaciones ya construidas</li> </ul>

Tabla 9. Medidas de sensibilización e información  
(Fuente: Elaboración propia)

---

### ***1.2.7 Indicadores de gestión del ciclo del agua***

Es fundamental identificar y controlar los indicadores relacionados con el ciclo del agua, para que la gestión realizada en el Área empresarial funcione.

A continuación se identifican y proponen unos indicadores a controlar por la Entidad Gestora del Área Empresarial, para asegurarse que las medidas propuestas funcionan correctamente:

- ❑ Consumo de agua potable del Área Empresarial y su evolución en el tiempo.
- ❑ Consumo de agua por empresa.
- ❑ Consumo de agua regenerada para riego, m<sup>3</sup>/Ha zona verde.
- ❑ Consumo de agua regenerada para limpieza.
- ❑ Consumo de agua regenerada en los procesos industriales.
- ❑ Indicadores de calidad del vertido de agua residual depurada.
- ❑ Indicadores de calidad del agua regenerada.

Los indicadores de calidad dependen del uso que vaya a hacerse a esa agua y el Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre, indica claramente la frecuencia de las analíticas y los parámetros a analizar en un agua regenerada.

Las analíticas del vertido vienen reflejadas en la normativa Ley 10/1993, de 26 de octubre, cuando el mismo se efectúa a la red integral de saneamiento. Si el vertido se realiza a cauce público deberán controlarse los parámetros establecidos en la autorización por la Confederación Hidrográfica del Tajo.

---

### **1.2.8 Medidas de control en empresas**

A continuación, se exponen aquellas cuestiones que todo empresario debería plantearse para identificar todo aquello que le aleja del objetivo de disminuir su consumo de agua, la cantidad de agua residual que genera y su carga contaminante.

- ❑ Conocimiento del consumo de agua.
- ❑ Conocimiento de la cantidad y calidad del agua residual que genera.
- ❑ Identificación de las etapas del proceso productivo responsables del mayor consumo de agua y mayor cantidad de aguas residuales.
- ❑ Adopción de estrategias de reutilización de parte del agua empleada en los procesos productivos (pe. reciclando el agua de refrigeración).
- ❑ Adopción de medidas para el control de las instalaciones y los equipos implicados, que permitan evitar derrames, fugas, excesos de caudal utilizados, etc.
- ❑ Disposición de planes de mantenimiento adecuados, para realizar controles, limpiezas, reparaciones, etc.
- ❑ Consideración de posibles fuentes de agua reutilizable (pe. el agua de lluvia).
- ❑ Adopción de medidas para evitar emboces en los sistemas de agua residual y una innecesaria contaminación de la misma.

---

### ***Anejo I: Planta y secciones de un tanque de tormentas tipo***

A continuación se adjuntan las figuras del Tanque de Tormentas

Lcc= Longitud Colector de Conexión

Icc= Pendiente de colector de conexión

Ccc1= Cota aguas abajo del colector de conexión

Dcc= Diámetro del Colector de Conexión

Car= Cota arqueta de regulación

Ccc2=Cota aguas arriba del colector de conexión

Ica= Pendiente de arqueta de alivio

Cca2= Cota aguas arriba del colector de alivio

Cca1= Cota aguas arriba del colector de alivio

Dca= Diámetro del colector de alivio

Lca= Longitud del colector de alivio

Dca= Diámetro del Colector de alivio

Ccr= Cota cámara de retención

Dcg= Diámetro del colector general

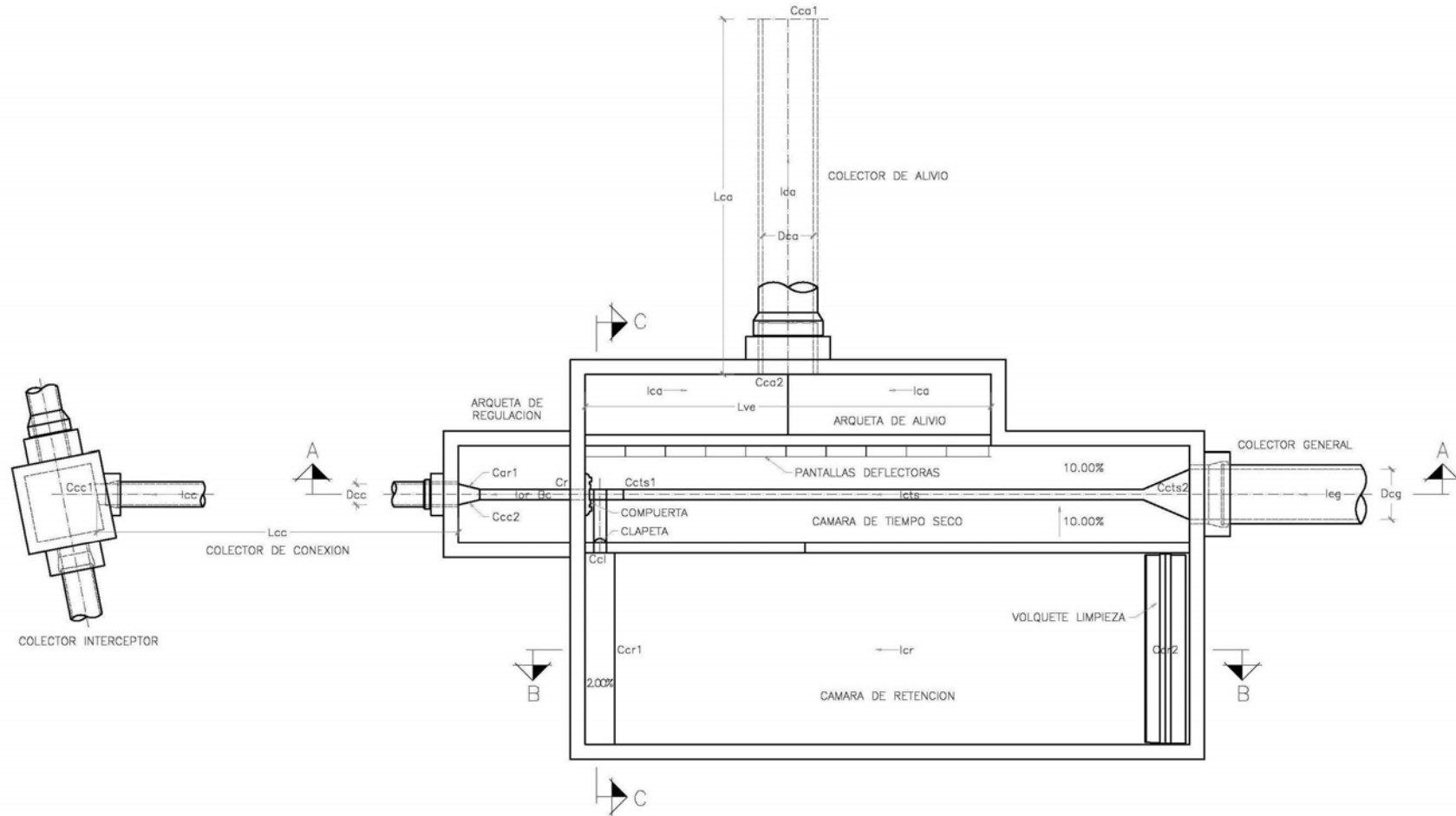
Icg= pendiente del colector general

Icts= pendiente del canal de tiempo seco

Ccts= Cota del canal de tiempo seco

Hcts= altura del canal de tiempo seco

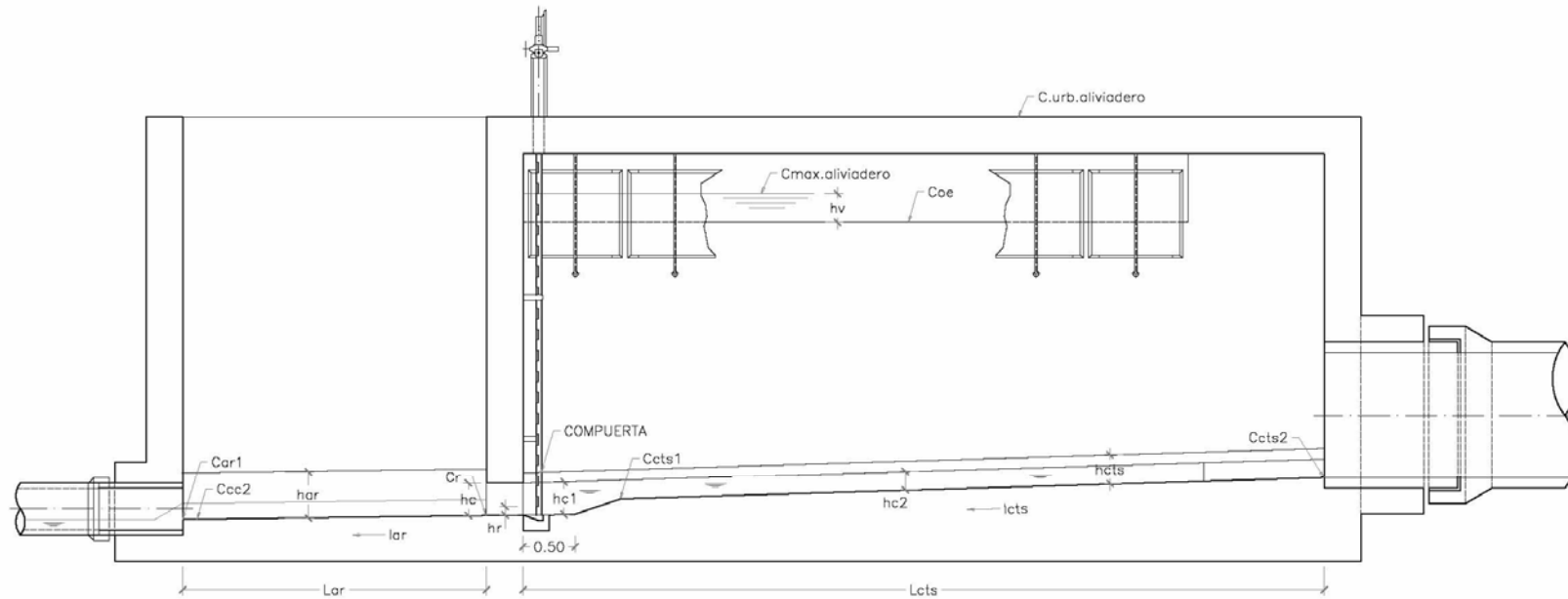
Figura 14. 1.- Planta de un tanque de tormentas tipo.  
 Fuente: "Guía básica para el diseño de aliviaderos de tormenta" – Febrero 1999.



PLANTA-SECCION  
 ESCALA 1:100

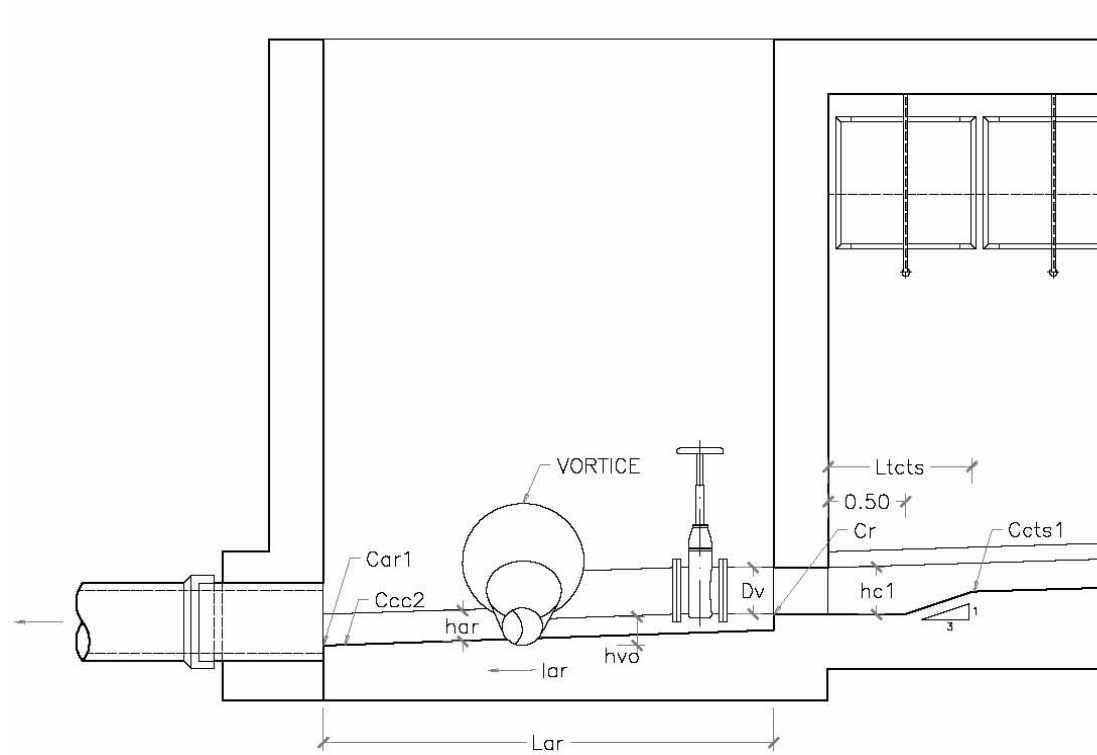


Figura 15. 2.- Sección A-A de un tanque de tormentas tipo.  
 Fuente: "Guía básica para el diseño de aliviaderos de tormenta" – Febrero 1999.



SECCION A-A  
 ESCALA 1:50

Figura 16. 3.- Arqueta de regulación con vórtice de un tanque de tormentas tipo.  
Fuente: "Guía básica para el diseño de aliviaderos de tormenta" – Febrero 1999.



ARQUETA DE REGULACION CON VORTICE  
ESCALA 1:50

Figura 17. 4.- Sección B-B de un tanque de tormentas tipo.  
 Fuente: "Guía básica para el diseño de aliviaderos de tormenta" – Febrero 1999.

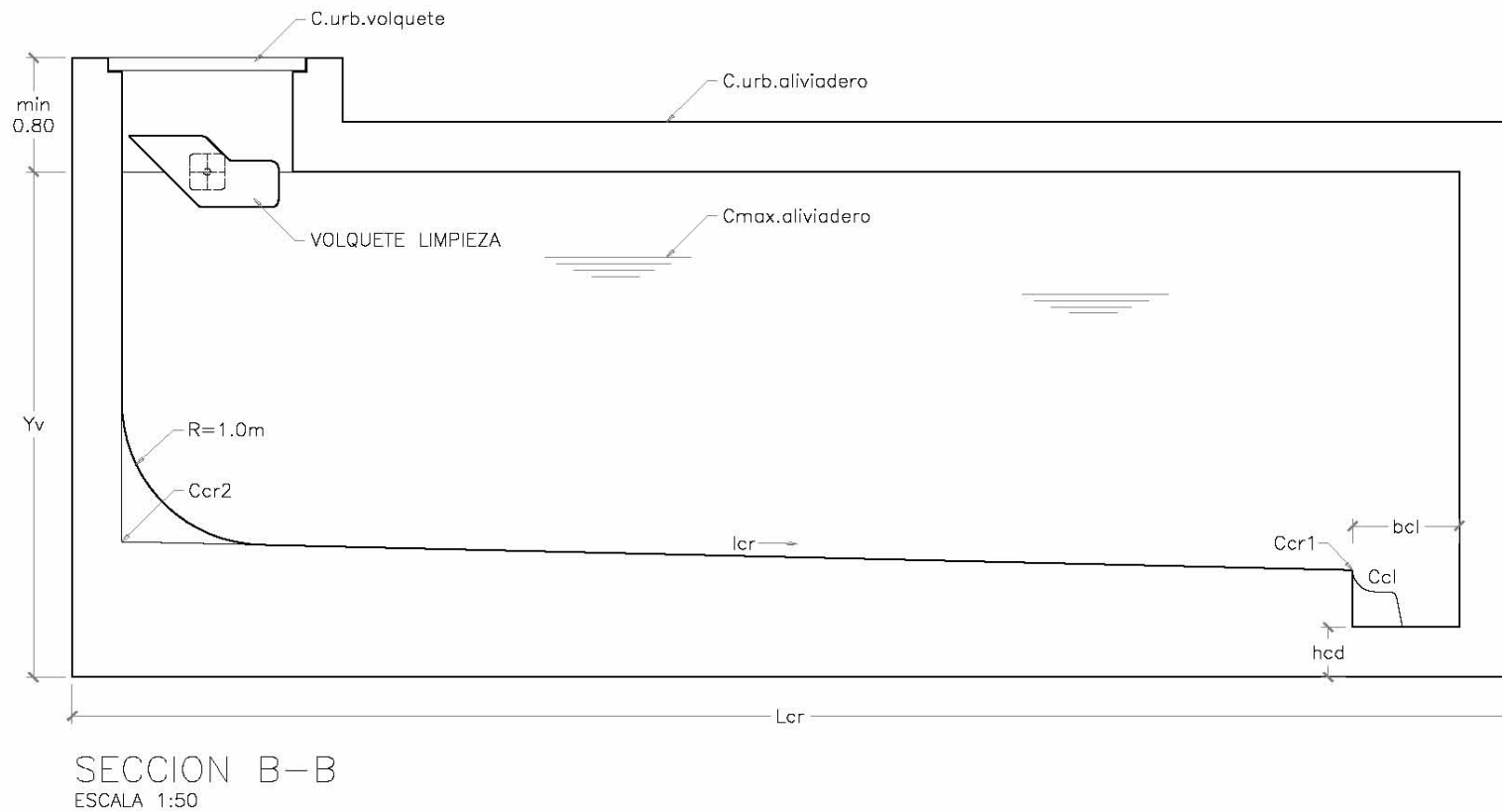
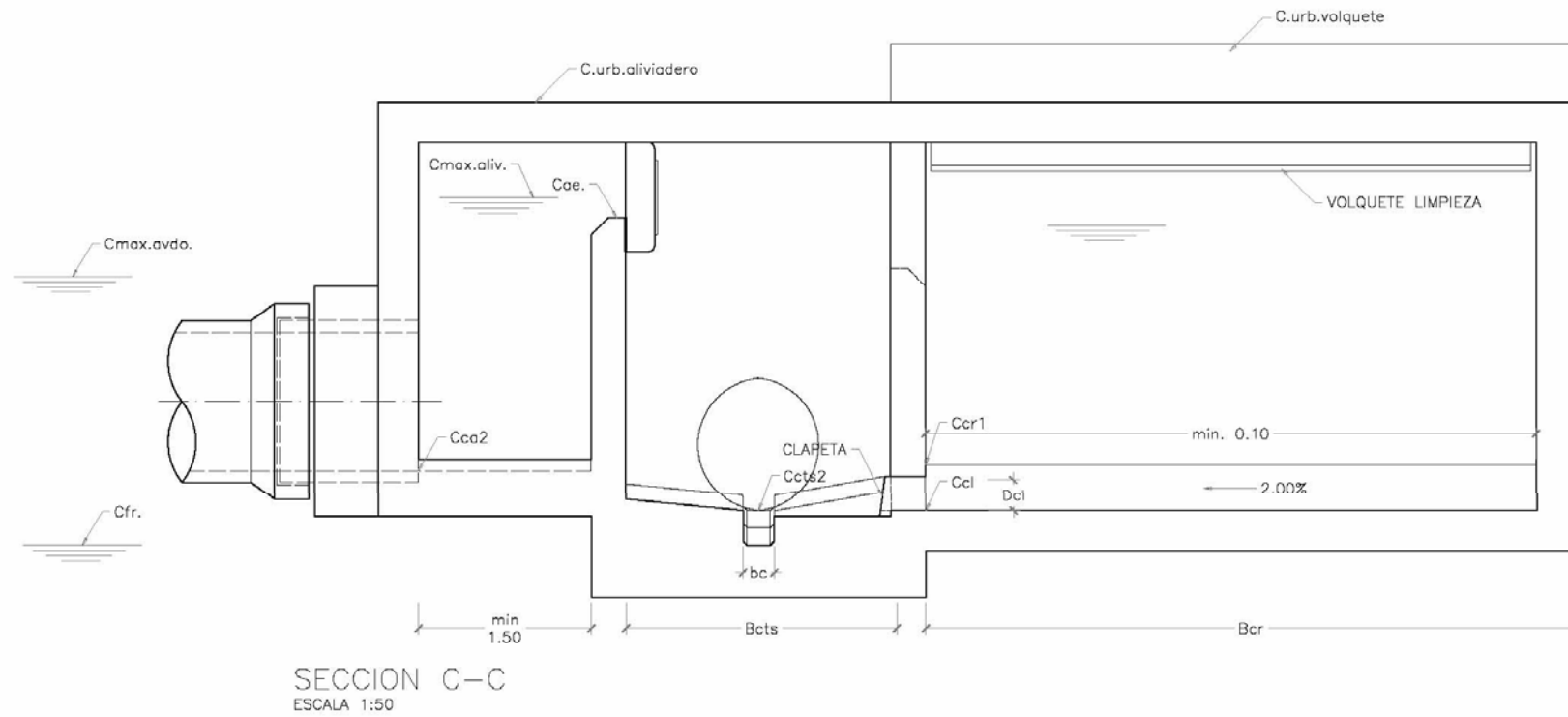


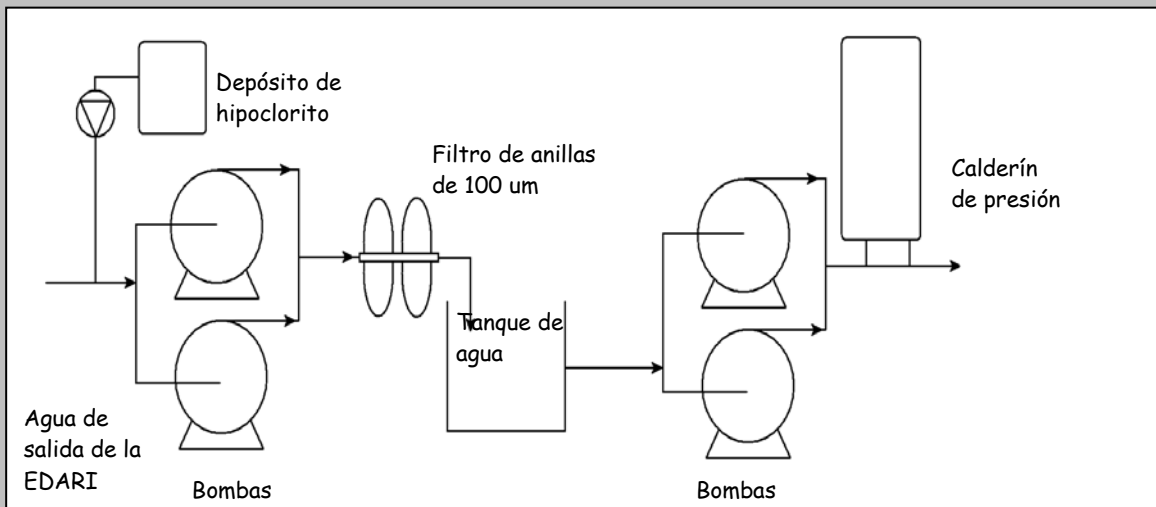
Figura 18. 5.- Sección C-C de un tanque de tormentas tipo.  
 Fuente: "Guía básica para el diseño de aliviaderos de tormenta" – Febrero 1999.



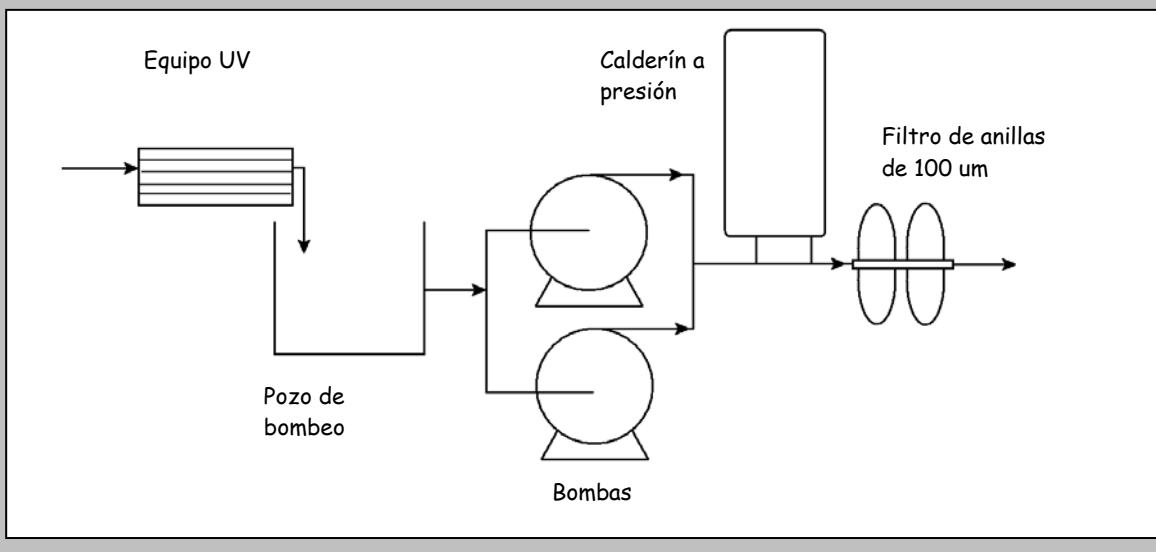
## Anejo II: Propuestas de sistemas de regeneración de aguas depuradas

1.- Obtención de un efluente capaz de cumplir con la calidad 3.1. que establece el RD 1620/2007, partiendo de una agua convencional depurada.

1.1.- La primera propuesta sería mediante un sistema de filtración, con un sistema de desinfección mediante hipoclorito sódico:

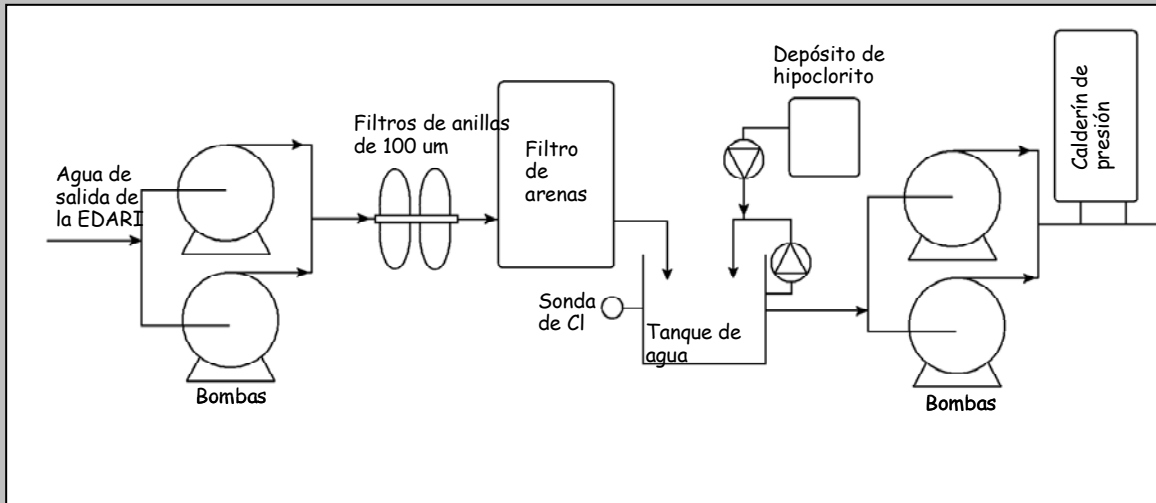


1.2 La segunda propuesta sería mediante un sistema de filtración, con un sistema de desinfección mediante radiación ultravioleta:

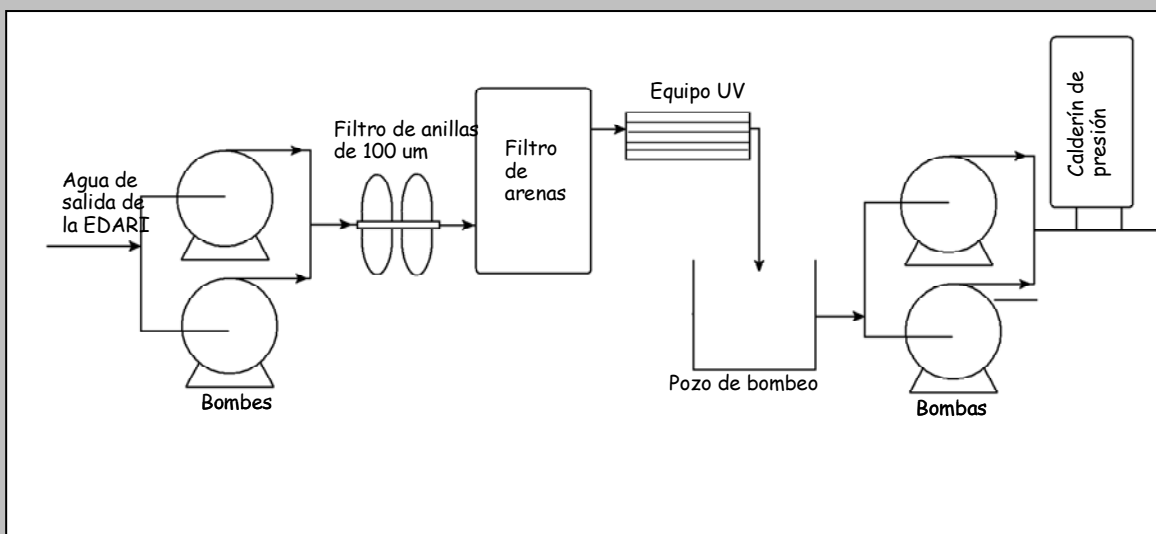


**2.- Obtención de un efluente capaz de cumplir con la calidad 1.2. que establece el RD 1620/2007, partiendo de una agua convencional depurada.**

2.1.- La primera propuesta sería mediante un sistema de filtración, con un sistema de desinfección mediante hipoclorito sódico:



2.2.- La segunda propuesta sería mediante un sistema de filtración, con un sistema de desinfección mediante radiación ultravioleta:



---

### ***Anejo III: Tareas de explotación de la instalación de regeneración***

#### **Operación:**

Estas tareas serán desarrolladas por los operadores de planta, siempre bajo las ordenes del Jefe de planta. Estas operaciones y el número de trabajadores necesarios variarán en función de la tipología y magnitud de la planta. A continuación se indican algunas de estas operaciones:

- ❑ Limpiezas y baldeos de la instalación (equipos, cuerpos y dependencias)
- ❑ Toma de datos (contadores, niveles, medidores, stocks,...)
- ❑ Recepción de mercaderías y reactivos químicos
- ❑ Preparación de reactivos
- ❑ Control de visitas
- ❑ Inspección y limpieza de la red de colectores y de la red de abastecimiento a las empresas
- ❑ Ayuda y soporte a los oficiales de mantenimiento cuando éstos lo soliciten.

#### **Mantenimiento:**

Las funciones de mantenimiento son:

- ❑ Elaborar listado de equipos
- ❑ Elaborar fichas de equipos
- ❑ Elaborar plan de mantenimiento preventivo
- ❑ Llevar a cabo plan de mantenimiento preventivo incluyendo:
  - Engrase motores
  - Comprobación de ruidos
  - Cambios de aceite
  - Limpieza de filtros
  - Reapriete de tornillos, clavijas,....
  - Otras operaciones específicas de la propia maquinaria.
- ❑ Calibración de los equipos
- ❑ Contactar con proveedores de recambios y material fungible.
- ❑ Supervisión de operadores
- ❑ Soporte técnico al Jefe de planta.

Se recomienda desarrollar o adoptar un sistema informático para la correcta gestión del mantenimiento.

#### **Sistema de Autocontrol:**

En función de la magnitud del Área Empresarial, estas tareas las puede realizar el propio jefe de planta o el responsable de mantenimiento. Sus funciones serían:

- ❑ Muestreo de las aguas pluviales procedentes de las empresas

- 
- ❑ Muestreo de las aguas residuales industriales depuradas
  - ❑ Muestreo del agua regenerada
  - ❑ Llevar las muestras a laboratorio (externo o propio) para su análisis y controlar la recepción de resultados
  - ❑ Lectura de los contadores de agua regenerada consumida por las empresas

En función de las necesidades del servicio y de su formación, también podría ofrecer soporte técnico al funcionamiento de la Estación regeneradora y todas sus instalaciones anexas (colectores de llegada, red de tuberías de distribución y depósitos de almacenamiento).

El plan analítico recomendado para el control de la calidad de las aguas regeneradas, será el determinado en el Anexo I.B. del Real Decreto 1620/2007 de 7 de diciembre por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas, en lo que a frecuencia de muestreo se refiere.

Todas estas analíticas las realizará la empresa explotadora de la Estación Regeneradora; es por ello que las empresas usuarias deberán informar del uso que le dan al agua.

La Entidad gestora del polígono deberá decidir, previo estudio de costes, si invierte en la construcción de un laboratorio propio para realizar todas estas analíticas o bien las subcontrata.

**Dirección del servicio:**

Las funciones de Dirección del servicio las debe desempeñar el Jefe de planta. Sus funciones básicas serán:

- ❑ Dirección de todo el personal implicado en la explotación
- ❑ Control del proceso y decisión de cambios de variables
- ❑ Control stock reactivos y residuos. Gestión de los mismos
- ❑ Compra de equipos
- ❑ Elaboración del plan de calibración
- ❑ Aprobación plan de mantenimiento
- ❑ Revisión hoja de reparto de costes
- ❑ Elaboración de informe técnico mensual del funcionamiento de la Estación regeneradora para la Entidad Gestora. Presentación del mismo en sesión ordinaria.
- ❑ Interlocución empresa explotadora – Entidad Gestora
- ❑ Realización de trámites / entrevistas con la Administración
- ❑ Promover la legalización de las posibles ampliaciones que sufra la instalación.



---

#### ***Anejo IV: Costes de explotación de una estación regeneradora***

- ❑ Personal de explotación y mantenimiento : Operadores, Jefe de planta, etc.
- ❑ Coste eléctrico: kWh consumidos, término de potencia.
- ❑ Evacuación de residuos: desbaste, fangos, envases, aceites, etc.
- ❑ Consumo de reactivos: coagulante, floculante, cal, polielectrolito, etc.
- ❑ Control analítico.
- ❑ Material fungible: piezas, recambios, etc.
- ❑ Revisiones instalaciones, legalizaciones.
- ❑ Consumo agua potable.
- ❑ Canon de vertido y otros tributos relacionados con el agua residual vertida.
- ❑ Reparaciones externas (como bobinados de motores, etc.)
- ❑ Revisiones preceptivas de instalaciones.
- ❑ Adecuación instalación a la normativa de seguridad laboral.
- ❑ Reposición de equipos.
- ❑ Operaciones especiales: inspección colectores con cámara, mediciones externas, analíticas extraordinarias, limpiezas con maquinaria externa, etc.

---

## ***Anejo V: Tratamientos posibles de las aguas residuales industriales***

### **1.- Procesos físicos y físico-químicos**

- ❑ Desbaste y tamizado
- ❑ Homogeneización. Etapa imprescindible en toda EDARI, se dimensionará para poder actuar, a su vez, de depósito de emergencia en caso de vertidos accidentales de las industrias.
- ❑ Agitación y mezcla
- ❑ Coagulación-floculación
- ❑ Sedimentación

Los procesos de sedimentación más utilizados son los siguientes:

- Sedimentadores rectangulares
- Sedimentadores circulares
- Sedimentadores lamelares
- ❑ Eliminación de aceites y flotación

Los procesos de flotación más utilizados son los siguientes:

- Flotación por aire disuelto (DAF)
- Flotación por aire inducido
- ❑ Aireación y stripping

- ❑ Filtración

Los procesos de filtración más utilizados son los siguientes:

- Filtración por gravedad
- Filtración por presión
- ❑ Deshidratación de fangos

### **2.- Procesos biológicos**

- ❑ Procesos Aerobios

	<i>Convencional</i>	<i>Aireación prolongada</i>	<i>Contacto estabilización</i>
<b>A/M (kgDBO<sub>5</sub>/kg<sub>XV</sub> · d)</b>	0.2-0.4	0.05-0.15	0.2-0.6
<b>TRH (h)</b>	4-8	18-36	3-6
<b>TRS (d)</b>	5-15	20-30	5-15
<b>MLTSS (ppm)</b>	1500-3000	1500-5000	4000-9000
<b>Carga orgánica (kgDBO<sub>5</sub>/m<sup>3</sup>d)</b>	0.3-0.6	0.1-0.4	1.0-1.2

Figura 19. Parámetros de operación típicos en procesos de fangos activados

Fuente: Informe de vigilancia tecnológica “tratamientos avanzados de aguas residuales industriales”  
TRH: Tiempo de retención hidráulico, TRS: Tiempo de retención de Sólidos,

- ❑ Procesos para la eliminación de nutrientes
- ❑ Procesos anaerobios
  - Los procesos anaerobios más utilizados son los siguientes:
    - Reactores de contacto
    - Reactores de manto de fangos y flujo ascendente (UASB)
    - Reactores de lecho de fango granular expandido (EGSB)
    - Filtros anaerobios (FA)
    - Reactores anaerobios de lecho fluidizado (RALF)
    - Reactores de flujo secuencial (SBR)

Parámetros de operación típicos para distintos reactores anaerobios:

<i>Reactor</i>	<i>DQO de entrada (mg/l)</i>	<i>Tiempo de retención hidráulico (h)</i>	<i>Carga orgánica (kg DQO/m<sup>2</sup> día)</i>	<i>Eliminación de DQO (%)</i>
De contacto	1.500-5.000	2-10	0,5-2,5	75-90
EGSB	5.000-15.000	4-12	15,0-25,0	75-85
FA	10.000-20.000	24-48	5,0-55,0	75-85
RALF	5.000-10.000	5-10	5,0-10,0	80-85

Figura 20. Parámetros de operación típicos para distintos procesos de reactores anaerobios  
Fuente: Informe de vigilancia tecnológica “tratamientos avanzados de aguas residuales industriales”

### 3.- Procesos químicos

- ❑ Neutralización y ajuste de pH
- ❑ Precipitación
- ❑ Oxidación química

Los procesos de oxidación más utilizados son los siguientes:

- Oxidación húmeda no catalítica
- Oxidación húmeda catalítica
- Oxidación húmeda supercrítica

<i>Tratamiento</i>	<i>Condiciones</i>	<i>Rendimientos</i>
<b>Incineración</b>	<b>&gt; 800°C</b>	<b>&gt; 99%</b>
Limitaciones: Si el poder calorífico es inferior a 3000 kJ/kg (>200 g/L DQO) es necesario utilizar un combustible adicional		
<b>Oxidación húmeda no catalítica</b>	<b>150-350°C, 20-200 bar</b>	<b>75-90%</b>
Limitaciones: DQO inicial 500-15000 mg/L Condiciones muy enérgicas No se alcanza mineralización completa		
<b>Oxidación húmeda catalítica</b>	<b>120-250°C, 5-25 bar</b>	<b>75-99%</b>
Limitaciones: DQO inicial > 10000 mg/L El proceso es muy dependiente del tipo de catalizador La estabilidad de algunos catalizadores no es satisfactoria		
<b>Oxidación húmeda supercrítica</b>	<b>400-650°C, &gt; 250 bar</b>	<b>&gt; 99.9%</b>
Limitaciones: DQO inicial: > 50 g/L DQO El medio de reacción es corrosivo La deposición de sales puede bloquear los equipos Los compuestos que contienen nitrógeno mineralizan con dificultad		

Figura 21. Condiciones y limitaciones de los procesos de oxidación directa  
(Fuente: Informe de vigilancia tecnológica “tratamientos avanzados de aguas residuales industriales”)

- Procesos avanzados de oxidación
  - Ozonización en medio alcalino
  - Ozonización con peróxido de hidrógeno
  - Ozono – ultravioleta
  - Peróxido de hidrógeno y catalizador
  - Foto – Fenton
  - Ultrasonidos
  - Ozonización catalítica
  - Reducción química

- Adsorción química

*Factores que afectan a la adsorción*

Solubilidad: Menor solubilidad, mejor adsorción.  
 Estructura molecular: Más ramificada, mejor adsorción.  
 Peso molecular: Grandes moléculas, mejor adsorción.  
 Problemas de difusión interna, pueden alterar la norma.  
 Polaridad: Menor polaridad, mejor adsorción.  
 Grado de saturación: Insaturados, mejor adsorción.

Figura 22. Factores que afectan a la adsorción química  
(Fuente: Informe de vigilancia tecnológica “tratamientos avanzados de aguas residuales industriales”)

---

## ***Anejo VI: Tareas de explotación de la instalación de depuración***

### **Operación:**

Estas tareas serán desarrolladas por los operadores de planta, siempre bajo las ordenes del Jefe de planta. Estas operaciones y el número de trabajadores necesarios variarán en función de la tipología y magnitud de planta. A continuación se indican algunas de estas operaciones:

- Limpiezas y baldeos de la instalación (equipos, cuerpos y dependencias)
- Toma de datos (contadores, niveles, medidores, stocks,...)
- Recepción de mercaderías y reactivos químicos
- Preparación de reactivos
- Deshidratación de fangos (en caso de que aplique)
- Control de visitas
- Inspección y limpieza de la red de colectores
- Ayuda y soporte a los oficiales de mantenimiento cuando éstos lo soliciten.

### **Mantenimiento:**

La funciones de mantenimiento son:

- Elaborar listado de equipos
- Elaborar fichas de equipos
- Elaborar plan de mantenimiento preventivo
- Llevar a cabo plan de mantenimiento preventivo incluyendo:
  - Engrase motores
  - Comprobación de ruidos
  - Cambios aceite
  - Limpieza filtros
  - Reapriete tornillos, clavijas,....
  - Otras operaciones específicas de la propia maquinaria.
- Calibración de los equipos
- Contactar con proveedores de recambios y material fungible.
- Supervisión de operadores
- Soporte técnico al Jefe de planta.

Se recomienda desarrollar o adoptar un sistema informático para la correcta gestión del mantenimiento.

### **Sistema de Autocontrol:**

Incluirá las siguientes tareas:

- Muestreo periódico de las aguas residuales de las empresas

- 
- Llevar las muestras a laboratorio (externo) para su análisis y controlar la recepción de resultados
  - Lectura periódica de caudalímetros de las empresas
  - Elaboración de la hoja de reparto de costes entre las diferentes empresas
  - Registro de incidencias durante los muestreos y durante las lecturas de caudalímetros

Es importante destacar que es totalmente imprescindible que las empresas tengan una arqueta registrable (acumulativa y con rebose) para la toma de muestras y un caudalímetro para la medida de caudal.

El plan analítico interno, propuesto para el vertido de las diferentes empresas será en función de los parámetros que computan en el canon de saneamiento de la Comunidad de Madrid (Ley 17/1984 de 20 de diciembre, reguladora del abastecimiento y saneamiento de agua):

- Materias en Suspensión:                      semanal
- Demanda Química de Oxígeno:                      semanal
- Demanda Biológica de Oxígeno:                      semanal

Adicionalmente se propone analizar los siguientes parámetros, para realizar un control más exhaustivo:

- pH:    semanal
- Conductividad:    semanal
- Materias inhibidoras:    quincenal
- Nitrógeno Kjeldhal:    quincenal
- Fósforo total:    quincenal

Respecto a la analítica del efluente final de la EDARI, se deben escoger aquellos parámetros específicos por el destino del vertido y su Normativa específica de aplicación y los que pudieran venir impuestos por la Autorización del vertido según la Ley 10/93, de 26 de octubre, o los impuestos por la Confederación Hidrográfica del Tajo.

**Dirección del servicio:**

Las funciones de Dirección del servicio las debe desempeñar el Jefe de planta y serán:

- Dirección de todo el personal implicado en la explotación
- Control del proceso y decisión de cambios de variables
- Control stock reactivos y residuos. Gestión de los mismos
- Compra de equipos
- Elaboración del plan de calibración
- Aprobación plan de mantenimiento

- 
- ❑ Revisión hoja de reparto de costes
  - ❑ Elaboración de informe técnico mensual del funcionamiento de la EDARI para la Junta de la Entidad Gestora. Presentación del mismo en sesión ordinaria.
  - ❑ Revisión y presentación del reparto de costes
  - ❑ Interlocución empresa explotadora – Entidad Gestora
  - ❑ Realización de trámites / entrevistas con la Administración
  - ❑ Promover la legalización de las posibles ampliaciones que sufra la instalación.
  - ❑ Elaboración de la Declaración del Canon de vertido
  - ❑ Elaboración de la Declaración de Residuos.

---

### ***Anejo VII: Propuesta de reparto de costes de explotación de una EDARI***

Se propone un reparto de los costes de explotación en función de la carga y el caudal vertido por cada empresa. Este reparto podría hacerse de manera trimestral y sería presentado por la empresa explotadora a la Entidad Gestora.

Los costes de explotación de la EDARI, que se incluirían en el reparto, se facturarán por m<sup>3</sup> de agua tratada. El precio del m<sup>3</sup> de agua tratada se negociará antes de empezar la explotación y podrá ser revisado anualmente. Se proponen los siguientes:

- Personal : Operadores, Oficiales, Técnico proceso, Jefe de planta, etc.
- Coste eléctrico: kWh consumidos, término de potencia.
- Evacuación de residuos: desbaste, fangos, envases, aceites, etc.
- Consumo de reactivos: coagulante, floculante, cal, polielectrolito, etc.
- Control analítico.
- Material fungible: piezas, recambios, etc.
- Revisiones instalaciones, legalizaciones.
- Consumo agua potable.
- Comunicaciones.

Es conveniente que la empresa explotadora facture por m<sup>3</sup> de agua tratada para que la misma se esfuerce en tratar el agua optimizando el consumo de reactivos, el coste energético y la generación de residuos, que son los tres costes variables principales.

Adicionalmente pueden haber otros costes, los cuales se facturarán aparte (no por m<sup>3</sup> de agua tratada) y pueden ser:

- Canon de vertido y otros tributos relacionados con el agua residual vertida
- Reparaciones externas (como bobinados de motores, etc)
- Revisiones preceptivas de instalaciones
- Legalizaciones
- Adecuación instalación a la normativa de seguridad laboral
- Reposición de equipos
- Operaciones especiales: inspección colectores con cámara, mediciones externas, analíticas extraordinarias, limpiezas con maquinaria externa, etc.
- Otros.

Para este último apartado, cuando se deban reponer equipos de especial importancia en el proceso o bien de un coste económico elevado, habrá una sistemática de exposición de la necesidad de la inversión, presentación de ofertas y aprobación por parte de la Entidad Gestora del Área. En este sentido es interesante la figura del asesor técnico del Área Empresarial en materia de aguas para agilizar estas decisiones en caso de que la reposición o reparación sea urgente.



---

Una propuesta de reparto de costes sería computar el coste total de la explotación durante cada trimestre y repartirlo en función de la carga contaminante y el caudal vertido por cada empresa.

La empresa explotadora presentará trimestralmente su factura que comprenderá los siguientes apartados:

- $m^3$  tratados durante el trimestre a  $X \text{ €/m}^3 = A \text{ €}$
- Gestiones adicionales durante el trimestre =  $B \text{ €}$
- Total factura =  $(A + B) \text{ €}$

Una vez conocido el coste de explotación durante el periodo, se procederá a aplicar el porcentaje de coste a pagar por cada empresa. Este porcentaje se llamará “Incidencia en el vertido” y se calculará de la siguiente manera:

	Q (m3)	M.E.S.			DQO			D.B.O.5			Total	Porcentaje Incidencia de vertido
		% incidencia	Valor registrado (mg/l)	Indice contaminación	% incidencia	Valor registrado (mgO2/l)	Indice contaminación	% incidencia	Valor registrado (mgO2/l)	Indice contaminación		
Empresa 1		29,33		0	26,66		0	44		0	0	
Empresa 2		29,33		0	26,66		0	44		0	0	
Empresa 3		29,33		0	26,66		0	44		0	0	
Empresa 4		29,33		0	26,66		0	44		0	0	

Total	0
-------	---

Donde:

- Q será el caudal vertido por cada empresa durante el periodo
- El % incidencia será un valor fijo marcado por el Decreto 127/1994 donde se marca en % la importancia de cada contaminante. La relación que marca el decreto es DQO / DBO5 / MES igual a 1 / 1,65 / 1,1. Por lo tanto, la relación en porcentaje es DQO=26,66%, DBO5=44% y MES=29,33%
- El valor registrado será el resultado de la media de las analíticas realizadas durante el periodo
- El indice contaminación será el producto del valor registrado por el % incidencia por el caudal. Dará un valor absoluto
- La incidencia de vertido será el % del coste total que asumirá cada empresa.

Se calcula sumando todos los indices de contaminación parciales divididos por la suma de todos los índices de contaminación parciales de todas las empresas

Una vez sumados todos los costes de explotación del periodo, se le aplicará el % de incidencia de vertido de cada empresa, obteniendo el coste individual de cada empresa para la gestión de la EDARI

A continuación se presenta un ejemplo hipotético de un posible reparto de costes con unos caudales y unas cargas supuestas. La situación de partida es un polígono que tiene 4 empresas, los caudales y las cargas de las cuales son:

### EJEMPLO DE REPARTO DE COSTES

EMPRESA 1 : DQO = 1500 mg/l , DBO<sub>5</sub> = 750 mg/l , MES = 1200 mg/l , Caudal: 6500 m<sup>3</sup>

EMPRESA 2 : DQO = 450 mg/l , DBO<sub>5</sub> = 300 mg/l , MES = 500 mg/l , Caudal: 2000 m<sup>3</sup>

EMPRESA 3 : DQO = 500 mg/l , DBO<sub>5</sub> = 280 mg/l , MES = 300 mg/l , Caudal: 5000 m<sup>3</sup>

EMPRESA 4 : DQO = 2800 mg/l , DBO<sub>5</sub> = 1400 mg/l , MES = 2500 mg/l , Caudal: 500 m<sup>3</sup>

La tabla muestra como quedan los porcentajes para efectuar el reparto.

	Q (m <sup>3</sup> )	M.E.S.			DQO			D.B.O.5			Total	Porcentaje Incidencia de vertido
		% incidencia	Valor registrado (mg/l)	Indice contaminación	% incidencia	Valor registrado (mgO <sub>2</sub> /l)	Indice contaminación	% incidencia	Valor registrado (mgO <sub>2</sub> /l)	Indice contaminación		
Empresa 1	6500	29,33	1200	228774000	26,66	1500	259935000	44	750	214500000	703209000	<b>66,34</b>
Empresa 2	2000	29,33	500	29330000	26,66	450	23994000	44	300	26400000	79724000	<b>7,52</b>
Empresa 3	5000	29,33	300	43995000	26,66	500	66650000	44	280	61600000	172245000	<b>16,25</b>
Empresa 4	500	29,33	2500	36662500	26,66	2800	37324000	44	1400	30800000	104786500	<b>9,89</b>

Tabla 10. Ejemplo de reparto de costes de depuración entre empresas, en una depuradora de polígono industrial  
(Fuente: Elaboración propia)

Suponemos un coste de **45.000 €** de explotación de la EDARI durante el periodo. Por tanto los costes quedaran:

EMPRESA 1: 29.853,0 €

EMPRESA 2: 3.384,0 €

EMPRESA 3: 7.312,5 €

EMPRESA 4: 4.450,5 €

TOTAL: 45.000 €

---

## ***Anejo VIII: Diseño de la red de saneamiento***

Criterios básicos para la selección del sistema de alcantarillado:

- Siempre que sea posible, deberá adoptarse un sistema por gravedad.
- Los alcantarillados bajo presión hidráulica interior deberán minimizarse, si bien, no obstante, podrán adoptarse en casos como los siguientes, entre otros:
  - Que las pendientes disponibles no permitan velocidades del agua en los conductos superiores a los 0,60 m/s.
  - Que las características del terreno dificulten gravemente, imposibiliten o encarezcan
  - extraordinariamente un sistema por gravedad. Especial atención se prestará cuando un sistema por gravedad exigiese profundidades de enterramiento superiores a valores del orden de 5 m de profundidad.
  - Que la existencia de obras de infraestructura impidan el paso de los conductos.
  - Que sea necesario disponer el agua residual a una cota tal que la misma sea inalcanzable en un sistema por gravedad.
- En colectores que funcionen bajo presión hidráulica se tendrán que incluir las válvulas necesarias (de compuerta, antiretorno o reductoras de presión), ventosas y desagües, que tendrán que cumplir con los requisitos de diseño y funcionamiento especificados por la norma UNE-EN 736.

En cuanto al diseño del trazado:

- Deberán evitarse cambios bruscos de dirección en el trazado en planta, limitándose el ángulo máximo a 45°.
- En los viales de más de 15 m de ancho se instalarán dos conducciones de fecales, una a cada lado del vial, salvo que en alguno de los lados se prevean menos de dos acometidas por manzana.
- El trazado del colector se tenderá a construir bajo la acera. En caso de que no sea posible y se tenga que realizar bajo la calzada, deberá evitarse en cualquier caso, la franja de 1,5 m de ancho a partir del bordillo de cada acera, donde se prevea la posibilidad de aparcamiento de vehículos (recomendación importante para la realización de las tareas de mantenimiento o a la resolución de incidencias).
- Los valores máximos y mínimos de pendiente de las conducciones, a nivel orientativo, estarán en los rangos de 0,5% de pendiente mínima y entre el 3 ó 4 % de pendiente máxima.

- ❑ Los pozos de registro (en caso de ser circulares) tendrán un diámetro nominal de cómo mínimo 1,0 m para permitir las operaciones de limpieza, mantenimiento de la red y el control de las características de las aguas residuales. En cualquier caso, la boca del pozo deberá tener 0,60 m de diámetro como mínimo.
- ❑ Como norma general, se suele asociar una separación mínima entre registros en función del diámetro de la tubería. Aunque no están normalizados, unos criterios razonables son los que muestra la siguiente tabla:

DN conducción	Separación máxima entre pozos
<600	50
600<DN<1.000	70
1.000>DN<1.500	150
DN>1.500	200

- ❑ Se tendrá en cuenta, especialmente en caso de diseñar una red unitaria, la inclusión en la red de areneros para poder eliminar arenas y demás residuos sedimentables. Esto tiene especial importancia cuando hay un bombeo al final de un tramo de colector, ya que un exceso de arenas y residuos puede dañar las bombas. Aún en el caso de que no exista bombeo, es aconsejable reducir el contenido de arenas y demás residuos sólidos para minimizar el desgaste de los colectores así como el riesgo de obstrucciones.

En cuanto a los **materiales** utilizados:

En las redes de saneamiento se pueden utilizar una gran variedad de materiales para los cuales se han elaborado un conjunto de normas que describen los requisitos que han de cumplir.

En España los materiales más utilizados son los siguientes:

- ❑ Tubos de hormigón en masa o armado sin camisa de chapa
- ❑ Tubos de fundición dúctil
- ❑ Tubos de gres
- ❑ Tubos de PVC-U de pared compacta
- ❑ Tubos de PE de pared compacta
- ❑ Tubos de PVC-U, PE o PP de pared estructurada
- ❑ Tubos de PRFV

Según las encuestas que realiza la AEAS (Asociación Española de Abastecimiento de Agua y Saneamiento) el material más frecuente (a nivel de longitud total instalada) es el

---

hormigón, lo que no quiere decir que sea el más apropiado para todo tipo de situaciones, sino que en longitud total es el más habitual.

Se ha de tener en cuenta que para conducciones a presión, si se elige el hormigón, ha de ser armado con camisa de chapa para evitar filtraciones y aumentar su resistencia a la tracción.

Teniendo en cuenta que el ámbito de aplicación de la presente Guía es el Área Empresarial, y que es posible, en función de las industrias que se instalen que las aguas residuales que se viertan sean de una cierta agresividad química, es conveniente remarcar que los tubos de gres tienen unas características particulares que los hacen más resistentes a este tipo de aguas y a la abrasión mecánica. Aún así, materiales como el PVC-U o el PE tienen también unas buenas propiedades frente al ataque químico.

No se pretende realizar una enumeración exhaustiva de las ventajas y desventajas de todos los materiales que existen en el mercado. La **Guía Técnica sobre redes de saneamiento y drenaje urbano del CEDEX** es una buena fuente de información para tal finalidad.

---

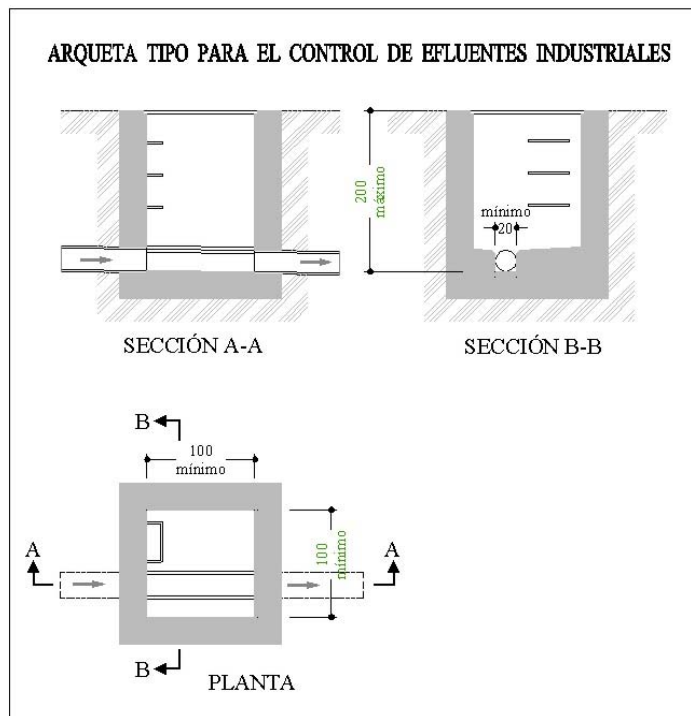
### ***Anejo IX: Diseño alternativo de la arqueta o registro de efluentes***

El registro de efluentes será accesible para personas y equipos de toma de muestras y medición de caudal; estará situado aguas abajo del último vertido y de tal forma ubicado que el flujo del efluente no pueda variarse.

Será admisible cualquier sistema normalizado para la medición de caudales abiertos, entre los que cabe citar Parshall, Venturi, Placa vertedero, etc.

Asimismo se propone el siguiente modelo con los criterios de diseño que a continuación se refieren:

- ❑ Deberá tener exclusivamente una conexión de entrada y otra de salida.
- ❑ El tamaño mínimo del registro será de 1 metro de ancho por 1 metro de largo, con profundidad inferior a 2 metros. El canal tendrá una anchura mínima de 20 centímetros.
- ❑ El canal debe ser recto, tener superficies lisas y longitud suficiente para evitar turbulencias del flujo del vertido; para ello, la pendiente del canal será estable, del 0,2% al 0,5% a lo largo de una longitud de 10 veces la anchura final del canal, incluida la longitud del propio registro, recorrido en el cual no deberán realizarse conexiones ni cambios de sección.
- ❑ Criterios para el dimensionamiento del canal en el registro de efluentes:
  - a) La sección del canal estará en función del caudal de vertido, tomándose como referencia una altura de agua mínima de 3 centímetros en condiciones de caudal medio.
  - b) La altura del canal en el registro de efluentes, será tal que no se produzca rebose.



Diseño alternativo de la arqueta o registro de efluentes.



---

## ***Anejo X: Mantenimiento preventivo de las redes de saneamiento***

El mantenimiento preventivo incluye la inspección y limpieza de las conducciones, estaciones de bombeo, tanques de tormentas, revisiones de válvulas (de compuerta, de retención, vórtice, etc.), detección de fugas en las tuberías de impulsión, etc.

### **1.- Inspección**

La inspección de los colectores ha de servir para detectar puntos problemáticos, donde se acumulan más residuos para, por un lado, saber donde concentrar los esfuerzos de limpieza, y por otro, planificar inspecciones utilizando ciertas técnicas que realicen un diagnóstico de las causas que favorecen la acumulación de residuos (errores en pendiente, defectos de construcción, desplazamientos de tuberías, etc.).

Los posibles sistemas de inspección de una conducción son, básicamente, los siguientes:

- Inspección visual (ya sea mediante brigadas de campo o cámaras de televisión).
- Técnicas geofísicas de detección.
- Técnicas de auscultación.

#### **1.1.- Inspección visual**

Esta es la más tradicional de los sistemas de inspección de las conducciones en servicio. Puede realizarse por introducción directa de operarios en la conducción (en conducciones de 1,5 m de alto por 0,60 m de ancho como mínimo) o por la introducción de cámaras (con cable guía o de tipo autopropulsado) en el interior de la conducción (CCTV). Este último método permite obtener información adicional como es la pendiente de la conducción, dato importante para poder explicar una acumulación excesiva de residuos en un tramo de colector.

En el caso de inspección visual directa de conducciones no visitables, el operario se introduce en el pozo de registro e inspecciona visualmente cada uno de los conductos conectados a este. Este trabajo, se ha de realizar con las medidas de seguridad (utilizando el equipamiento necesario) oportunas para evitar riesgos de caídas y/o asfixias por gases tóxicos.

#### **1.2.- Técnicas geofísicas de detección**

Las técnicas geofísicas de detección son procedimientos habituales del sector del agua potable para detectar fugas en tuberías bajo presión (impulsiones). Hay que destacar que en el ámbito del saneamiento su uso es poco habitual.

Estas técnicas incluyen:

- Inspección acústica.
- Registro de las características hidráulicas de la red.
- Trazadores de gas.

- 
- Técnicas termográficas, de ultrasonidos, electromagnéticas o radioactivas.

### **1.3.- Técnicas de auscultación**

Estas técnicas son utilizadas con la finalidad de obtener datos acerca del estado estructural de alcantarillas o colectores visitables.

## **2.- Limpiezas**

Las limpiezas en las conducciones se programan con la finalidad de prevenir incidencias en el futuro, por la disminución de la sección útil y obstrucciones. Estos problemas pueden ser ocasionados por la acumulación de ciertos tipos de residuos que se adhieren en las paredes (grasas, detergentes, etc.) o sedimentan al no poder ser arrastrados por el flujo de agua.

Hay que tener en cuenta, que los problemas de acumulación de residuos en las redes de saneamiento son, frecuentemente, debidos a un diseño original pobre, construcción inadecuada o a una sobrecarga del sistema.

En cualquier caso, la deposición de residuos en las alcantarillas es inevitable. Es por ello que se han de planificar las limpiezas con la finalidad de disminuir las incidencias futuras, y especialmente en las redes unitarias, ya que en caso de lluvias los residuos acumulados en los colectores pueden ser vertidos al medio.

Como norma general, se recomienda que la frecuencia de estas tareas de limpieza sea anual.

La limpieza del alcantarillado puede realizarse básicamente mediante alguna de las siguientes técnicas:

- Descarga de agua
- Rascadores mecánicos a tracción
- Agua a presión
- Equipos autopropulsados
- Productos químicos
- Rascadores mecánicos de varillas
- Agua y aire comprimido
- Extracción neumática
- Limpieza manual por arrastre y extracción.

Generalmente, la tecnología más utilizada y extendida es la limpieza por agua a presión y aspiración de los fangos. Una modificación de ésta es la que añade la recirculación, donde el camión es capaz de extraer el agua por filtración de los fangos extraídos del colector, e

---

impulsarla a presión para limpiar, ahorrando el tiempo de las recargas de agua y evitando el uso de agua potable.

En cualquier caso, se recomienda seguir las especificaciones incluidas al respecto en el proyecto de norma europea prEN14.654-1, así como en la norma UNE-EN 752-7. Asimismo en el capítulo 2 del manual M28 de AWWA (American Water Works Association) se dan unos criterios prácticos sobre los principales sistemas de limpieza de redes.

Por último, es importante complementar estas recomendaciones con la aplicación de medidas preventivas para la reducción de los residuos en origen y reducir así las limpiezas necesarias en la red de alcantarillado (limpieza viaria exhaustiva, con la finalidad de minimizar la aportación de residuos a la red de saneamiento, prácticas efectivas de control de la erosión para construcciones, parques y jardines en el área de drenaje, diseño de imbornales con arenero lateral, etc.)

---

## ***Anejo XI: Soportes tecnológicos para la explotación de las redes de saneamiento***

### **Planos digitalizados**

Uno de los elementos básicos para facilitar la gestión del mantenimiento de un sistema de saneamiento es el plano de su red de colectores convenientemente actualizado.

Habitualmente, este plano suele estar en soporte papel, aunque se ha de tender a obtener una versión digitalizada en soporte GIS (Sistema de Información Geográfica), donde poder implementar información asociada a la red de saneamiento (ubicación de registros, tanques de tormentas, bombeos, materiales empleados, profundidades, etc.)

### **Telecontrol.**

Un paso más en la gestión de los sistemas de saneamiento es el telecontrol. Utilizando toda una red de equipamientos tecnológicos que facilitan la información en tiempo real, se puede llegar a un elevado grado de control sobre el sistema.

El telecontrol requiere una serie de elementos físicos como son los **sensores** (pluviómetros, limnímetros, caudalímetros, etc.), **actuadores** (dispositivos de regulación que permiten modificar el estado de la red: compuertas, válvulas, bombeos, etc.), **estaciones remotas** (elementos encargados de recibir información de los sensores, tratar las señales, gobernar los actuadores de forma local y mantener la comunicación con el centro de control), **red de comunicaciones** (equipamiento necesario para mantener la comunicación entre el centro de control y las estaciones remotas) y el **centro de control** (conjunto de equipos informáticos y telemáticos que permiten la realización de cálculos, el almacenamiento y la gestión de la información, el mantenimiento de un flujo bidireccional de comunicación entre las estaciones remotas y el centro de control, así como la interfaz necesaria para permitir la interacción con los operadores o gestores de la explotación).

En el ámbito del telecontrol también se puede añadir el control de caudales. Es posible que se quiera conocer el caudal vertido por cada empresa del polígono. En este sentido se puede incluir en el diseño de la red de saneamiento un caudalímetro Parshall en el albañal, entre la arqueta de arranque y el pozo de registro del colector. El caudalímetro enviaría la señal al centro de control mediante una estación remota.

---

## 1.3 Energía y transporte

### OBJETIVOS:

Reducir el consumo energético global del Área Empresarial

Promover sistemas de transporte de consumo reducido

Incrementar el uso de energías renovables en el Área Empresarial

Promover en las empresas sistemas de construcción sostenible y eficiencia energética

La optimización en el uso de la energía se ha convertido en un objetivo prioritario en el ámbito social y empresarial. El cumplimiento del Protocolo de Kioto necesariamente obliga a adoptar un conjunto de políticas energéticas enfocadas hacia la reducción del consumo de combustibles y la utilización de energías renovables. El ahorro de energía es, sin duda, el medio más rápido, el más eficaz y el más rentable para reducir emisiones de gases de efecto invernadero y de mejorar la calidad de aire, especialmente en regiones de fuerte densidad de población como la Comunidad de Madrid.

Aplicando estas políticas se pueden diseñar medidas y realizar acciones en los puntos consumidores de energía, realizando una gestión particularizada en función de las características de Área Empresarial y las condiciones climatológicas de la misma.

Los puntos mas importantes en los que se puede actuar son el alumbrado, y la promoción de la eficiencia energética en edificios de servicios generales. También se pueden promover medidas más ambiciosas como la creación de huertas solares en los propios polígonos o incluso aprovechando las cubiertas de las edificaciones industriales, y aparcamientos para la instalación de placas solares fotovoltaicas conectadas a la Red.

Otro aspecto sobre el que es necesario actuar es la dotación de un sistema de transporte sostenible, de tal forma que el acceso pueda realizarse por medios de transporte públicos. En la gestión se pueden promover también medidas de sensibilización para los usuarios del Área Empresarial en la forma de cursos, conferencias.

En resumen, un Área Empresarial diseñada con criterios de eficiencia energética debe dotarse de todos los medios necesarios para la utilización de fuentes de energías renovables y prever sistemas de transporte sostenibles. A continuación se describen algunas de las medidas que pueden implantarse tanto en las nuevas Áreas como en aquellas que ya están en funcionamiento.

---

### **1.3.1 Alumbrado**

El objetivo fundamental del alumbrado público es permitir una visión segura y confortable durante la noche. El uso adecuado del alumbrado viario proporciona beneficios económicos y sociales como pueden ser los siguientes;

- ❑ La reducción de accidentes nocturnos, incluyendo daños humanos y pérdidas económicas.
- ❑ La ayuda a la protección policial y la seguridad ciudadana.
- ❑ La facilidad del tráfico.

La eficiencia energética en iluminación, es el conjunto de acciones que persiguen un uso racional de los dispositivos utilizados para conseguir un ahorro de energía y aumentar la calidad de las instalaciones.

Para conseguir el objetivo de diseñar un alumbrado energéticamente eficiente deben tenerse en cuenta ciertas consideraciones:

- ❑ Diseño de un proyecto ajustado a la realidad de la utilización del Área e introduciendo los elementos y tecnologías adecuadas para la optimización global.
- ❑ Gestión continuada de las instalaciones, realizando un seguimiento constante de los parámetros eléctricos, lumínicos y de seguridad e incorporando el mantenimiento preventivo.

#### **1.3.1.1 Diseño de la red de alumbrado**

En el diseño de un sistema de alumbrado hay que tener siempre en cuenta:

- ❑ La eficiencia para evitar un derroche innecesario de energía. La correcta aplicación de la eficiencia energética viene marcada por las normas y recomendaciones<sup>1</sup> que establecen los valores máximos y mínimos de iluminación, valores máximos de deslumbramiento y valores máximos de iluminación de alrededores.

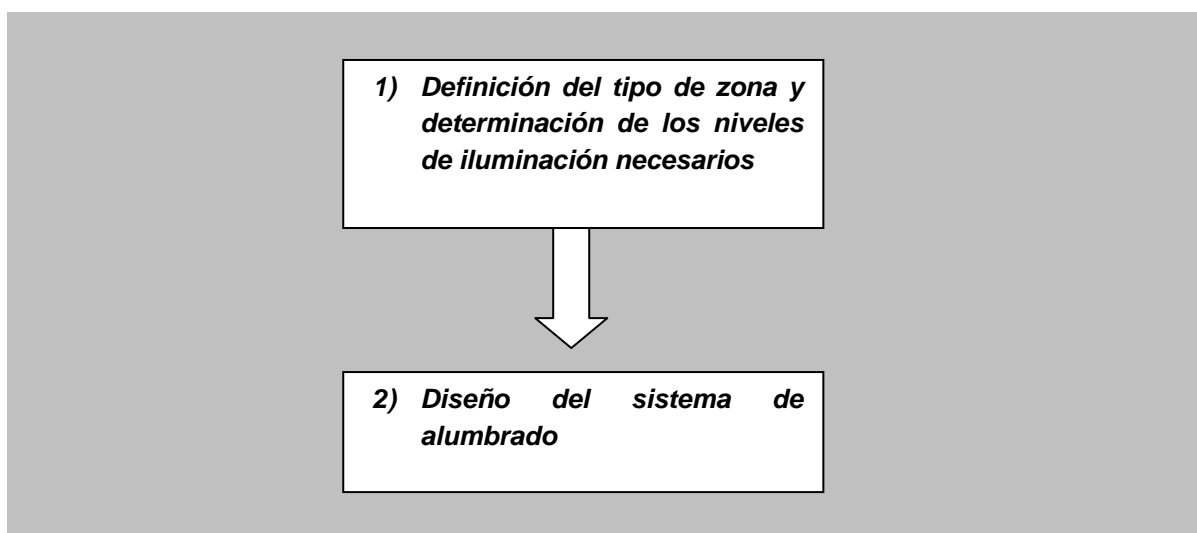
---

<sup>1</sup> Recomendaciones para la iluminación de túneles y carreteras. Ministerio de Fomento. 2000  
Normas Generales para la redacción de proyectos de alumbrado exterior. Ayuntamiento de Madrid  
Guía de Gestión Energética en el Alumbrado público. Dirección General de Industria, Energía y Minas.  
de la Comunidad de Madrid. 2006.

- 
- La reducción de la contaminación lumínica producida por la difusión de la luz artificial que afecta a los hábitat animal y vegetal y produce efectos sobre el paisaje y la noche y molestias a las actividades humanas.

Cualquiera de las normas citadas establecen unos valores mínimos para los parámetros que miden la calidad de la iluminación, en función del uso, la clasificación de la vía urbana, la intensidad del tráfico, el tipo de vehículos, etc.

Tomando como referencia las normas de la *Guía de Gestión Energética en el Alumbrado Público*, se indican a continuación unas pautas para el diseño del sistema de iluminación para una Área Empresarial. Los pasos a seguir serían:



## 1.- DEFINICIÓN DEL TIPO DE ZONA Y DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE ILUMINACIÓN NECESARIOS

Las vías de tráfico de una zona empresarial, son vías de tráfico rodado de moderada velocidad. Las situaciones de proyecto se reflejan en la tabla siguiente.

SITUACIONES DE PROYECTO	TIPOS DE VIAS	CLASE DE ALUMBRADO
B1	Vías urbanas secundarias de conexión a urbanas de tráfico importante. Vías distribuidoras locales y accesos a zonas residenciales y fincas. Intensidad de tráfico y complejidad del trazado de la carretera. (IMD)>7000.....	ME 2 ME 3c
	Intensidad de tráfico y complejidad del trazado de la carretera. (IMD)>7000.....	ME 4b ME 5 ME 6
Para las situaciones de proyecto B1 Y B2 cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros) todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.		

Tabla 11. Clases de Alumbrado para vías de tráfico rodado de moderada velocidad.

Fuente: Guía de Gestión Energética en el Alumbrado público. Dirección General de Industria, Energía y Minas. de la Comunidad de Madrid. 2006.

El tipo de vías dentro de un Área Empresarial estaría dentro de la clasificación B1. Si se considera que la Intensidad Media Diaria de tráfico (IMD) > 7000 la clase de alumbrado será ME2 es decir 1,5cd/m<sup>2</sup>, 0,4 de uniformidad global y 0,7 de uniformidad media, según se refleja en la Tabla 12.

CLASE DE ALUMBRADO (*)	Luminancia de la superficie de la calzada en condiciones secas.			Deslumbramiento perturbador	Iluminación de alrededores.
	Luminancia Media Lm (cd/m <sup>2</sup> )	Uniformidad global U <sub>0</sub>	Uniformidad longitudinal U <sub>λ</sub>	Incremento umbral TI (%) (**)	Relación Entorno SR (***)
ME 1	2,00	0,4	0,70	10	0,50
ME 2	1,50	0,40	0,70	10	0,50
ME 3	1,00	0,40	0,70	15	0,50
			0,60		
			0,50		
ME 4	0,75	0,40	0,60	16	0,50
			0,50		
ME 5	0,50	0,35	0,40	15	0,50
ME 6	0,30	0,35	0,40	15	-----

Tabla 12. Clases de alumbrado de la Serie ME (Calzadas secas)

Fuente: Guía de Gestión Energética en el Alumbrado público. Dirección General de Industria, Energía y Minas. de la Comunidad de Madrid. 2006.

\* Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado, a excepción de (TI), que son valores máximos iniciales. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento (fm) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

\*\* Cuando se utilicen fuentes de luz de baja luminancia (lámparas fluorescentes y de vapor de sodio a baja presión), puede permitirse un aumento del 5% del incremento del umbral (TI).

\*\*\* La relación del entorno SR debe aplicarse en aquellas vías de tráfico rodado donde no existan otras áreas contiguas a la calzada con sus propios requerimientos. La anchura de las bandas adyacentes para la relación del entorno SR será igual como mínimo a la de un carril de tráfico, recomendándose a ser posible 5 m de anchura.



Una vez definido el nivel general de iluminación se debe prestar especial atención a los puntos singulares. Se define un tramo como singular por la complejidad de los problemas de visión y maniobras que tienen que realizar los vehículos que circulan ahí. Tal es el caso de enlaces e intersecciones, glorietas y rotondas que suelen ser frecuentes en zonas industriales.

Siempre que sea posible en los tramos singulares se aplicarán los criterios de calidad de luminancias, uniformidades global y longitudinal, deslumbramiento perturbador que son definidos en las clases de alumbrado serie ME.

En estos casos se tendrá en cuenta que la clase de alumbrado que se defina para el tramo singular será de un grado superior al de la vía de tráfico a la que corresponde dicho tramo singular. Si confluyen varias vías en un tramo singular, tal y como sucede en los cruces, la clase de alumbrado será un grado superior al de la vía que tenga la clase de alumbrado más elevada.

Cuando resulte impracticable aplicar los criterios de luminancia se utilizarán los criterios de iluminancia. Esto sucede cuando la distancia de visión sea inferior a 60 m, y cuando no se pueda situar adecuadamente al observador debido a la sinuosidad y complejidad del trazado de la carretera.

En estos casos se aplican criterios de calidad de iluminación mediante la iluminancia media y su uniformidad, que corresponden a las clases de alumbrado de la serie CE.

CLASE DE ALUMBRADO	Iluminancia horizontal	
	Iluminancia Media Em (lux)	Uniformidad Media Um
CE0	50	0,40
CE1	30	0,40
CE1A	25	0,40
CE2	20	0,40
CE3	15	0,40
CE4	10	0,40
CE5	7,5	0,40

Tabla 13. Clases de alumbrado de la Serie CE.

Fuente: Guía de Gestión Energética en el Alumbrado público. Dirección General de Industria, Energía y Minas. de la Comunidad de Madrid. 2006.

Las clases de alumbrado ME y CE de idéntica numeración son de similar nivel de iluminación.

Según lo indicado en la Tabla 13 en los puntos singulares, como glorietas o intersecciones la iluminación será conforme a criterios de iluminancias, clase CE1, es decir 30 luxes y una uniformidad de 0,40.

---

Además de los criterios de iluminación previamente descritos, las Normas Generales para la redacción de proyectos de alumbrado exterior del Ayuntamiento de Madrid establecen una serie de restricciones en lo referente a potencia instalada del alumbrado exterior:

Esta ordenanza establece que la potencia instalada de las instalaciones de alumbrado exterior será inferior a un vatio por metro cuadrado en calzada y aceras. En casos excepcionales y debidamente justificados podrá llegarse a potencias instaladas de 1,5w/m<sup>2</sup>.

## 2.- DISEÑO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO

Una vez establecidos los niveles de iluminación necesarios, lo siguiente es diseñar el sistema de alumbrado con un grado de eficiencia óptima es decir, cuando el consumo y el confort estén en la proporción adecuada.

Los componentes básicos de un sistema de alumbrado son:

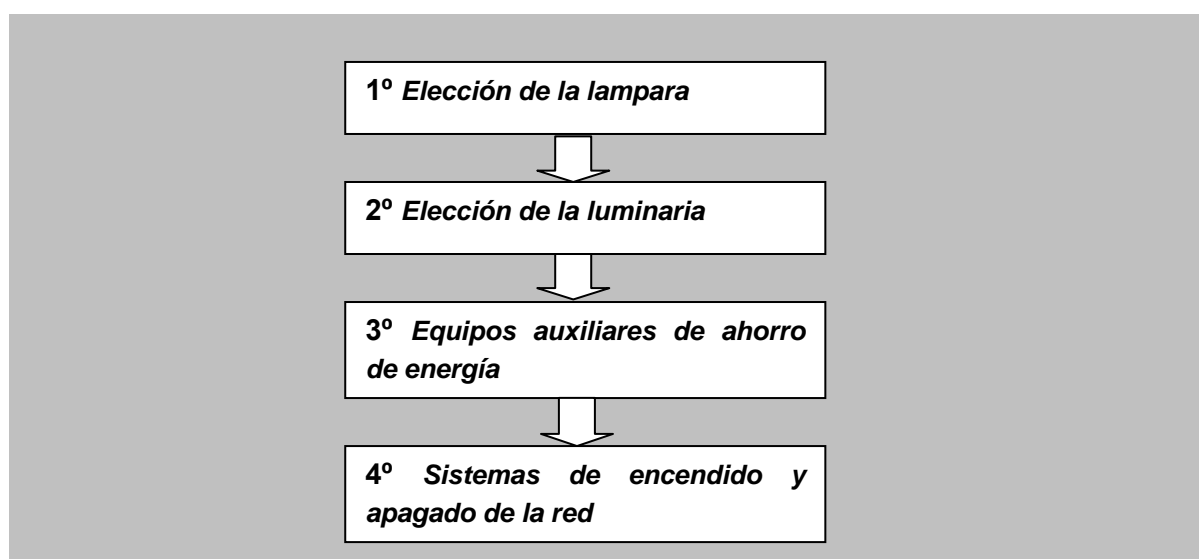
**Fuente de luz o lámpara:** es el elemento destinado a suministrar la energía lumínica.

**Luminaria:** aparato cuya función principal es distribuir la luz proporcionada por la lámpara.

**Equipo auxiliar:** muchas fuentes de luz no pueden funcionar con conexión directa a la red, y necesitan dispositivos que modifican las características de la corriente de manera que sean aptas para su funcionamiento.

Estos tres elementos constituyen la base del alumbrado y de ellos va a depender su eficiencia energética.

Los pasos a seguir son los siguientes:



## 1 -Elección de la lámpara:

En la elección del tipo de lámpara más adecuado, hay que llegar a una solución de compromiso entre eficacia luminosa, rendimiento de color y tiempo de vida medio.

La *eficacia luminosa* es la cantidad de lúmenes que son capaces de dar por cada Watio instalado.

El *rendimiento de color*, es una característica de la lámpara que tiene que ver con la capacidad de la luz que ofrecen para reproducir los colores. Hay lámparas cuyo rendimiento de color es bajo, lo que significa que se distinguen objetos, y contrastes pero no llega a apreciarse el color exacto de las cosas.

El *tiempo de vida medio* de una lámpara es el tiempo medio que resulta tras el análisis y ensayo de un lote de lámparas trabajando en unas condiciones determinadas.

La siguiente tabla recoge los diferentes tipos de lámparas con las características de eficacia, reproducción cromática y duración.

TIPO DE LAMPARAS	GAS	TIPO	Eficacia luminosa Lúm/W	Rendimiento de color	Duración
INCANDESCENTES	NO HALÓGENAS		7,5-11		1000 horas
	HALÓGENAS		22	100	
DESCARGA	VAPOR DE MERCURIO BAJA PRESION	(FLUORESCENTES)	38-91	40-50	5000-7000
	VAPOR DE MERCURIO ALTA PRESION	DESCARGA VAPOR MERCURIO ALTA PRESION	40-60	20-60	8000
		LUZ MEZCLA	20-60	60	6000
		HALOGENUROS METÁLICOS	60-90	65-80	10000
	VAPOR DE SODIO BAJA PRESION		160-180	MUY BAJO	15000
	VAPOR DE SODIO ALTA PRESIÓN		130	50-70	20000

Tabla 14. Tipos de lámparas

En base al análisis de las características generales de las lámparas, y teniendo en cuenta que el alumbrado público lo que busca es **un nivel de luminancia suficiente** en calzada, para una conducción segura y de confort, la lámpara más adecuada que ofrece un mayor rendimiento energético, y una mejor calidad de iluminación **es la lámpara de vapor de sodio de alta presión**. El mejor rendimiento lumen/watio lo da la lámpara de sodio de baja

---

presión, sin embargo su rendimiento de color es muy bajo, esto significa que se distinguen objetos y contrastes pero no llega a apreciarse el color exacto de las cosas.

## **2 -Elección de la luminaria.**

Las luminarias son aparatos que sirven de soporte y conexión a la red eléctrica a las lámparas. Como esto no basta para que cumplan eficientemente su función, es necesario que cumplan una serie de características ópticas, mecánicas y eléctricas entre otras.

A nivel de óptica, la luminaria es responsable del control y la distribución de la luz emitida por la lámpara. Es importante, pues, que en el diseño de su sistema óptico se cuide la forma y distribución de la luz, del conjunto lámpara-luminaria y el deslumbramiento que pueda provocar en los usuarios. Otros requisitos que deben cumplir las luminarias es que sean de fácil instalación y mantenimiento.

Las principales características que se debe exigir a la luminaria son:

- ❑ Rendimiento comprendido entre el 60% y el 55%,
- ❑ Factor de utilización comprendido entre el 20% y el 50%
- ❑ Flujo hemisférico superior instalado FHSINST % máximo 25%
- ❑ El sistema óptico con grado de hermeticidad mínimo IP 55 y IP 66, con cierre de vidrio, cuerpo de inyección, extrusión ó estampación de aluminio, así como de acero inoxidable y fotometría acorde con la iluminación proyectada.

## **3 -Equipos auxiliares de ahorro de energía:**

En los alumbrados públicos con lámparas de descarga puede reducirse el consumo energético en las horas de madrugada o en circunstancias de menor exigencia visual mediante la reducción del flujo luminoso. El actual Reglamento de Baja Tensión, según el Decreto 842/2002 en la Instrucción ITC-BT-09 obliga a que las instalaciones de alumbrado público se proyecten con distintos niveles de iluminación.

Por otra parte, las sobretensiones en la red en horas de funcionamiento del alumbrado público son muy frecuentes debido al menor consumo existente y limitan la duración de la vida de las lámparas además de ocasionar un consumo mayor de lo necesario en la instalación.

Existen unos equipos auxiliares mediante los cuales se obtiene los diferentes niveles de iluminación y contribuyen a solucionar en mayor o menor medida el problema de las sobre tensiones. Estos equipos pueden utilizarse en el diseño de los sistemas de alumbrado de las nuevas Áreas Empresariales y también es posible integrarlos en las ya existentes, son:

- ❑ Reactancias de doble nivel.

- 
- Reguladores de flujo en cabecera.
  - Reductor de flujo con reactancia electrónica.

- **Reactancias de doble Nivel: Balastos electromagnéticos de Doble Nivel**

Son unos dispositivos que reducen la potencia consumida mediante la introducción en el circuito de la lámpara de una inductancia adicional incorporada en el mismo núcleo de la inductancia principal. También se puede disponer de un temporizador en el equipo de cada luminaria, que programado según se precise haga paso del nivel normal al reducido.

El sistema de doble nivel puede aplicarse en lámparas de mercurio a alta presión y en lámparas de sodio a alta presión. Este sistema no es adecuado con lámparas de halogenuros metálicos. Los sistemas de doble nivel presentan además la ventaja añadida de la mayor duración de equipos y lámparas, ya que generalmente las sobretensiones perjudiciales se producen en las líneas en las horas en que se ha conectado el alumbrado reducido.

El sobre coste de una luminaria con sistema de doble nivel puede suponer un incremento del orden de 30€.

Logran reducir el consumo en un 40%, pero tienen el inconveniente de que si bien en instalaciones nuevas no supone un sobre coste excesivo, en los alumbrados en funcionamiento su instalación puede ser muy costosa, pues debe instalarse una en cada punto de luz.

- **Reguladores de flujo en cabecera**

Son simples estabilizadores de tensión con distintos niveles de trabajo. Se instalan en el armario de maniobra y medida en la cabecera de línea, o en un armario independiente. Mediante estos reguladores se reduce la tensión de alimentación al conjunto lámpara balasto y se obtienen reducciones de la potencia en torno al 40% para reducciones del flujo luminoso del 50% en instalaciones de sodio y de más del 25% en las de mercurio. Para tensiones de alimentación nominales al conjunto lámpara balasto de 220V, la reducción de la tensión es a 175 V para el sodio a alta presión y a 195 V para el vapor de mercurio.

La ventaja que aporta este reductor con respecto a los balastos electromagnéticos de doble nivel es la tensión de alimentación y que pueden aplicarse relativamente fácil en alumbrados realizados con anterioridad, sin que sea necesario una actuación en cada uno de los puntos de luz, lo cual reduce sensiblemente los costes. El coste de un equipo de estas características para un cuadro de unos 15kVA puede ser del orden de 7500€.



Figura 23. Regulador de flujo en cabecera

Como Anexo 1 del presente capítulo se muestra un estudio de ahorro con estabilizador y regulador de flujo en cabecera.

- **Reductor de flujo con reactancia electrónica**

Otro equipo que se puede utilizar para ahorrar energía en alumbrado público es el Reductor con reactancia electrónico. Es una unidad de alimentación compacta adaptada a cada tipo de potencia de lámpara. Sustituye a todos y cada uno de los componentes convencionales asociados a las lámparas: reactancia, condensador para corrección del factor de potencia y arrancador. Todos los modelos incorporan los elementos necesarios para la conmutación automática a nivel reducido de potencia sin necesidad de una línea auxiliar de mando. Este dispositivo produce menores pérdidas ya que no superan el 4 o 5% de la potencia total consumida por la lámpara. Como trabaja en alta frecuencia mejora el rendimiento lumínico respecto a la que esa misma lámpara daría alimentada a través de un balasto electromagnético.

---

Sin embargo estos dispositivos están aún en fase experimental, y no cuenta con un 100% de fiabilidad. Cada punto de luz tiene una reactancia electrónica y en el cuadro eléctrico existe un dispositivo que integra todas las señales. Las reactancias electrónicas dan problemas de funcionamiento con las temperaturas extremas.

El instalar un equipo reductor con reactancia electrónica supone un sobre coste por luminaria del orden de 200€.

De estos tres dispositivos de ahorro de energía, se propone como solución más recomendable y fiable **el regulador de flujo en cabecera**.

#### **4- Sistemas de encendido y apagado de la Red:**

El encendido y apagado de las instalaciones deberá efectuarse en función del mayor ahorro energético posible, cumpliendo las necesidades propias de la instalación, sin que se adelante el encendido ni se retrase el apagado, de forma que el consumo energético sea el estrictamente necesario. Los métodos que se recomiendan son aquellos que regulan el flujo de luz según la luminosidad, de esta forma se conjuga seguridad ciudadana, estética y ahorro energético.

Los sistemas existentes que se pueden implementar son:

- Interruptor crepuscular
- Interruptor de horario astronómico.

Estos tipos de dispositivos tienen un coste que oscila entre 40€ y 120€, según sus características.

##### ***1.3.1.2 Gestión y mantenimiento de la red de alumbrado***

El sistema más recomendable para **la gestión de la red** es la adopción de un Sistema de Gestión Centralizado. Con estos sistemas se consigue:

- Localización inmediata de averías y reducción del tiempo de las mismas, con lo que se reducen los costes de mantenimiento y mejora la calidad del servicio
- Ahorro energético: Programación horaria del encendido y apagado de la instalación y entrada del nivel de reducción del flujo luminoso.
- Control de consumos de los cuadros
- Gestión del ahorro energético de las instalaciones
- Control de las horas de funcionamiento de las lámparas
- Análisis estadístico que permite la toma de acciones preventivas

El Sistema de Gestión Centralizada más habitualmente utilizado es el denominado Sistema de Gestión a Cuadro de mando. Normalmente se funciona a tres niveles:

---

**Nivel 1 Control de punto de luz:** Controles de averías, intermitencias, averías en el condensador, telemando del punto de luz.

**Nivel 2 Control del Cuadro:** Mando automático de encendidos y apagados, reducción del nivel en horas de baja utilización, estabilización de la tensión, control de horas...

**Nivel 3 Sala de mando:** Es el lugar donde se centraliza la información recogida en las instalaciones de alumbrado público y se realizan las operaciones de mando y control. Para un Área Empresarial, siendo un espacio de reducido tamaño se deben controlar un número pequeño de instalaciones de alumbrado. La sala de mando constaría de 1 PC con pantalla e impresora y las comunicaciones se realizan con telefonía móvil o gsm. Las averías se transmiten en tiempo real con mensajes sms al personal de mantenimiento.

En relación al mantenimiento de la red de alumbrado existen dos posibilidades, **el correctivo y el predictivo.**

Se recomienda el mantenimiento predictivo, ya que está demostrado que permite aplazar muchas de las acciones correctivas y es eficaz a la hora de mejorar el ahorro energético.

En el mantenimiento predictivo, por ejemplo la actividad programa de limpieza de luminarias desde el punto de vista ambiental presenta la ventaja de que se mantienen los flujos luminosos para el mismo nivel de consumo energético. También se debe realizar un programa de sustitución de luminarias atendiendo a su vida útil, aunque continúen funcionando el flujo luminoso radiado por una lámpara al final de su vida útil es del 70% del inicial y su consumo es mayor.

Para la puesta en marcha e implementación de un sistema de gestión centralizado y mantenimiento predictivo es necesario disponer de un inventario de instalaciones. El inventario debe realizarse sobre una base de datos preferentemente gráfica que permita tratar y extraer conclusiones de la información.

<b>Inventario de acometidas</b>	<b>Inventario de lámparas, soportes y luminarias</b>
Nombre situación y años de instalación de acometida	Tipo y potencia de las lámparas
Coordenadas y hoja del plano	Número de lámparas por acometida y total
Sección tensión y tipo de armario	Situación de cada punto
Centro de transformación del que se alimenta	Tipo y antigüedad de soportes
Potencia conectada	Tipo y antigüedad de luminarias
Tarifa de contratación	
Reducción de régimen, tipo de dispositivo de encendido	
Estado de la acometida	

Tabla 15. Datos necesarios para un inventario de instalaciones



<b>Estado de las instalaciones</b>	<b>Presupuestos</b>
Niveles comparativos de iluminación entre diferentes zonas	Instalaciones de nuevos alumbrados
Ajuste horario	Renovación del alumbrado existente
Averías	Mantenimiento
Revisiones sistemáticas	Consumo de energía
Reparación de averías	Inversiones en el municipio
Limpieza de luminarias	
Reposición de lámparas, soportes y equipos	

Tabla 16. Datos necesarios para el mantenimiento preventivo

Con esta información en una base de datos convenientemente actualizada se puede conocer el control de trabajos programados en cada una de las calles, identificar las averías reparaciones y reposiciones. Asimismo se permite tener actualizado el presupuesto de mantenimiento y actualización de la red.

### **1.3.1.3 Ayudas y Subvenciones**

La Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid publica regularmente la convocatoria de ayudas para promover actuaciones de uso racional de la energía y la utilización de fuentes de energía renovables en al ámbito territorial de la Comunidad de Madrid, incentivando el autoabastecimiento energético y la protección del medio ambiente.

En este sentido la Orden de 16 de octubre de 2008, *por la que se regula la concesión de ayudas por el Instituto Madrileño de Desarrollo para promoción de actuaciones de ahorro y eficiencia energética y se realiza su convocatoria para el año 2008* establece como subvencionables en su artículo 5 las siguientes actuaciones referidas al alumbrado:

#### **F) Renovación de las instalaciones de alumbrado público exterior existentes.**

*Podrán solicitar ayudas para este tipo de actuaciones los Ayuntamientos, instituciones públicas o empresas públicas o privadas concesionarias del servicio de alumbrado exterior, comunidades de propietarios y cualquier asociación o entidad pública o privada con responsabilidad en el alumbrado público exterior.*

*Se incluyen en esta medida las actuaciones que consigan una reducción del consumo de energía eléctrica en alumbrado exterior y que se justifiquen documentalmente, así como la sustitución de la tecnología actual por tecnología LED en semáforos.*

*Se considerarán costes elegibles los correspondientes a los equipos, la reforma de tendidos e instalaciones eléctricas y la realización de proyectos de ingeniería.*

---

*El cálculo del ahorro energético se realizará mediante la comparación del consumo energético de la instalación en la situación actual y en la situación mejorada que se pretende alcanzar tras la reforma.*

**G) Estudios, análisis de viabilidad y auditorías de instalaciones de alumbrado exterior existentes.**

*Podrán solicitar ayudas para este tipo de actuaciones los Ayuntamientos, instituciones públicas o empresas públicas o privadas concesionarias del servicio de alumbrado exterior, comunidades de propietarios y cualquier asociación o entidad pública o privada con responsabilidad en el alumbrado público exterior.*

### **1.3.2 Alumbrado mediante luminarias solares**

Como alternativa a los sistemas de alumbrado convencional, se está desarrollando e implantando actualmente un tipo de luminarias solares para urbanización. Esta solución se está planteando como la mejor opción desde un punto de vista ambiental por los siguientes motivos:

- ❑ Por un lado los avances de la técnica, que logra paneles, baterías y luminarias cada vez más eficientes, lo que se refleja en modelos de farolas solares mejores y más accesibles.
- ❑ Las luminarias solares tienen un nulo gasto eléctrico procedente de la red lo que, además de hacerlo económicamente interesante, ayuda a aliviar los con frecuencia sobrecargados sistemas de distribución eléctrica.

Sin embargo, **posee ciertas limitaciones técnicas y climáticas** que será necesario tener en cuenta en su diseño.

## **CONDICIONANTES DE ILUMINACION SOLAR FOTOVOLTAICA**

### **Variabilidad de rendimiento a lo largo del año:**

Un factor muy a tener en cuenta a la hora de plantearse la aplicación de una farola solar es la variabilidad de su rendimiento a lo largo del año.

El sol no incide con la misma potencia en todas las estaciones del año, siendo siempre mayor la energía que recibe la superficie terrestre en verano que la que recibe en invierno y siendo también mayor la diferencia entre ambas estaciones conforme nos alejamos del ecuador.

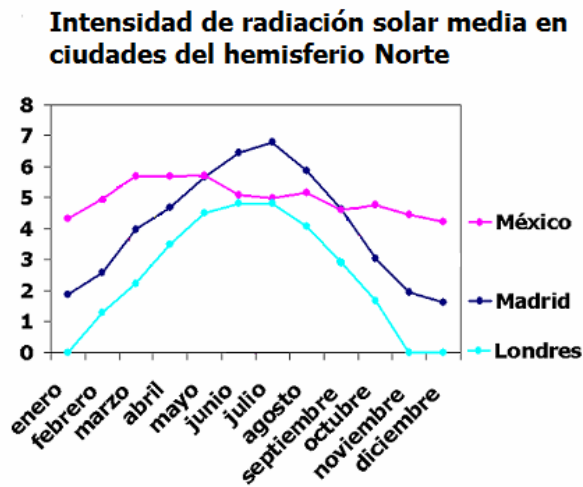


Figura 24. Intensidad de radiación solar media en ciudades del hemisferio norte

En esta gráfica se puede ver como la radiación es mucho más uniforme durante todo el año en las latitudes de los trópicos (México DF). En estas zonas las luminarias fotovoltaicas ofrecerán un buen rendimiento durante todo el año. En cambio en las latitudes de clima templado (Madrid y Londres) se observa una gran variabilidad de radiación solar que llega a la superficie entre el verano y el invierno. Aquí las luminarias ofrecerán un rendimiento desigual según la estación, llegándose el caso de que exista excedente de radiación en verano y déficit en invierno.

Por otro lado también será necesario tener en cuenta las características climáticas locales, en concreto el número de días consecutivos en los que el cielo pueda permanecer nublado. ya que sólo la radiación solar directa (la que nos llega cuando no hay nubes que oculten el Sol) recarga eficazmente las baterías. Todos estos factores tendrán su reflejo en el rendimiento de las luminarias.

Las luminarias de menor potencia sí pueden llegar a acusar esta variabilidad en la cantidad de energía del Sol que recibe la Tierra. Así mientras en momentos del año con gran radiación solar la farola puede funcionar a pleno rendimiento durante un buen número de horas, en invierno el número de horas y la potencia de la luz emitida por la farola puede verse sensiblemente reducido y en momentos especialmente desfavorables incluso interrumpido.

Estos factores afectarán en mucha menor medida a las farolas solares de mayor potencia las cuales pueden asegurar un suministro de luz mucho mas estable durante todo el año, si bien son las más costosas.

---

## Sombras

Se deberá disponer de un lugar despejado donde se pueda asegurar que el sol incide un número adecuado de horas al día evitándose que existan obstáculos próximos a la farola en su cara que mira hacia el ecuador (hacia el Sur en el hemisferio Norte, hacia el Norte en el hemisferio Sur). También se deberá tener en cuenta que la sombra que proyectan los objetos varía de tamaño en función de la estación en que nos encontremos, siendo máxima el primer día del invierno y mínima el primer día del verano.

De estos tres requisitos, un Área Empresarial, no es un lugar muy despejado y por lo tanto resultará difícil, asegurar que el sol incide el máximo número de horas, son inevitables las sombras proyectadas por los edificios.

La siguiente imagen muestra una foto aérea de un polígono industrial con alumbrado convencional, en ella puede verse la sombra que proyecta un edificio sobre un báculo que soporta la luminaria.



Figura 25. Sombras sobre de naves industriales sobre el alumbrado

## Fijación al suelo

Se debe disponer de suelo donde se pueda fijar la farola de manera adecuada realizando una cimentación que ayude a que la farola pueda soportar erguida todo tipo de condiciones ambientales, en especial vientos fuertes.

## Temperaturas

El lugar donde se coloque la farola solar no ha de soportar temperaturas extremadamente bajas (Varios grados bajo cero, en la precisión de este dato influye el nivel de carga de la batería), ya que existe el riesgo de la congelación del fluido del que están compuestas las baterías lo que terminaría por arruinarla.

---

## DESCRIPCIÓN DE LUMINARIAS SOLARES.

Los dispositivos de iluminación solar constituyen en si mismos pequeñas centrales fotovoltaicas. Durante el día capta la energía del Sol almacenándola en una batería para por la noche emplearla para encender las luminarias. Los componentes de las luminarias son.

**Paneles solares fotovoltaicos-** Elemento encargado de captar la energía del Sol y transformarla en electricidad. Normalmente se colocan en lo alto de la estructura para así lograr una mayor captación de la energía solar. Los paneles deben estar siempre orientados hacia el ecuador terrestre y con la inclinación adecuada en función de la latitud. Los paneles solares son del todo similares a los empleados para otras aplicaciones fotovoltaicas, solo que adaptados en tamaño. Normalmente se emplean aquellos materiales semiconductores de mejor rendimiento de entre los que habitualmente se encuentran en el mercado (silicio monocristalino y policristalino).

Existen algunas variantes al modelo “clásico” de farola solar, como aquellos cuyo panel fotovoltaico se coloca sobre una estructura de seguimiento del movimiento del Sol para lograr una mayor captación de radiación, o aquellos que combinan la fuente fotovoltaica con otra eólica, opción muy apta para áreas de abundante viento.



**Baterías-** Elemento encargado de almacenar la energía captada por los paneles durante el día para emplearla en la noche en el encendido de las luminarias. La ubicación de este componente depende del fabricante. Algunos la sitúan en una zona alta, bajo el panel o bajo la luminaria. De esta manera se reduce los posibles riesgos de su manipulación indebida. Esta colocación sin embargo también dificulta las operaciones de cambio y mantenimiento. Otros fabricantes optan en cambio por colocarla en la parte baja donde es mas fácil manipularla para realizar reparaciones o reemplazos, sin embargo está más expuesta a que personas indebidas tengan acceso a ella. La elección de uno u otro tipo depende de la finalidad y la función del área donde se vayan a colocar. En cualquier caso al funcionar estos componentes con una baja tensión de 12 voltios, el riesgo de accidentes graves es muy reducido.

Figura 26. Componentes de luminarias solares

---

### **Elementos de control (reguladores del encendido y apagado)**

- Optimizan y racionalizan la utilización de la energía almacenada.

Se emplean para automatizar el encendido y el apagado de las luminarias evitando un gasto innecesario de luz consiguiendo además que se alargue la vida de los componentes. Esta regulación se consigue de dos maneras:

- Por medio de dispositivos programables que encienden y apagan las luminarias en función de la información introducida sobre las horas de salida y puesta del Sol cada día del año del lugar donde se va a colocar.
- Por medio de una pequeña célula fotoeléctrica que detecta el nivel de luminosidad natural ambiental. Cuando la célula detecta poca intensidad lumínica exterior (noche), enciende las luminarias, cuando la intensidad lumínica es alta (día), las apaga.

También habrá que prestar especial atención a los sistemas de apagado de seguridad de las luminarias. Cuando tras varios días nublados no se haya podido recargar la batería adecuadamente y esta se encuentre a un nivel de carga muy bajo debe existir este sistema que impida que las luminarias se prendan para evitar que la descarga de la batería continúe. Una excesiva descarga en la batería puede provocar que esta quede incapaz de recargarse y por lo tanto inservible. Este sistema debe asegurar asimismo que en el momento en que vuelva a haber suficiente Sol para recargar la batería el ciclo se restituya normalmente.

**Elementos de iluminación-** Elementos que transforman la energía almacenada en la batería en luz. En todos estos componentes se emplean luminarias eficientes para aprovechar al máximo la energía captada: lámparas fluorescentes, lámparas de sodio o LEDS, descartándose totalmente las bombillas incandescentes por ser grandes derrochadoras de energía.

---

### **1.3.3 Energía solar fotovoltaica**

La energía solar fotovoltaica consiste en la transformación directa de la radiación solar en energía eléctrica. España está favorecida por su situación geográfica y climatología para aprovechar este tipo de energía. En particular en la Comunidad de Madrid la radiación solar media diaria anual es del orden de 1.600 kWh/m<sup>2</sup>año. Una instalación fotovoltaica de 5 kWp evita la emisión de 2,3 t de CO<sub>2</sub> al año.

En zonas no aisladas -con suministro eléctrico- como suele ser habitual en las Áreas Empresariales, la corriente eléctrica generada por una instalación fotovoltaica puede ser vertida a la red eléctrica como si fuera una central de producción de energía eléctrica. Las compañías eléctricas están obligadas a comprar la energía producida.

El consumo de electricidad del usuario es independiente de la energía generada por los paneles fotovoltaicos, el usuario sigue comprando la energía eléctrica que consume a la compañía distribuidora al precio establecido y además es propietario de una instalación generadora. El *Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo*, para dicha tecnología establece la retribución que se percibe por la energía limpia vertida a la red eléctrica como medida compensatoria por evitar los impactos producidos por los combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas) y nuclear.

Según esta normativa, las instalaciones solares fotovoltaicas “en cubierta” de no más de 20 kW de potencia instalada reciben por cada kWh inyectado a la red una retribución de 34 c€. Las de más de 20 kW recibirán 32 c€. Esta retribución base se actualizará anualmente en función del IPC como se indica en el decreto 661/2007, de 25 de mayo. Estas tarifas aplican hasta que se satisfaga el primer cupo de convocatorias de potencia indicadas en la ley (unos 267 MW anuales). Las instalaciones inscritas en cupos posteriores facturarán partiendo de menor tarifa base, siguiendo la fórmula establecida en la mencionada el Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre.

Las Áreas Empresariales pueden convertirse **en zonas de producción de energía eléctrica procedente de fuentes renovables** utilizando las superficies disponibles para generar energía solar fotovoltaica. De esta forma el Área Empresarial compensa el consumo energético de las empresas con la producción de energía renovable.

Las ventajas generales que presenta la energía solar fotovoltaica para su instalación en Áreas Empresariales, que también hacen preferente su utilización frente a otras energías renovables como la eólica son:

- Son sistemas muy sencillos y fáciles de instalar.

- 
- ❑ Elevada versatilidad: pueden situarse en casi cualquier lugar y en instalaciones de diferente tamaño.
  - ❑ Instalaciones fácilmente modulables, con lo que se puede aumentar o reducir la potencia instalada fácilmente según las necesidades.
  - ❑ Una vez instalada tiene un coste energético nulo.
  - ❑ Ingresos adicionales en el caso de las instalaciones conectadas a red.
  - ❑ Mantenimiento y riesgo de avería muy bajo.
  - ❑ Se trata de una tecnología en rápido desarrollo que tiende a reducir el coste y aumentar el rendimiento.
  - ❑ Es una energía descentralizada que puede ser captada y utilizada en todo el territorio.

Como ventaja añadida se puede citar que genera una conciencia social en los empresarios sobre el uso racional de la energía y hábitos de consumo más respetuosos con el medio ambiente.

Las instalaciones solares fotovoltaicas actualmente están subvencionadas en la Comunidad de Madrid por la *Orden 2389/2008, de 5 de junio, de la Consejería de Economía y Consumo, por la que se regula la concesión de ayudas para la promoción de las energías renovables y se convocan para el ejercicio 2008.*

Actualmente están subvencionados únicamente los proyectos promovidos por Ayuntamientos, entidades públicas, comunidades de propietarios e instituciones sin ánimo de lucro, ya que en la Orden **no se considerarán subvencionables las instalaciones cuyo titular sea una persona física, una empresa o un empresario autónomo**, ni las instalaciones de potencia inferior a 5 kWp y las ampliaciones de instalaciones en las que la potencia ampliada sea inferior a esa potencia, salvo que se trate de instalaciones no conectadas a la red eléctrica. La subvención es de 1,5 €/Wp.

Se consideran costes subvencionables los correspondientes a los equipos e instalaciones, módulos fotovoltaicos, baterías, reguladores, convertidores, tendidos eléctricos y conexiones, así como obra civil asociada, puesta en marcha, dirección e ingeniería de proyecto, documentación técnica, manuales de uso y operación y tramitaciones de permisos y ayudas. No se consideran subvencionables las aplicaciones de energía solar fotovoltaica que se instalen de forma obligatoria en virtud de lo establecido en el Código Técnico de la Edificación, Ordenanzas Municipales u otras disposiciones normativas.

Para poder acogerse a las subvenciones reguladas en la Orden, las instalaciones conectadas a red de potencia igual o superior a 10 kWp deberán estar monitorizadas.

Las superficies disponibles en un Área Empresarial para producir energía solar fotovoltaica son numerosas:



- ❑ Espacios de terreno disponibles (sobre el suelo) para una huerta solar
- ❑ Cubiertas de las naves industriales
- ❑ Cubiertas de otros espacios públicos como aparcamientos
- ❑ Cubiertas de otras instalaciones como estaciones de servicio

Todas estas instalaciones fotovoltaicas son posibles dentro de la misma Área Empresarial y se pueden construir en las existentes, si bien es recomendable que en las nuevas se planifiquen desde el origen de diseño. La promoción y gestión de los paneles, en el caso de cubiertas de naves industriales y otras instalaciones privadas como Estaciones de Servicio, será a cargo de sus propietarios mientras que las instaladas en superficies públicas o terrenos de la Entidad de Gestión del Área serán responsabilidad de esta Entidad.

### **Instalaciones solares en cubiertas de naves industriales o edificios:**

En relación a las instalaciones solares fotovoltaicas sobre cubiertas de naves industriales o edificios lo idóneo es que exista una normativa u ordenanzas del Polígono o que el Plan Especial prevea que las empresas que se instalen dispongan de una superficie mínima adecuada para instalación de placas solares fotovoltaicas. Los sistemas solares pueden integrarse perfectamente en la mayoría de los edificios existentes, aunque sin duda, la mejor y más fácil integración se logra si se incluyen en el proyecto de un edificio de nueva construcción.

El Código Técnico de la Edificación (CTE) aprobado por el *Real Decreto 314/2006 por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación*, cuyo texto refundido se aprueba con el Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, y corrección de errores del BOE de 25 de enero de 2008 obliga a instalar paneles fotovoltaicos en algunos edificios:

Según el citado CTE los edificios de los usos indicados, en la Tabla 17 incorporarán sistemas de captación y transformación de energía solar por procedimientos fotovoltaicos cuando superen los límites de aplicación establecidos en la misma.

<b>Tipo de uso</b>	<b>Límite de aplicación</b>
Hipermercado	5.000 m <sup>2</sup> construidos
Multitienda y centros de ocio	3.000 m <sup>2</sup> construidos
Nave de almacenamiento	10.000 m <sup>2</sup> construidos
Administrativos	4.000 m <sup>2</sup> construidos
Hoteles y hostales	100 plazas
Hospitales y clínicas	100 camas
Pabellones de recintos feriales	10.000 m <sup>2</sup> construidos

Tabla 17. Ámbito de aplicación de la sección HE 5 del Código Técnico de la Edificación

En el caso de que se cumplan las condiciones de la Tabla 17 la potencia pico a instalar se calculará mediante la siguiente fórmula y los criterios establecidos en el CTE:

$$P = C \times (A \times S + B)$$

Siendo:

P: Potencia Pico kWp.

A y B: Coeficientes Definidos en la Tabla 18 en función del uso del edificio.

C: El coeficiente definido en la Tabla 19 en función de la zona climática.

S: La superficie construida del edificio m<sup>2</sup>

Tipo de uso	A	B
Hipermercado	0,001875	-3,13
Multitienda y centros de ocio	0,004688	-7,81
Nave de almacenamiento	0,001406	-7,81
Administrativos	0,001223	1,36
Hoteles y hostales	0,003516	-7,81
Hospitales y clínicas	0,000740	3,29
Pabellones de recintos feriales	0,001406	-7,81

Tabla 18. Coeficientes de uso  
(Fuente: Código Técnico de la Edificación)

Zona Climática	C
I	0,001875
II	0,004688
III	0,001406
IV	0,001223
V	0,003516

Tabla 19. Coeficientes de climático  
(Fuente: Código Técnico de la Edificación)

En cualquier caso, la potencia pico mínima a instalar será de 6,2 kWp. El inversor tendrá una potencia mínima de 5 Kw.

En instalaciones sobre cubiertas de naves para los casos obligatorios se deben cumplir los criterios de diseño y cálculo del Código Técnico de la Edificación HE-5 en cuanto a disposición de módulos, pérdidas límite por orientación, por inclinación y pérdidas por sombras.

Otros criterios de diseño recomendables para instalaciones no obligatorias son los siguientes:

- En las instalaciones conectadas a red se intenta maximizar la producción anual, orientando al sur y con la inclinación más favorable. (lo óptimo son unos 31° C).

- 
- ❑ Cada instalación debe contar con un punto de acceso concedido por la compañía de distribución. Como condición necesaria, la capacidad de la instalación no debe superar el 50% de la capacidad de la red exterior. La capacidad de la red exterior depende de criterios de la compañía. Si las instalaciones son inferiores a 100 kW cabrían conexión a la red de baja tensión. Si las instalaciones resultan inferiores a 1-2 MW las conexiones se harán con centros de transformación de media tensión.
  - ❑ En cubiertas con posibles obstáculos, como es el caso de un polígono industrial es importante hacer previamente un estudio de sombras. Se considera que la influencia de obstáculos situados al Sur es despreciable cuando su altura está por debajo de 15°C respecto de la horizontal del punto de recepción.
  - ❑ Dada la limitación de la superficie es importante utilizar paneles de máxima eficiencia (silicio monocristalino, multicapa, etc) ya que en este caso el exceso de coste del panel viene compensado por mayor aprovechamiento de la superficie, que es el factor limitante en este caso.
  - ❑ También puede ser interesante probar la tecnología de los paneles flexibles, aunque son de silicio amorfo (baja eficiencia), sin embargo pueden ser útiles para algunas aplicaciones en cubiertas complicadas.



Figura 27. Panel Instalado en Cubierta de nave

- ❑ Los valores de potencia por m<sup>2</sup> de panel suelen variar entre los 60 Wp/m<sup>2</sup> para amorfo y los 160 Wp/m<sup>2</sup> para células monocristalinas gran calidad.
- ❑ Se estima que para producir el equivalente al consumo de energía doméstico de una familia se suele requerir entre 1 kWp y 4 kWp, en función de los distintos hábitos de consumo.

- 
- ❑ Las toneladas de CO<sub>2</sub> evitadas son de 0,46 t por 1 kWp instalado.
  - ❑ Los costes de instalaciones en cubiertas dependen del tipo de cubierta y de si es necesario establecer refuerzos, se puede estimar un ratio de 6 €/Wp para instalaciones de unos 100 kW, y 6,7 €/Wp para instalaciones de menor potencia unos 5 kW.
  - ❑ Los ingresos dependen de la orientación y eficacia pero se estima que pueden oscilar entre los 0,55-0,65 € año/Wp.

En la Comunidad de Madrid hay varios ejemplos de instalaciones en cubiertas de naves industriales en los polígonos industriales de Urtinsa, Los Gallegos, Alparrache y Polvoranca.

### **Gestiones Administrativas necesarias:**

Una empresa que decida instalar una instalación solar fotovoltaica deberá realizar:

- ❑ Inscripción provisional y definitiva de la instalación en el Registro de Productores de Energía en Régimen Especial (Consejería de Economía y Hacienda).
- ❑ Boletín del instalador firmado
- ❑ Proyecto visado de instalación fotovoltaica y memoria ambiental.
- ❑ Derecho de superficie o arrendamiento de superficie de edificio (Propiedad)
- ❑ Concesión de “punto de evacuación” y de “garantía de potencia de evacuación” por parte del distribuidor eléctrico. (Distribuidora Eléctrica)
- ❑ Autorización administrativa (Consejería de Economía y Hacienda).
- ❑ Declaración de Impacto Ambiental (DÍA) donde y cuando sea necesario (Consejería Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio)
- ❑ Declaración de instalación de utilidad pública o interés general cuando sea necesario (suelo rústico no calificado para producción de energía)
- ❑ Licencia de obras y de actividad (Ayuntamiento)

---

## Instalaciones solares fotovoltaicas sobre el Suelo:

La decisión de instalar un Huerto Solar en el Área Empresarial debe ir precedido de un estudio de viabilidad técnico y económico.

Datos necesarios para realizar el estudio:

- ❑ Coordenadas geográficas y altura de ubicación
- ❑ Irradiación solar Wh/m<sup>2</sup> mensuales y anuales
- ❑ Costes aproximados de la instalación

La irradiación media de la Comunidad de Madrid de 1.600 Wh/m<sup>2</sup> es favorable a la instalación de placas solares fotovoltaicas.

La ubicación del Huerto Solar tiene que asegurar ciertas características:

- ❑ Evitar zonas que en un futuro puedan desarrollar urbanizaciones o instalaciones que den sombra al Huerto
- ❑ Evitar zonas libre de cauces y zonas de protección especial
- ❑ Evitar zonas inundables
- ❑ Evitar zonas de producción de polvo que se pueda depositar sobre los paneles y reducir su producción

Los criterios de diseño para instalaciones sobre el suelo son los siguientes:

- ❑ No es necesario instalar paneles de tan alto rendimiento como los indicados en cubiertas, puede ser suficiente utilizar paneles de Silicio Policristalino o también Amorfo.
- ❑ El seguidor solar es un aparato tecnológico con capacidad de orientación hacia el sol, es decir, para seguir la trayectoria del sol desde el amanecer en el Este hasta la puesta del sol. Es una estructura en la que se montan los paneles fotovoltaicos. Debido a que el seguidor solar se orienta hacia el sol, las paredes fotovoltaicas se encuentran todo el día dirigidas directamente hacia el sol y así aumenta notablemente su rendimiento, hasta un 35% respecto a los fijos.
- ❑ Se recomienda que los seguidores lleven su propio autómatas PLC independiente y programable, mediante el cual el seguidor realiza el seguimiento solar astronómico, actúa en función del clima exterior y permite una operación a distancia. El autómatas lanza las instrucciones de movimiento a los motores en cada momento oportuno, lo que hace que el motor no esté constantemente en funcionamiento y esto redundará en una mayor vida del mismo. Así mismo y en función de la climatología exterior (viento fuerte, niebla o luz difusa, lluvia, tormenta) y en situación nocturna el autómatas se

---

programa para que el seguidor se posicione de la manera adecuada en cada momento.

En general las instalaciones con seguidores solares son mejores en cuanto a rentabilidad para el explotador, sin embargo en cuanto a rentabilidad de la operación de “promoción y venta antes de explotación” son mejores las instalaciones fijas (sin seguidor).



Figura 28. Paneles fotovoltaicos con seguidor

- ❑ En suelo ondulado o para evitar obstáculos también se recomienda el uso de seguidores.
- ❑ Los paneles, en general, se recomienda que se instalen paneles con orientación sur.
- ❑ La superficie necesaria de suelo para cada 100 kW es de 2.000 m<sup>2</sup> sin seguidor y de 6.000 m<sup>2</sup> con seguimiento a doble eje. Por lo tanto, el seguimiento si bien presenta la ventaja de incremento de rendimiento es desaconsejable en zonas donde hay restricciones de suelo.
- ❑ Al ser un Área Empresarial es importante que no existan actividades en las proximidades que puedan interferir en la generación. Este tipo de actividades son aquéllas que puedan generar suspensión de partículas en el aire (determinadas industrias de materiales de construcción, cemento, etc).
- ❑ Es importante disponer de una “cláusula de rescate” de la instalación en el contrato de arrendamiento, para dar solución a posibles presiones de otros usos, ya que se está en las proximidades de suelo urbano. Las cláusulas pueden ser del tipo “se puede disponer del suelo y dismantelar las instalaciones a cambio de restituir a los propietarios de las mismas el VAN de los CFs pendientes hasta el final de la vida útil”.

- En zonas donde se van a soportar altas temperaturas, caso de Levante y Andalucía, se recomienda utilizar módulos de telurio de cadmio (CdTe) que soportan mejor la temperatura (tienen perdidas de rendimiento por temperatura inferiores), además son mas baratas que las de Silicio monocristalino. En la Comunidad de Madrid se recomiendan sin embargo las de Silicio, en especial en el Norte.
- Los costes aproximados para la instalación son variables pero en general dependen también de los materiales finalmente elegidos para los paneles. En general las que están realizadas con paneles de telurio de cadmio (CdTe), que cuestan entorno a 2,5 €/Wp, son mas baratas que las de paneles de Silicio que cuestan alrededor de 3 €/Wp.

A continuación se incluye un ejemplo de costes de inversión de una instalación realizada con paneles de telurio de cadmio CdTe de 1.036.800 Wp, los costes unitarios por potencia instalada son de 4,83 €/Wp. El mayor coste con un 72% lo constituyen los paneles y otros equipos.

	<b>€ Inversión</b>	<b>% del coste</b>
Ingeniería y Gestión	140.278	2,55%
Obra civil	630.038	11,44%
Equipos	4.147.200	75,30%
Montaje mecánico	175.820	3,19%
Instalaciones de media y alta tensión	166.704	3,03%
Sistema eléctrico y montaje	247.535	4,49%
<b>Total</b>	<b>5.507.575</b>	<b>100%</b>

Tabla 20. Costes de inversión para una instalación solar fotovoltaica de 1.036 kWp  
(Fuente: Elaboración Propia)

Estos costes no incluyen los terrenos necesarios. La superficie necesaria depende del tipo de disposición pero en general se necesita como mínimo 2.000 m<sup>2</sup> por cada 100 kW y 6.000 si es con seguimiento.

Otros costes que se tienen que tener en cuenta son los derivados del mantenimiento de la instalación que suelen del orden de 80.000 €/año para una instalación de potencia similar a la indicada (0,077 €/Wp). Los 3 primeros años el coste de mantenimiento es algo inferior.

Los ingresos para una instalación solar fotovoltaica dependen fundamentalmente de la radiación y de la producción de energía asociada. Como ejemplo se puede ver que en una instalación ya en funcionamiento con una radiación como la indicada en la tabla siguiente los ingresos son de casi 650.000 €/año.

Radiación Wh/m <sup>2</sup>	1.900.500
Potencia Pico Wp	1.036.800
Producción Bruta (kWh)	2.003.685
Perdidas en la planta	21,27%
Perdidas en el transformador	1,69%
Producción Neta (kWh)	1.550.841
Ingresos por €/kWh	0,32
Ingresos totales €/año	469.269

Tabla 21. Ingresos de una instalación solar fotovoltaica.  
(Fuente: Elaboración Propia)

En general los valores de la TIRn del proyecto (sin financiación y después de impuestos) está por encima del 6%. La financiación de la planta en estas condiciones no arrojaría una mejor rentabilidad para el accionista debido al precio actual del dinero y a su evolución prevista. Es una rentabilidad escasa que se debe a que la cadena de valor del mercado (fabricantes de paneles, montadores, EPC, promotores, etc ... están ajustando sus precios tras el cambio regulatorio. Se espera que una futura bajada de precios con impacto en la una reducción de la inversión necesaria, que mejore las condiciones de rentabilidad para el inversor final (patrimonialista)

Los riesgos derivados de instalaciones de este tipo, siempre que los cálculos de radiación solar calculados con distintos programas aseguren una producción de energía suficiente, son reducidos debido a:

- ❑ Los riesgos de menores rendimientos de los módulos está cubierto por la garantía de los paneles que asegura el 90% durante los primeros 15 años y el 80% durante los siguientes 10 años.
- ❑ El precio de venta de la energía en los paneles ya instalados está regulado por el *Real Decreto 661/2007, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.*

### Trámites administrativos

Los trámites administrativos necesarios para la instalación y puesta en marcha del Huerto Solar son.

- ❑ Inscripción provisional y definitiva de la instalación en el Registro de Productores de Energía en Régimen Especial (Consejería de Economía y Hacienda).
- ❑ Boletín del instalador firmado.
- ❑ Proyecto visado de instalación fotovoltaica y memoria ambiental.
- ❑ Derecho de superficie o arrendamiento de superficie de edificio (Propiedad).
- ❑ Concesión de “punto de evacuación” y de “garantía de potencia de evacuación” por parte del distribuidor eléctrico. (Distribuidora Eléctrica).



- 
- ❑ Autorización administrativa (Consejería de Economía y Hacienda).
  - ❑ Declaración de Impacto Ambiental. Donde y cuando sea necesario (Consejería Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio).
  - ❑ Declaración de instalación de utilidad pública o interés general cuando sea necesario (suelo rústico no calificado para producción de energía).
  - ❑ Licencia de obras y de actividad (Ayuntamiento).

### **Financiación.**

Hoy en día en general el esquema de financiación mas recomendable es el siguiente:

- ❑ *Deuda no estructurada* durante la promoción y construcción con aval de cobertura o algún tipo de garantía del accionista.
- ❑ Una vez Inscrita la instalación en el Registro Administrativo de instalaciones de producción en Régimen Especial (RAIPRE) se procederá a la cancelación de la “*deuda no estructurada*” y suscripción de una *deuda senior* la cual permite recuperar el aval.

Otra alternativa, aunque rentablemente menos recomendable, es la financiación vía leasing en la primera fase. En este caso el banco es el propietario de las instalaciones durante la promoción y construcción de la instalación solar. Posteriormente una vez inscrita en el RAIPRE el explotador las adquiere mediante opción de compra. Por lo tanto también se suele sustituir por *Deuda Senior* en el momento de la inscripción en RAIPRE ya que el Leasing es menos rentable.

### **Gestión y mantenimiento**

La promoción y la gestión de la instalación debe ser realizada por la Entidad Gestora del Área y sus beneficios deberían repercutir en la mejora ambiental del Área Empresarial.

Algunas recomendaciones en relación a su mantenimiento son:

- ❑ Las instalaciones solares requieren un mantenimiento de carácter preventivo. Hay que asegurar por un lado que ningún obstáculo haga sombra sobre los paneles y, por el otro, mantenerlos limpios concretamente las caras expuestas al sol.
- ❑ Se recomienda establecer contratos de mantenimiento con precios fijados para las distintos elementos de las instalaciones.
- ❑ Las instalaciones deben ir valladas y disponer de cámaras y vigilancia.

## Instalaciones solares fotovoltaicas sobre otro tipo de edificaciones

Se pueden promover instalaciones solares sobre otro tipo de edificaciones. Actualmente existen ejemplos de instalaciones en estaciones de servicio y también en marquesinas de aparcamientos.



Figura 29. Ejemplos de instalaciones solares fotovoltaicas

El techo de un aparcamiento de 4 vehículos puede ser suficiente para generar una potencia pico de 6 kWp.

Los datos de un ejemplo de un aparcamiento con instalación solar fotovoltaica son los siguientes:

Potencia Pico	5,96 kWp
Nº módulos	36
Potencia de cada módulo	165 Wp
Superficie ocupada	50 m <sup>2</sup>
Energía producida	8,36 MWh-año
CO <sub>2</sub> evitado	7,5 t
Inversión	38.000 euros
Amortización	11 años

Tabla 22. Ejemplo aparcamiento con instalación solar fotovoltaica. 2006.  
(Fuente: Agencia Valenciana de la energía)

### 1.3.4 Energía solar térmica

La energía solar térmica es la tecnología que aprovecha la energía del sol para transformarla en calor, el cual se utiliza en múltiples aplicaciones. El calor se produce mediante los llamados captadores solares térmicos que concentran e intensifican el efecto térmico. La producción se incrementa notablemente con la incidencia directa de la luz solar, por lo cual España con una media de 2.500 horas de sol al año, poca nubosidad y clima

seco y la Comunidad de Madrid -con 2.723 horas de sol al año- tienen unas condiciones óptimas para la instalación de captadores solares.

En esta última década, la aportación de energía solar térmica ha aumentado en España, sobre todo, gracias a las ayudas públicas, ordenanzas municipales y actualmente al Código Técnico de la Edificación (CTE) que obliga a instalar un aporte de energía solar para agua caliente en todos los edificios de nueva construcción y rehabilitación.

En concreto la Sección EH-4 del CTE es aplicable a los edificios de nueva construcción y rehabilitación de edificios existentes de cualquier uso en los que exista una demanda de agua caliente sanitaria (ACS) y/o climatización de piscina cubierta. La Contribución solar mínima exigida podrá reducirse en los casos justificados en el CTE.

En la década de los 90 se instalaban cada año una media de 10.000 m<sup>2</sup> de colectores, se ha pasado, en los primeros años del 2000, a crecimientos medios por encima de los 60.000 m<sup>2</sup> y actualmente unos 90.000 m<sup>2</sup>.

Los objetivos nacionales fijados en el Plan de Energías Renovables 2005-2010 (PER) plantean alcanzar una superficie instalada de 4,9 millones de metros cuadrados para el año 2010, objetivo que según se muestra en la imagen, todavía está alejado de la situación actual.

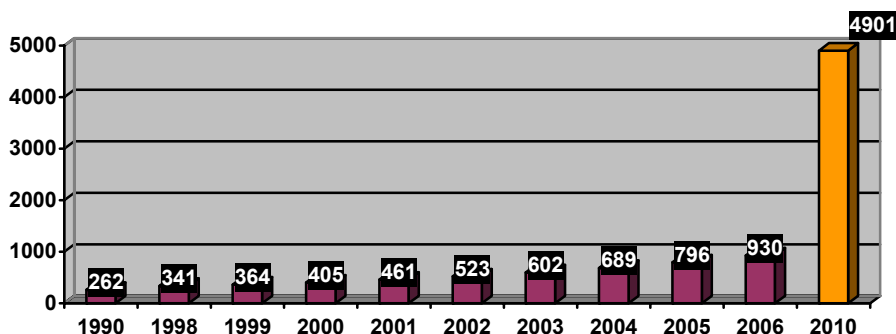


Figura 30. Evolución de la instalación de colectores solares térmicos

En la actualidad, el principal cliente de energía solar en España sigue siendo el usuario particular que solicita la instalación de captadores solares de baja temperatura para el consumo de agua caliente sanitaria. En segundo lugar se encuentran los hoteles y restaurantes, en los que existe un creciente interés por este tipo de soluciones energéticas. La industria todavía es un usuario que puede experimentar un incremento notable.

Según el CTE la contribución solar mínima anual exigida es la fracción entre los valores anuales de la energía solar aportada exigida y la demanda energética anual, obtenidos a partir de los valores mensuales. En las tablas siguientes se indica para la Comunidad de Madrid, que pertenece a la Zona climática IV, y diferentes niveles de demanda de agua

caliente sanitaria (ACS) a una temperatura de referencia de 60 °C, la contribución solar mínima anual, considerándose los siguientes casos:

- 1) General: suponiendo que la fuente energética de apoyo sea gasóleo, propano, gas natural, u otras;
- 2) Efecto Joule: suponiendo que la fuente energética de apoyo sea electricidad mediante efecto Joule.

<b>Demanda total de ACS del edificio (l/día)</b>	<b>Zona Climática IV (Comunidad de Madrid)</b>
50-5.000	60
5.000-6.000	65
6.000-7.000	70
7.000-8.000	70
8.000-9.000	70
9.000-10.000	70
10.000-12.500	70
12.500-15.000	70
15.000-17.500	70
17.500-20.000	70
Mas de 20.000	70

Tabla 23. Contribución solar mínima en %. Caso General.  
(Fuente Código Técnico de la Edificación)

<b>Demanda total de ACS del edificio (l/día)</b>	<b>Zona Climática IV (Comunidad de Madrid)</b>
50-1.000	70
1.000-2.000	70
2.000-3.000	70
3.000-4.000	70
4.000-5.000	70
Mas de 6.000	70

Tabla 24. Contribución solar mínima en %. Caso Efecto Joule.  
(Fuente Código Técnico de la Edificación)

---

En las Áreas Empresariales la energía solar térmica con captadores de baja temperatura se deben instalar en las cubiertas de los diferentes edificios, empresas y también en edificios comerciales o centros tecnológicos.

Complementariamente al uso del ACS, en la industria se puede utilizar la Energía solar Térmica para otros usos tales como:

Calor para secar y cocer, especialmente usado en el sector agroalimentario
Agua caliente para el lavado de botellas, limpiezas de tanques...
Agua caliente para el lavado de tejidos
Aire caliente para el secado de curtidos, textiles, corchos
Baños de recubrimientos metálicos
Agua caliente sanitaria para duchas y cocinas de empresas
Agua caliente sanitaria para calefacción
Vapor y aire caliente para lavanderías, limpiezas
Agua caliente para limpiezas de vehículos

Tabla 25. Usos del agua caliente sanitaria en la industria

De estos la producción de agua caliente es la aplicación más habitual, más extendida y más rentable. Empleando instalaciones simples y eficaces se obtienen temperaturas en torno a los 60° C, a lo largo de los 12 meses del año para lavados, limpiezas y duchas. Para conseguir agua para calefacción se pueden utilizar colectores planos o bien colectores de vacío, con temperaturas superiores a 70°C y fluido especial caloportador. En la industria también es muy recomendable utilizarlo para el precalentamiento de fluidos. Es factible la utilización de la energía solar (mediante captadores de baja o media temperatura) para precalentar fluidos, obteniéndose importantes ahorros energéticos. Los elementos y diseños para esta aplicación pueden ser los mismos que los utilizados en agua caliente sanitaria.

Una instalación solar térmica está constituida por un conjunto de componentes encargados de realizar las funciones de captar la radiación solar, transformarla directamente en energía térmica cediéndola a un fluido de trabajo y, por último almacenar dicha energía térmica de forma eficiente, bien en el mismo fluido de trabajo de los captadores, o bien transferirla a otro, para poder utilizarla después en los puntos de consumo. Dicho sistema se complementa con una producción de energía térmica por sistema convencional auxiliar que puede o no estar integrada dentro de la misma instalación.

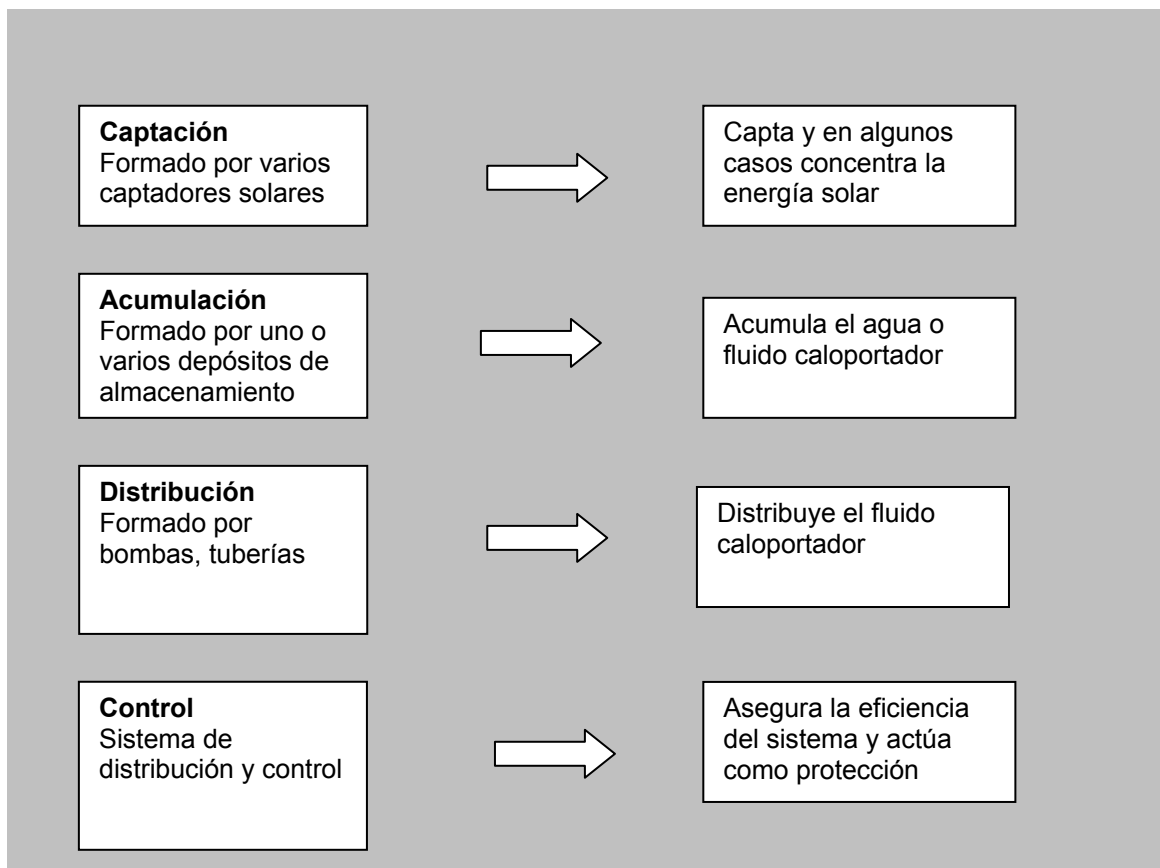


Figura 31. Componentes de una instalación solar térmica

### Captador solar

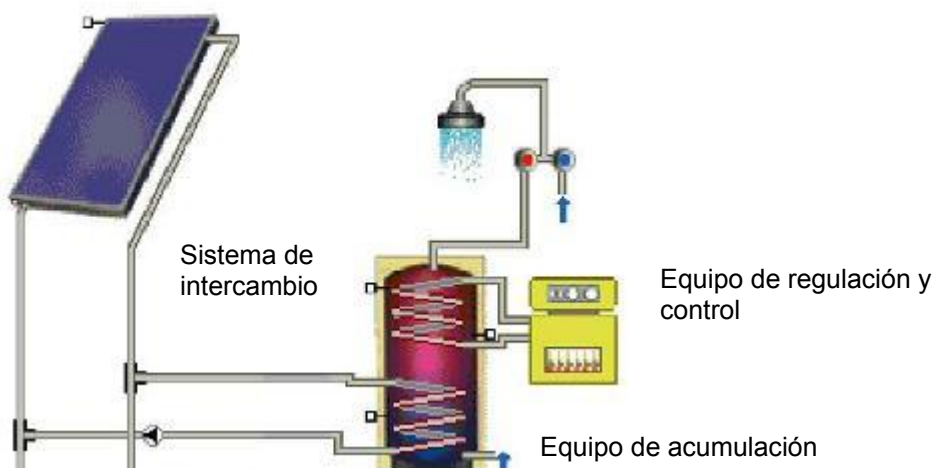


Figura 32. Componentes de una instalación solar térmica

---

Dentro de este esquema básico existen muchas variaciones. Algunos sistemas llegan incluso a producir vapor capaz de mover una turbina que alimenta un generador de energía eléctrica, mientras que otros llevan el agua caliente obtenida directamente a donde se va a usar, sin ningún sistema de almacenamiento intermedio.

La parte principal de estas instalaciones es el colector solar, por ser el encargado de captar la radiación solar y convertirla en energía calorífica.

Los diferentes tipos de colectores solares determinan los diferentes sistemas que suelen clasificarse en sistemas de baja, media y alta temperatura.

Colectores de placa plana	Consiguen temperaturas sobre los 60°C. Sirven para agua caliente sanitaria y otras aplicaciones industriales. Coste aproximado del colector de 400-600 €/m <sup>2</sup> .
Colectores no vidriados	Consiguen temperaturas sobre los 30°C. Sirven para agua caliente en piscinas. Coste aproximado de 200-400 €/m <sup>2</sup> .
Colectores de tubos de vacío	Consiguen temperaturas superiores a los 100° C. Especialmente recomendados para la industria en operaciones que necesiten alta temperatura. Coste mas elevado, sobre los 800 €/m <sup>2</sup> .

Tabla 26. Tipos de colectores de baja temperatura

En general, para las condiciones medias de España y para la producción de agua caliente sanitaria, los captadores planos son suficientes para dar servicio en unas condiciones óptimas para un aporte del 50-80%.

La energía térmica se transmite al fluido caloportador que puede ser agua normal, pero también se suelen utilizar agua con anticongelante u otros fluidos como aceites o fluidos orgánicos que acumulan mejor el calor.

Toda instalación debe tener un sistema de energía auxiliar si no se quieren sufrir restricciones energéticas cuando no hay suficiente radiación y/o el consumo es superior a lo previsto. Para prevenir estas situaciones, casi la totalidad de los sistemas de energía solar térmica cuentan con un apoyo basado en energías "convencionales". La fuente de apoyo es muy variable, aunque en general es recomendable que se encuentre vinculada a un sistema de control. Los sistemas de apoyo pueden ser eléctricos para equipos pequeños o por medio de calderas de gas o gasóleo.

### Rentabilidad de la instalación:

El coste de implantación de la energía solar térmica es variable en función del tamaño de la instalación, la tecnología utilizada (captadores planos o de vacío) o si la instalación se realiza a la vez que la construcción del edificio o se trata de una nave ya edificada.

Por ejemplo, para una empresa nueva en la que se instalen unos colectores de placa plana para conseguir ACS con una demanda calorífica de 119.991 kWh- año, se necesitan unos 115 m<sup>2</sup> de colectores. El coste de la instalación ronda los 900 €/m<sup>2</sup>, es decir 103.500 €. Para conseguir la misma energía el ahorro con gasóleo, si las placas proporcionan un 72% de contribución, sería el siguiente:

	Con Gasóleo	Con Gasóleo + Solar térmica
Demanda Energética anual kWh	119.991	119.991
Porcentaje de contribución EST	0	72%
Contribución EST kWh	0	86.393
Contribución Gasóleo kWh	119.991	33.597
Gasóleo necesario lt	12.781	3.317
Precio €/lt gasóleo	1,079	1,079
Coste €/año de gasóleo	12.781	3.579
Ahorro anual en gasóleo €/año	0	9.202

Tabla 27. Ahorro anual en gasóleo para una instalación de producción de ACS

La vida media de una instalación de energía solar térmica es de unos veinticinco años, aunque actualmente se tiende a diseñar equipos con una duración de treinta años de vida útil. El plazo habitual de amortización en instalaciones grandes está entre los ocho-diez años, este plazo depende también de las ayudas que se puedan obtener.

En la Comunidad de Madrid la orden 2389/2008, de 5 de junio, de la Consejería de Economía y Consumo, regula y convoca la concesión de ayudas para la promoción de las energías renovables para el ejercicio 2008. El plazo de presentación acabó en julio pero anualmente se renueva la orden.

Las instalaciones de Energía Solar térmica de baja temperatura, para calentamiento de un fluido a partir de la captación de la radiación solar mediante captadores cuyo coeficiente global de pérdidas sea inferior a 9 W/m<sup>2</sup>°C están incluidas en dicha Orden. Se considerarán también las instalaciones con sistemas prefabricados, las aplicaciones de refrigeración u otras aplicaciones especiales y los proyectos innovadores, que cumplan los criterios



---

definidos en el apartado de energía solar térmica del Plan de Energías Renovables 2005-2010.

Se consideran costes subvencionables los correspondientes a los equipos e instalaciones que forman parte del equipo, es decir, captadores solares térmicos, acumuladores, intercambiadores de calor, bombas de circulación, tuberías, válvulas y conexiones, vasos de expansión, aislamientos, sistema eléctrico y de control, equipos de medida y demás equipos secundarios, así como el montaje y conexionado del conjunto, obra civil asociada, diseño de ingeniería de la instalación, dirección de obra, puesta en marcha, documentación técnica, manuales de uso y operación y tramitaciones de permisos y ayudas.

Todos los equipos e instalaciones deben cumplir con la normativa vigente para este tipo de instalaciones y el Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE para instalaciones solares térmicas.

Existen ciertas restricciones, no se considerarán subvencionables las aplicaciones de energía solar térmica, o la parte correspondiente, que se instalen de forma obligatoria en virtud de lo establecido en el Código Técnico de la Edificación o en Ordenanzas Municipales.

No serán tampoco subvencionables las instalaciones que tengan una superficie de captación solar útil inferior a 6 m<sup>2</sup>.

Las cantidades subvencionables son:

- ❑ Aplicaciones de refrigeración: 300 euros/m<sup>2</sup> de superficie útil de captación.
- ❑ Resto de aplicaciones: 200 euros/m<sup>2</sup> de superficie útil de captación.

### ***1.3.5 Generación distribuida***

Podemos encontrar diferentes soluciones energéticas que permiten optimizar los recursos energéticos, a nivel de energía primaria:

- ❑ Generación eléctrica distribuida
- ❑ Cogeneración centralizada
- ❑ Externalización del servicio energético

## **SOLUCIONES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA DISTRIBUIDA**

La mayoría de las plantas de generación eléctrica se encuentran situadas a grandes distancias de los puntos de consumo, por ello, es necesario dotar al sistema de una compleja infraestructura que permita transportar la energía y hacerla llegar a los usuarios en óptimas condiciones para su consumo.

Frente a este modelo tradicional, surge un modelo alternativo en el que la generación de energía se acerca al consumidor, tanto física como virtualmente: la generación distribuida (en adelante GD ).

La GD puede definirse como cualquier tecnología de generación a pequeña escala que proporciona electricidad en puntos más cercanos al consumidor que la generación centralizada y que se puede conectar directamente al consumidor o a la red de transporte o distribución.

Ante todo, conviene conocer la tipología del perfil de consumo de los diferentes usuarios a los que una red local de GD ha de dar servicio; es decir, el perfil agregado de la demanda, para determinar con mayor o menor precisión, las horas punta en las que habría que importar energía de la red externa y las horas valle en las que la generación local podría superar a la demanda y por tanto entregar el excedente al resto del sistema eléctrico, vendiendo la energía al mercado, y según la tecnología empleada, percibir una prima por acogerse al régimen especial de generación.

En un Área Empresarial, tendría sentido un anillo de distribución a nivel de varios centros productivos, cubriendo un perfil de demanda en función de los ciclos productivos, estacionalidad, etc. y otro anillo de distribución que dé servicio a un parque de oficinas, donde, a diferencia del anterior, la tipología del perfil de demanda es totalmente distinto, concentrándose los valles de consumo en fines de semana, festivos y periodos vacacionales.

En función de la energía primaria que utilicen, estas tecnologías se pueden clasificar en : GD no renovable y GD renovable. El primer grupo comprende aquellas tecnologías que utilizan como energía primaria combustibles fósiles: motores alternativos de combustión interna (MACI), turbinas de gas, pilas de combustible y micro turbinas.

Concretamente, las tecnologías de generación distribuida que utilizan gas natural como combustible, son las siguientes:

<b>Tecnologías</b>	<b>Energía primaria</b>	<b>Potencia ( MW )</b>	<b>Rendimiento eléctrico %</b>	<b>Coste inversión (€/kW)</b>
MACI	Gas natural, diesel, biogás, propano	0,08-20	28-42% gas natural; 30-50% diesel; 80-85% cogeneración	500-900
Turbina de gas	Gas natural, biogás, propano	0,25-500	25-60%;70-90% cogeneración	600-1400
Microturbina	Gas natural, hidrógeno, propano, diesel, biogás	0,025-0,4	25-30%; hasta 85% cogeneración	900-2000

Tabla 28. Tecnologías de Generación distribuida aplicables a un Área Empresarial (Fuente: Gas Natural).

---

Las soluciones de GD con gas natural, permiten cubrir la demanda, sin necesidad de apoyo de otra fuente de energía distinta, debido a la capacidad de modulación: subir o bajar carga en un tiempo reducido; por otra parte, como se ha comentado, el nivel térmico de los gases de escape o del circuito de refrigeración del motor o turbina, puede aprovecharse como energía de base para una red de calefacción distribuida (District Heating), como fuente de energía de base a una máquina de absorción para producción de frío y posterior entrega a una red de refrigeración distribuida (District Cooling), como energía de apoyo a un depósito acumulador de agua precalentada solar para la producción de ACS, y en su caso, contando con el apoyo necesario de una caldera de alto rendimiento (condensación) a gas natural.

En definitiva, las combinaciones posibles son múltiples, y todas ellas con un objetivo común: el ahorro de gas y electricidad, con el consiguiente ahorro de emisiones GEI a nivel global, y la posibilidad de recuperar la inversión realizada en un horizonte temporal de 10 años aproximadamente.

Por otra parte, la gran ventaja de la GD, es que la energía producida en barras de central es muy inferior a si fuese centralizada para cubrir la misma demanda, dado que las pérdidas de distribución son mínimas al estar muy cerca la generación de los puntos de consumo.

Por último, reseñar el compendio de textos legales que regulan la interconexión al sistema eléctrico nacional de los sistemas de GD en España:

- ❑ Orden del 5 de septiembre de 1985 por la que se establecen normas administrativas y técnicas de funcionamiento y conexión a las redes eléctricas de centrales hidroeléctricas hasta 5000 kVA y centrales de autogeneración eléctrica.
- ❑ RD 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.
- ❑ RD 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

## **COGENERACIÓN CENTRALIZADA**

El requisito primordial para poder disponer de un sistema de cogeneración, desde el punto de vista de ahorro de consumo de energía primaria, es disponer de una demanda energética en forma de calor, mediante líquidos o vapor a una cierta temperatura ( nivel térmico ).

Por otro lado, indicar que en un Área Empresarial, en función del proceso productivo, pueden darse distintos perfiles de demanda de calor útil a un nivel térmico diferente; por lo que en tal caso, habría que establecer prioridades de uso del calor útil, por ejemplo, una industria donde se requiera vapor a temperatura elevada, utilizará primero ese calor, y por

---

tanto lo devolverá a la red a un nivel térmico inferior al inicial, pero suficiente para dar apoyo térmico, por ejemplo, a un depósito de ACS o para entregar a una red de calefacción distribuida de oficinas (District Heating).

Se trata, por tanto, de conocer la tipología de la demanda de calor entre los diferentes usuarios del Área, dando prioridad cuanto mayor sea el nivel térmico requerido, hasta el usuario para el que sea suficiente un nivel térmico relativamente bajo en comparación al inicial. Todo ello, contribuye a un notable ahorro de energía primaria, en comparación con el caso de si se cubrieran esas demandas independientes con un consumo directo de gas natural a través de una caldera, y por supuesto, traducándose en un ahorro en emisiones de GEI, a nivel global.

Cabe señalar, que el fluido térmico de la cogeneración puede utilizarse para la producción de frío industrial o para apoyo a una red de refrigeración distribuida (District Cooling), mediante una máquina de absorción; por lo que también es necesario conocer el perfil de demanda de frío de los diferentes usuarios y el rendimiento de los equipos de absorción.

Se hace imprescindible, no obstante, disponer de una red de distribución con un diseño adecuado, en lo que se refiere a longitud total y número de singularidades (codos, cambios de sección), minimizándolas, con el fin de minimizar las pérdidas de carga y con un aislamiento térmico de calidad, que permita minimizar las pérdidas térmicas, garantizando al usuario final el caudal de fluido caloportador con el nivel térmico requerido y presión adecuada.

Por otra parte, la electricidad generada entregada a la red, puede venderse al mercado en su totalidad, sin la obligación de autoconsumo mínimo (RD 661/2007), o bien puede aprovecharse una parte para cubrir necesidades del proceso productivo o para los servicios auxiliares de la instalación de cogeneración.

En cuanto a los inconvenientes, según lo comentado anteriormente, se hace necesario conocer el perfil de demanda y nivel térmico requerido de los diferentes usuarios, y disponer de una red de distribución con un diseño adecuado. En la siguiente tabla se muestra un ejemplo sobre los equipos recomendados en función del tipo de sectores del Área.

Sector	Potencia Eléctrica	Tecnología
Industrial	> 50 MWe	Ciclo combinado ( TG + TV)
	5-50 MWe	Turbina de gas
	1-5 MWe	Turbina de gas Motor a gas
Ed.oficinas	100 kWe - 1 MWe	Motor a gas

Tabla 29. Equipos de cogeneración a gas natural según el sector de aplicación (Fuente: Gas Natural).

---

## GESTION EXTERNALIZADA DEL SERVICIO ENERGÉTICO

Se trata de dejar en manos de un gestor energético la operación de la planta de producción de energía térmica, de modo que se garantice la operación con la máxima eficiencia.

El gestor energético, podrá instalar dispositivos de alto valor añadido en la planta de producción, como contadores de energía útil y sistemas de telegestión. Así mismo, podrá efectuar las inversiones que sean necesarias en equipos más eficientes para dar cobertura a la demanda con el mínimo consumo de energía primaria, por ejemplo, la sustitución de calderas de gasóleo a gas natural o la incorporación de las energías renovables.

Mediante el sistema de telegestión, se podrá efectuar una monitorización de la planta, visualizando los perfiles de consumo, rendimientos, parámetros de operación y permitiendo, por tanto, detectar a tiempo posibles anomalías en el funcionamiento y posibilitando efectuar las acciones pertinentes de mantenimiento predictivo y correctivo con el mínimo impacto en el rendimiento de la instalación.

El usuario final, se despreocupa totalmente del rendimiento de las instalaciones, consumo de combustible y mantenimiento, pagando sólo por la energía útil efectivamente consumida. La inversión en equipos más eficientes y la gestión monitorizada de la instalación, se traducen en un notable ahorro de energía primaria, y en consecuencia de emisiones GEI a nivel global.

Como se ha comentado anteriormente, se requiere crear una curva de demanda agregada para un perfil de consumo tipo industrial y otra demanda agregada para un parque de oficinas. Por otra parte, los servicios de energía útil a los que se deberá dar cobertura serán:

Perfil	Servicios
Industrial	Frío Industrial Calor de proceso
Parque de oficinas	Calefacción Refrigeración

Tabla 30. Servicios centralizados

### ***1.3.6 Otras medidas de ahorro y eficiencia energética***

Las Áreas Empresariales deben tener en cuenta en su diseño otras medidas para mejorar su eficiencia energética y reducir sus emisiones contaminantes y de efecto invernadero.

#### **Dotación de red de gas natural:**

El Área deberá impulsar el suministro y distribución de un combustible limpio como el gas natural.

### Aplicación de medidas de eficiencia energética en empresas

El organismo que gestione el Área puede fomentar la implantación de medidas de eficiencia energética en las distintas empresas.

- Utilización de equipos y maquinaria de la máxima eficiencia energética
- Aislamiento de equipos y conducciones
- Aislamiento y estanquidad de las fachadas y cubiertas.

Estas y otras medidas están previstas en la *Estrategia de Calidad del Aire y Cambio Climático de la Comunidad de Madrid (2006-2016)* tal y como se refleja en las siguientes tablas.

<i>Medida</i>	<i>Puesta en Marcha de la medida</i>
<p><i>PV2B6 Fomento de implantación de políticas empresariales de uso racional de la energía en equipos ofimáticos, sistemas de calefacción, aire acondicionado e iluminación.</i></p> <p>El objetivo de esta medida es fomentar el ahorro energético prestando especial atención a la reducción del gasto en climatización y en iluminación</p>	<p>Se establecen las siguientes líneas de acción:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Elaboración y reparto de Guías informativas a las empresas sobre sistemas existentes y subvenciones</li><li>• Acuerdos con la Cámara de Comercio para la difusión de las Guías</li><li>• Celebración de jornadas temáticas centradas en la medidas de ahorro en climatización e iluminación</li><li>• Concesión de distintivos Plan Azul a empresas que integren prácticas eficientes</li></ul>
<p><i>PV1B9 Mejora de la eficiencia energética en la renovación de instalaciones de iluminación interior de edificios existentes.</i></p> <p>El objetivo de esta medida es reducir el consumo de energía de las instalaciones de iluminación interior que se renueven preferentemente en Administraciones Públicas y empresas privadas.</p>	<p>Ayudas económicas para la sustitución de luminarias de mayor rendimiento, reactancias electrónicas que permitan reducir la potencia instalada hasta en un 30%.</p> <p>Sistemas de control de encendido y regulación del nivel de iluminación que consigan un 20% de ahorro eléctrico.</p> <p>Cambios de sistemas de iluminación reubicando los puntos de luz consiguiendo reducir el consumo eléctrico hasta un 30%</p>

Tabla 31. Medidas para el ahorro y la eficiencia energética en edificios  
(Fuente: Estrategia de Calidad del aire y cambio climático de la Comunidad de Madrid 2006-2012).

<i>Medida</i>	<i>Puesta en Marcha de la medida</i>
<p><i>PV3A1 Auditorías energéticas en industrias</i></p> <p>El objetivo de esta medida es reducir el consumo energético en la industria mediante la identificación de oportunidades de aprovechamiento energético y la adopción de buenas prácticas.</p>	<p>Se establecen las siguientes líneas de acción:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contacto y establecimiento de acuerdos con industrias piloto de la Comunidad de Madrid. Instalaciones intensivas en energía.</li> <li>• Establecimiento de una metodología de auditoría energética</li> <li>• Realización de auditorías energéticas</li> <li>• Difusión de las medidas adoptadas en las empresas de los sectores participantes</li> </ul>
<p><i>PV3A5 Chequeos ambientales y asesoramiento a Pymes.</i></p> <p>El objetivo de esta medida es reducir el consumo energético de las PYMES mediante la realización de chequeos ambientales</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis in situ de las instalaciones detectando líneas de mejora energética.</li> <li>• Identificación de equipos, tecnología y fuentes de energía empleadas</li> <li>• Análisis de consumos</li> <li>• Alternativas técnicas y tecnológicas para reducir el consumo energético</li> </ul>
<p><i>PV3A6 Implantación en Internet de un programa que permita optimizar el consumo energético en Pymes.</i></p> <p>El objetivo de esta medida es reducir el consumo energético de las PYMES mediante la difusión de acciones para la eficiencia energética</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo e implantación de un programa informático</li> <li>• Difusión y explicación del programa</li> </ul>

Tabla 32. Medidas para el ahorro y la eficiencia energética en industrias  
(Fuente: Estrategia de Calidad del aire y cambio climático de la Comunidad de Madrid 2006-2012).

### ***1.3.7 Programas de transporte sostenible en Áreas Empresariales***

La accesibilidad hasta las Áreas Empresariales puede mejorar sensiblemente con respecto a los modelos actuales de transporte al trabajo. La mayoría de polígonos, parques tecnológicos y centros de actividad económicas se encuentran ubicados en el entorno de las ciudades. Tal y como se ha analizado en el Volumen I de la Guía, la mejor solución es una planificación urbanística adecuada, sin embargo complementariamente en las Áreas Empresariales se pueden implantar Programas de Transporte Sostenibles.

El Objetivo de los Planes de Transporte Sostenibles es la reducción del uso del vehículo privado para el acceso al Área Empresarial. La reducción de vehículos provoca entre otros

efectos una menor ocupación de espacio, reducción del ruido y de las emisiones y menor consumo energético. En la Comunidad de Madrid se estima que en un 52% de las personas se desplazan al trabajo en vehículo privado<sup>2</sup>.

El transporte en vehículo privado origina unos costes económicos derivados de los impactos del tráfico. Las consecuencias negativas del transporte en vehículo privado al trabajo son las siguientes:

<b>Ambientales</b>	<b>Trabajador</b>	<b>Empresas</b>
Despilfarro de Energía. El aumento de las distancias al Centro de Trabajo incrementa la energía consumida en transporte.  El Consumo energético dedicado al sector transporte en la Comunidad de Madrid se ha incrementado del 39% en los años 80 al 51% (año 2003).	Tiempo de transporte se incrementa y aumenta la jornada laboral.  El tiempo destinado al transporte hasta el Área Empresarial se resta del tiempo de ocio o sueño.  En la Comunidad de Madrid el 33% de las personas dedican de media 1 hora y media al transporte al trabajo. <sup>3</sup>	Horas de trabajo perdidas en atascos.
Se incrementan las emisiones a la atmósfera de contaminantes (SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , CO, COV). Perjudican a la salud de los trabajadores, de la población y ecosistemas.	El desplazamiento al trabajo es cada vez mas inseguro, en la Comunidad de Madrid los accidentes laborales in itinere supusieron en el año 2008 el 11% del total de accidentes laborales y el 35% de los accidentes laborales mortales <sup>4</sup> .  Problemas de salud de los trabajadores.	Costes económicos de bajas laborales producidas por accidentes
Se incrementan las emisiones de CO <sub>2</sub> , intensificando el efecto invernadero y el cambio climático.	Mayor coste económico del trabajador dedicado al transporte	Menor rendimiento en el puesto de trabajo
Incremento del ruido	Estrés, fatiga y cansancio producido por el tráfico	
Consumo de espacio para el vehículo privado, aparcamiento, desplazamiento.	Menor espacio para otras equipamientos como carril bici	Necesidad de espacio de aparcamiento en las propias empresas

Tabla 33. Consecuencias negativas del transporte privado al puesto de trabajo

El sector transporte en la Comunidad de Madrid en el año 2003 fue responsable de las emisiones de mas de 10.000.000 de t equivalentes de CO<sub>2</sub><sup>5</sup>. El transporte en la comunidad de Madrid es la principal fuente de emisiones de CO<sub>2</sub> equivalentes con un 40% del total.

<sup>2</sup> Año 2004 Fuente ISTAS Instituto Sindical de Trabajo Ambiente y salud

<sup>3</sup> Año 2003 Encuesta de Empleo y tiempo en Madrid.

<sup>4</sup> Año 2007 Instituto Regional de Seguridad y Salud en el Trabajo. Comunidad de Madrid

<sup>5</sup> Año 2003 Fuente: Plan Azul. Estrategia de Calidad del Aire y Cambio climático de la Comunidad de Madrid



### Porcentaje del total (t CO2 equivalentes)

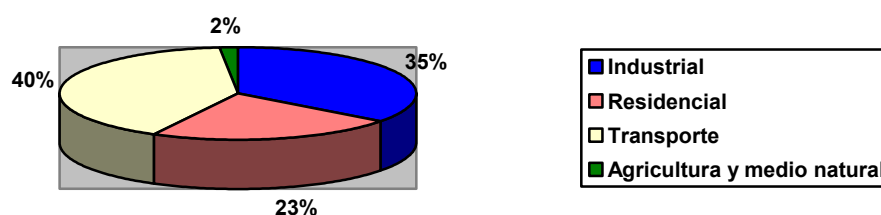


Figura 33. Porcentaje de emisiones de efecto invernadero por sectores en la Comunidad de Madrid. 2003.

(Fuente: Plan Azul. Estrategia de Calidad del Aire y Cambio climático de la Comunidad de Madrid).

El transporte en la Comunidad de Madrid supone el principal responsable de las emisiones a la atmósfera del NO<sub>x</sub>, de CO y de PM10.

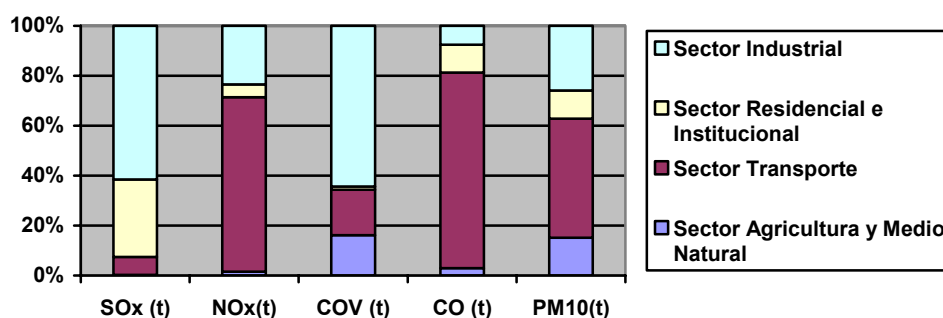


Figura 34. Porcentaje de emisiones de distintos contaminantes por sectores en la Comunidad de Madrid.

(Fuente: 2003. Plan Azul. Estrategia de Calidad del Aire y Cambio climático de la Comunidad de Madrid)

El ahorro estimado para 50 vehículos que dejen de circular diariamente al día depende de la distancia media recorrida por cada uno para acceder al Área, suponiendo que como mínimo cada vehículo podría recorrer 51 km al día, el ahorro sería el siguiente:

	Ahorro por 1 vehículo al día	Ahorro por 50 vehículos al día	Ahorro por 50 vehículos al año
Kilómetros	51,6667	2.583,33	632.916,67
Gasolina (Litros)	5,1667	258,33	63.291,67
CO2 t	0,0127	0,63	155,17
CO t	0,0003	0,02	4,08
NOx t	0,0567	2,83	694,17
Hidrocarburos (HC) t	0,0567	2,83	694,17

Tabla 34. Datos medios de ahorro en combustibles y emisiones de vehículos. (Fuente: Elaboración propia).

En Áreas Empresariales la reducción del tráfico privado se puede reducir acometiendo un **Programa de Movilidad Sostenible**.

Existen varios ejemplos de Programas o actuaciones en la Comunidad de Madrid. Como primer ejemplo las medidas propuestas en la “*Estrategia de Calidad del Aire y Cambio Climático de la Comunidad de Madrid (2006-2012). Plan azul*”. El Programa del Sector Transporte PV1 incluye los siguientes proyectos.

<i>Medida</i>	<i>Puesta en Marcha de la medida</i>
<p><i>PV1B4 Elaboración de planes colectivos de desplazamientos de empresas.</i></p> <p>El objetivo de esta medida es actuar sobre la movilidad de los trabajadores para conseguir medios más eficaces de transporte para ir al centro de trabajo, en detrimento del vehículo privado.</p>	<p>La puesta en marcha de esta medida está prevista en el convenio entre el IDAE y la Comunidad de Madrid.</p> <p>Puede ser objeto de subvención la ejecución de estos planes y la realización de experiencias piloto. Las empresas deberán tener como mínimo 200 trabajadores y llevar a cabo las medidas que se propongan.</p>
<p><i>PV1B6 Desarrollo de un Servicio en Internet para facilitar el uso compartido de vehículos.</i></p> <p>El objetivo de esta medida es fomentar el uso compartido de vehículos mediante un servicio en Internet donde los ciudadanos indiquen sus recorridos en coche y ofrezcan sus vehículos para compartirlos con gente que realice los mismos itinerarios.</p>	<p>Este servicio se ofrecerá desde la el portal de la Comunidad de Madrid <a href="http://www.madrid.org">www.madrid.org</a></p>
<p><i>PV1B9 Jornadas de concienciación empresarial sobre políticas de transporte sostenible.</i></p> <p>El objetivo de esta medida es concienciar a las grandes empresas sobre políticas de transporte sostenible mediante la realización de jornadas informativas y seminarios.</p>	<p>Las jornadas pueden impartirse con la implicación de diversos organismos como son la Consejería de Transportes e Infraestructuras y la Cámara de Comercio e Industria de la Comunidad de Madrid.</p>
<p><i>PV1C10 Renovación de flotas de vehículos de empresas privadas.</i></p> <p>El objetivo de esta medida es incentivar a las empresas para que incorporen vehículos poco contaminantes a sus flotas.</p>	<p>La medida puede aplicarse ya sea por sustitución de los actuales vehículos convencionales o por nuevas adquisiciones de vehículos de empresa.</p> <p>Se implantarán programas de ayuda a la adquisición de vehículos alimentados con energías alternativas, propulsión eléctrica, pila de combustible, gas natural, GLP o hidrógeno.</p>

Tabla 35. Medidas para reducir las emisiones del Sector transporte en las empresas  
(Fuente: Estrategia de Calidad del aire y cambio climático de la Comunidad de Madrid 2006-2012).

En los últimos años se han emprendido algunas medidas, especialmente en el Municipio de Madrid integradas en la *Estrategia de Mejora y Fomento del Transporte Público en las Áreas de Actividad Económica de la Ciudad de Madrid*.

Durante el primer año de vida se implementó en el Polígono de La Resina y se contabilizaron en 235.328 usuarios. Posteriormente se han implantado medidas de transporte sostenible en 11 áreas de Actividad económica del municipio de Madrid.

El municipio de Getafe también está poniendo en práctica un Plan de Accesibilidad a los Polígonos Industriales de la zona. Se han puesto en marcha varias líneas específicas de autobús en horarios de trabajo para la conexión de los diferentes polígonos con el centro urbano y con otros medios de transporte colectivo.

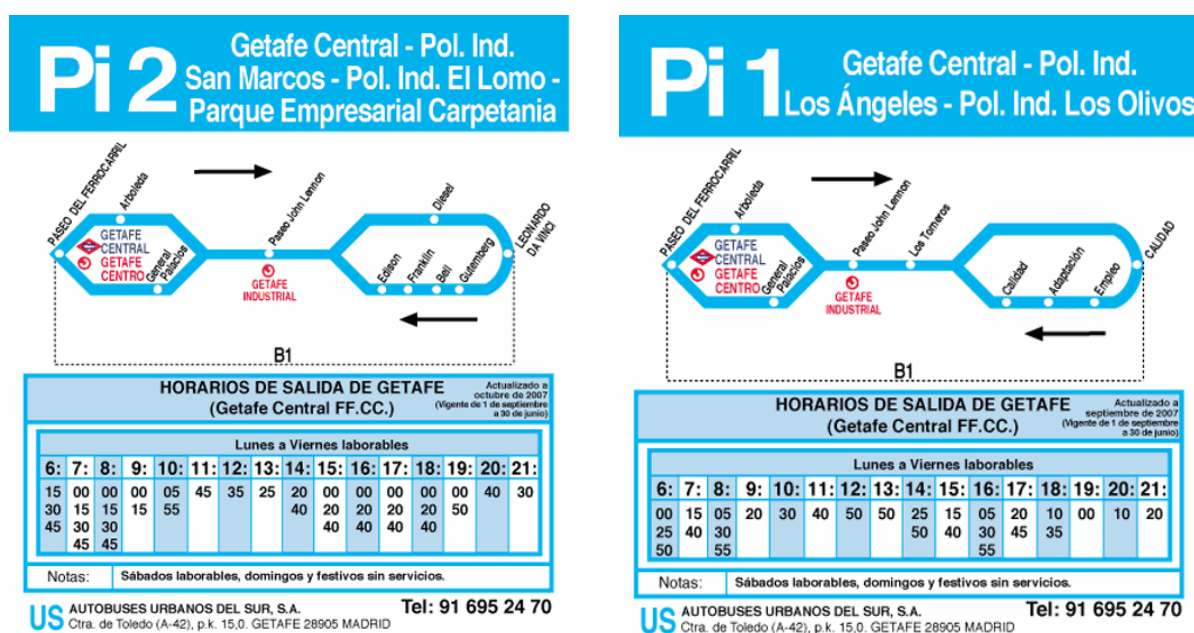


Figura 35. Líneas de Autobús a Zonas Industriales

Otro ejemplo es el Plan Piloto de Movilidad sostenible en el Polígono Industrial de Tres Cantos puesto en marcha por el IDAE en colaboración con el Ayuntamiento, el Consorcio Regional de Transportes de Madrid (CRTM) y la Asociación de Empresarios.

El Plan contaba con la puesta en marcha de un autobús lanzadera entre la estación de cercanías de Tres Cantos y el Polígono Industrial. Los horarios de los autobuses se hicieron coincidir con los de los trenes.

Como se ha indicado en el capítulo dedicado a planificación del territorio para el desarrollo de un **Programa de Movilidad Sostenible (PMV) en el Área Empresarial** el instrumento idóneo es que este Programa forme parte de un Plan de Movilidad Urbana Sostenible del municipio.

Los Planes de Movilidad Urbana Sostenible son el instrumento básico para configurar las estrategias de movilidad sostenible de los municipios. La iniciativa para elaborar y aprobar dichos planes corresponde a los ayuntamientos. Los PMU deben incluir un diagnóstico de la

---

situación, los objetivos a conseguir, las medidas a adoptar y los mecanismos de financiación y programa de inversiones.

No obstante, si en el municipio no existe un Plan de Movilidad también desde las Áreas Empresariales se pueden adoptar numerosas medidas para impulsar la movilidad alternativa.

La puesta en marcha de un **Programa de Movilidad Sostenible** debe realizarse por fases e incluye una serie de medidas iniciales como son las siguientes:

### **Gestor de Movilidad del Área**

Para poner en marcha el Programa es necesario reunir y conseguir un consenso entre todos los agentes implicados como son las empresas, asociaciones, responsables municipales y del Consorcio Regional de Transportes. El responsable o gestor que se ocupe de organizar estas primeras reuniones en las que se decidan los objetivos del Programa debe formar parte del equipo de gestión del Área Empresarial.

La implicación de las empresas (trabajadores y dirección) es fundamental para la consecución del éxito del Programa. En cada empresa se recomienda nombrar un responsable de movilidad.

### **Elaboración de un Diagnóstico de Movilidad del Área.**

El objetivo del diagnóstico es analizar la situación actual del área y detectar las necesidades en cuanto a movilidad sostenible. No tiene sentido plantear medidas que luego no vayan a tener ningún éxito invirtiendo tiempo y dinero en la implantación de las mismas.

Para que el diagnóstico sea fiable la principal herramienta que se debe utilizar es la encuesta que debe ser representativa de todos los trabajadores del Área.

- Encuestas a las empresas:
  - Encuestas a los trabajadores del Área sobre sus sistemas de acceso, lugares de origen, horarios de trabajo y facilidades necesarias para el acceso en transporte público.
  - Encuestas a la Dirección de las empresas, con el fin de conseguir datos generales de la empresa y sobre el interés de la empresa, las posibilidades de financiación y participación en el Programa.
  - Entrevistas a las empresas más grandes del Área
  
- Encuestas a los visitantes no trabajadores del Área con el fin de estimar el volumen de personas que acceden directamente al Área para negocios

---

A partir de estas encuestas se pretende conseguir:

- ❑ Estimación del número de potenciales usuarios de nuevos servicios (Bicicleta, autobús, tranvía...)
- ❑ Situación de los indicadores de movilidad (vehículo privado, transporte público)
- ❑ Deficiencias del actual sistema de transporte público (si lo hubiera)
- ❑ Horarios necesarios para los nuevos sistemas de transporte previstos
- ❑ Costes y necesidades del sistema
- ❑ Preferencia por tipos de sistema de transporte

Además es necesario analizar otros aspectos del Área Empresarial tales como:

- ❑ Condicionantes del Área como ubicación, distribución de las empresas, crecimiento, distancias a núcleos urbanos
- ❑ Sistemas de Transporte público alternativos cercanos al Área Empresarial
- ❑ Políticas actuales de transporte al Área Empresarial

### **Elaboración del Programa de Movilidad Sostenible del Área**

Se establecerán los objetivos para lo cual se plantearán varios escenarios temporales y se definirán los indicadores de seguimiento.

Se establecerán las distintas medidas describiendo en las mismas a los agentes implicados, recursos necesarios, efectividad de la medida y mecanismos de coordinación necesarios.

Las medidas más recomendadas son:

#### *Fomento de transporte público colectivo adaptado a las necesidades del Área*

En este sentido para Áreas existentes sin posibilidad de acceso mediante tren o metro lo más habitual es el autobús, líneas de carácter local que conecten el núcleo central de la población con el Área. Incluso si la demanda de usuarios de Madrid es elevada también se pueden plantear líneas específicas desde Madrid.

También son muy recomendables los servicios de autobús lanzadera que conectan las Áreas Empresariales con transportes públicos masivos (metro, tren), de frecuencias elevadas en horarios punta y gran rapidez.

Si es factible por la ubicación del área lo más efectivo es el metro o tren, seguro y rápido desde los grandes núcleos urbanos, si bien es necesario plantear también sistemas alternativos de transporte desde las paradas hasta las empresas como bus, o bici.

---

El autobús debe cumplir requisitos de frecuencia elevada, tarifas aceptables, lugares de espera cómodos y con información.

#### *Mejora de Infraestructuras ciclistas y peatonales*

Es una medida cada vez mas promocionada en algunas ciudades, sin embargo la zona industrial debe estar poco aislada o bien que no implique su llegada por carreteras con mucho tráfico. También se deben potenciar medidas complementarias desde las empresas para hacer más cómodo el acceso y uso de la bici.

- ❑ Creación de redes ciclistas en el diseño interior del Área, que conecten la misma con orígenes residenciales a media o corta distancia y también desde las estaciones ferroviarias, paradas de bus.
- ❑ Buena iluminación en las zonas de entrada y trayecto
- ❑ Estacionamientos de bicis protegidos de inclemencias
- ❑ Equipamientos en las empresas para cambiarse y ducharse
- ❑ Sistema de préstamo
- ❑ Planos de itinerarios

#### *Promoción del coche compartido*

La promoción de sistemas de coche compartido se puede potenciar en las empresas y en todo el Área mediante sistemas que pongan en contacto a distintos trabajadores. También proponiendo sistemas alternativos para la vuelta a casa en el caso de que falle el vehículo habitual.

#### *Rutas de Empresa*

Las rutas de empresa son servicios de autobús de carácter discrecional ajustados a un horario regular de la empresa. Estos servicios se pueden adaptar a las situaciones actuales como autobuses lanzadera que conecten la empresa con los transporte de uso masivo o minirutas de empresa con pequeños microbuses desde diferentes sitios.

#### *Planes de Transporte de Empresa*

Promover que las empresas o administraciones públicas con centros de trabajo de más de 200 trabajadores elaboren y desarrollen planes de transporte de empresa que reduzcan la utilización del automóvil en el transporte de sus trabajadores y fomenten otros modos menos contaminantes.

#### *Ayudas económicas*

---

Los trabajadores incentivados económicamente mediante ayudas a la compra del título de transporte utilizan mas a menudo el transporte público. Esta es una de las medidas más aceptadas, pero tiene que impulsarse desde las propias empresas.

#### *Creación de un Centro de Movilidad del Área Empresarial*

Los objetivos de este Centro serán:

- ❑ Centro de Información del transporte sostenible
- ❑ Web con toda la información sobre el transporte público
- ❑ Folletos Informativos de horarios y frecuencias del transporte público
- ❑ Gestionar y promover ayudas económicas al uso del transporte público
- ❑ Ayudar a desarrollar programas de apoyo
- ❑ Poner en contacto a usuarios de “coches compartidos”
- ❑ Servir de observatorio de la movilidad del Área empresarial

**Anejo 1: Ejemplo de ahorro energético con estabilizador y regulador de flujo en cabecera**

<b>AHORRO ENERGETICO ANUAL POR KW INSTALADO</b>	
<b>Datos de partida</b>	
H: Horas totales de funcionamiento del alumbrado.	4.000
H1: Horas de funcionamiento a tensión nominal.	1.500
H2: Horas de funcionamiento a tensión reducida.	2.500
ΔU: Sobretensión media en la instalación. (Este incremento de tensión en la instalación implica un sobreconsumo del 21%)	10%
p: Coste kWh (€.).	0,071
T1: Tiempo medio de vida de las lámparas estabilizadas (horas)	15.000
T2: Tiempo medio de vida de las lámparas sin estabilizar (horas)	6.000
c <sub>cl</sub> : Coste medio cambio de lámpara.	25,00 €.
c <sub>i</sub> : Coste medio de una lámpara de 150 W de VSAP .	20,00 €
a: Porcentaje de ahorro	40%
<b>Estimación del precio anual por kW sin estabilizar</b>	
P1: Precio anual de un kW funcionando 4.000 h en una instalación sin estabilizar.	
$P1(€) = POT(kW) \times H(h) \times \Delta U(\%) \times p(€/kWh) =$	343,64 €
<b>Estimación del precio anual por kW en instalación estabilizada (sin sobretensiones).</b>	
P2: Precio anual de un kW funcionando 4.000 h en una instalación estabilizada	
$P2(€) = POT(kW) \times H(h) \times p(€/kWh) =$	284 €
<b>Estimación del precio anual por kW en instalación estabilizada y con regulador de flujo</b>	
P3: Precio anual de un kW funcionando 4.000 h, de las cuales 2.500 h. estarán en reducción de flujo, en una instalación estabilizada P3=P3a+P3b	
P3a: Precio anual de un kW funcionamiento normal.	
$P3a(€) = POT(kW) \times H1(h) \times p(€/kWh) =$	106,5 €
P3b: Precio anual de un kW en funcionamiento ahorro (flujo reducido)	
$P3b(€) = POT(kW) \times H2(h) \times p(€/kWh) - 40\% =$	106,5 €
$P3(€) = P3a + P3b = 106,5€ + 106,5€ = 213€$	213 €
<b>A: Ahorro anual por kW por el uso de un Estabilizador - Reductor :</b>	
$A(€) = P1 - P3$	130,64 €

Tabla 36. Ahorro energético anual por kW instalado



<b>COSTE ANUAL DE REPOSICION DE LAMPARAS</b>	
<b>Coste anual por reposición de lámparas sin Estabilizador - Reductor:</b>	
El coste anual por reposición de lámpara cuando la instalación no tiene estabilizador de tensión es:	
$C1(€) = (c_l + c_{cl}) \times (H/T2) = (20 + 25) \times (4000/6000) = 30€$	30 €
<b>Coste anual por reposición de lámparas con Estabilizador - Reductor:</b>	
El coste anual por reposición de lámpara cuando la instalación tiene estabilizador de tensión es:	
$C2(€) = (c_l + c_{cl}) \times (H/T1) = (20 + 25) \times (4000/15000) = 12€$	12 €
<b>Ahorro anual por reposición y por lámpara:</b>	
$A2(€) = C1 - C2 = 30 € - 12 € = 18 €$	18 €

Tabla 37. Ahorro en reposición de lámparas

En una instalación de 80 lámparas de Vapor de Sodio de Alta presión de 150 W, el ahorro por reposición de lámparas sería:  $18 \times 80 = 1.440€$

La potencia instalada sería de 12 kW, por lo que el ahorro anual por ahorro energético sería:

$$130,65 \times 12 = 1.567,88€$$

El ahorro total sería de 3.007,8€

Un equipo reductor de flujo de cabecera para una potencia de 15kVA tendría un coste de 7.500€.

El tiempo de amortización del equipo para una instalación de 80 luminarias con lámparas de sodio de alta presión sería de unos dos años y medio.

---

## 1.4 Diseño y gestión de zonas verdes

### OBJETIVOS:

Reducir el consumo de agua para riego

Reducción del uso de fertilizantes, herbicidas y fungicidas

Control natural de plagas

Fomento de la diversidad de especies

Una vez decididas las superficies dedicadas a zona verde, es necesario realizar un correcto diseño de las mismas por ser responsables de un importante consumo de agua. Existen opciones que permiten combinar el mantenimiento de jardines con un uso responsable de agua. Los conceptos básicos para mantener una zona verde con unas mínimas necesidades de riego son los siguientes:

1. El diseño de la zona verde
2. El análisis del suelo
3. La selección de especies
4. Las zonas de césped y los tapices verdes
5. Uso de recubrimientos de suelo
6. El riego eficiente

### 1. El diseño de la zona verde

Cuando se diseña una zona verde se deben considerar las características del clima local y del terreno disponible. Identificando las zonas húmedas, secas, soleadas, umbrosas y los espacios más expuestos al viento.

### 2. Análisis del suelo

Las características del suelo condicionarán las especies de plantas que resultan viables y también influirán en el consumo de agua. La velocidad a la que se infiltra el agua en el suelo, así como la capacidad que éste tiene para retenerla dependen en buena medida de su textura, es decir, de la proporción de arenas, limos y arcillas que contiene.

En suelos calizos ( $\text{pH} \geq 8$ ) no conviene plantar especies que muestran preferencia por los pH ácidos, como por ejemplo la Azalea, la Hortensia, o los Brezos, que se desarrollan mejor sobre suelos ácidos, con  $\text{pH} < 6,5$ .

---

### 3. La selección de especies

Siempre se debe orientar la selección a las especies autóctonas, las cuales cuentan con la ventaja de que se encuentran totalmente adaptadas a las condiciones climáticas de la zona. Esto supondrá una disminución notable de riego, ya que su ciclo de crecimiento se regula en función de las características meteorológicas de cada época del año.

A continuación se muestran algunas especies de árboles que se adaptan a las necesidades climáticas de la Comunidad de Madrid. Presentan gran resistencia a la sequía y al sol, por lo que son indicadas para la zona centro – sur de la Comunidad de Madrid. Por su presencia y porte pueden ser utilizadas, acompañadas de arbustos y plantas ornamentales, en glorietas y zonas ajardinadas.



Figura 36. Olivo (*Olea europaea*)



Figura 37. Encina (*Quercus ilex*)



Figura 38. Madroño (*Arbutus unedo*)



Figura 39. Pino piñonero (*Pinus pinea*)

En las zonas más húmedas y frías de la Comunidad de Madrid, como por ejemplo, la zona norte de la Comunidad o las zonas de ribera, se pueden utilizar otras especies de mayor porte y menor resistencia a la sequía, como por ejemplo álamos, fresnos, arces o laurel. Estas especies, debido a su mayor porte, pueden utilizarse en las zonas perimetrales de las Áreas Empresariales.



Figura 40. Álamo negro (*Populus nigra*)



Figura 41. Laurel (*Laurus nobilis*)



Figura 42. Fresno (*Fraxinus angustifolia*)



Figura 43. Arce blanco (*Acer pseudoplatanus*)

Otras especies muy utilizadas en el diseño de zonas verdes, sobre todo para zonas perimetrales, junto a vallados, son las pertenecientes al género *Cupressus*. Éstas soportan bien las heladas, el viento, la contaminación y la sequía, además de no necesitar mucho mantenimiento.



Figura 44. Ciprés (*Cupressus sempervirens*)



Figura 45. Arizónica (*Cupressus arizonica*)

---

#### 4. Las zonas de césped y los tapices verdes

El césped es el gran consumidor de agua en las zonas verdes y requiere un mantenimiento frecuente e intenso. Normalmente, más de dos terceras partes del agua total consumida en ellos se dedican a su mantenimiento. Por lo tanto, limitar su extensión es una forma segura de reducir el consumo de agua de forma estable. Se pueden conseguir atractivas alfombras verdes sin necesidad de recurrir al césped. Para ello deben usarse plantas «cubresuelos» o tapizantes. En cualquier caso se debe reducir la densidad de plantación para reducir las necesidades de agua.

En las siguientes figuras se muestran algunos ejemplos de arbustos tapizantes, que por sus características se adaptan a la climatología y naturaleza de los suelos de la Comunidad de Madrid.



Figura 46. Espliego (*Lavandula latifolia*)



Figura 47. Romero (*Rosmarinus officinalis*)



Figura 48. Salvia (*Salvia lavandulifolia*)



Figura 49. Tomillo (*Thymus vulgaris*)



Boj (*Buxus sempervirens*)



Figura 50. Adelfa (*Nerium oleander*)

### 5. Uso de recubrimientos de suelo

Una de las técnicas más eficaces para reducir las pérdidas de agua por evaporación, es el acolchado o “mulching” consiste en recubrir superficies verdes a modo de capa de 5 a 15 cm de espesor con materiales como:

- ❑ Cortezas de pino trituradas
- ❑ Acículas de pino
- ❑ Turba, mantillo, compost
- ❑ Gravas y guijarros de colores
- ❑ Puzolana volcánica negra
- ❑ Paja, serrín...



Figura 51. Recubrimiento de suelos

## 6. El riego eficiente

### *Definir diferentes zonas de riego*

Uno de los principios básicos para un riego eficiente es diferenciar zonas verdes de riego elevado, de riego moderado y de bajo consumo, distribuyendo las especies y diseñando los sistemas de riego de forma que el agua pueda ser suministrada independientemente a cada zona. Sólo así cada grupo de especies podrá recibir la cantidad de agua que necesita.

### *Sistemas de riego*

Los tres sistemas de riego más empleados en la jardinería de bajo consumo de agua son:

- ❑ Aspersión
- ❑ Localizado (goteo y microaspersión)
- ❑ Manual

El riego por aspersión distribuye el agua como una lluvia de pequeñas gotas y es aconsejable en zonas de césped o similares. Dependiendo de la superficie del terreno a regar, se optará por difusores o aspersores. La diferencia entre ambos es que los aspersores tienen movimiento giratorio y alcanzan más distancia, y los difusores no son giratorios y tienen menor alcance. El riego localizado es el más recomendable para ahorrar agua.

	<b>Ventajas</b>	<b>Inconvenientes:</b>
Aspersión	<ul style="list-style-type: none"><li>• Es eficaz en suelos con alta velocidad de infiltración.</li><li>• Permite controlar fácilmente los caudales a aplicar y los momentos de aplicación.</li><li>• Distribuye el agua de forma bastante homogénea.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cuando hay viento, el riego no es uniforme.</li><li>• Una parte del agua se adhiere mojando las superficies y se evapora.</li></ul>
Riego localizado	<ul style="list-style-type: none"><li>• Se produce una menor evaporación de agua que con otros sistemas de riego.</li><li>• Permite aportar a cada planta la cantidad exacta de agua, con lo cual el ahorro es considerable (de 2 a 5 veces menos que la aspersión).</li><li>• Exige poca presión (de 0,5 a 1,5 atmósferas) de 5 a 15 m.c.a. (metros-columna-agua).</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• El coste de la instalación es mayor.</li><li>• La cal provoca problemas de obturación de los goteros.</li><li>• En terrenos salinos, el sistema de goteo puede provocar afloramiento de sales en los puntos de riego.</li></ul>

El riego manual tiene el inconveniente de que es más difícil calcular la cantidad de agua que se está aportando en cada zona. Además, es difícil acoplarse a la velocidad de infiltración de suelo. Sin embargo, esta forma de riego es útil para zonas que necesitan aportaciones puntuales de agua en las épocas más secas.

---

## Consejos para el regante

- ❑ Es conveniente regar en las horas de menos calor; así se perderá menos agua por evaporación.
- ❑ Los árboles y arbustos recién plantados requieren riegos frecuentes. Sin embargo, una vez que han desarrollado bien sus raíces (lo que supone aproximadamente un par de años), los riegos serán cada vez menos necesarios. En muchos casos bastará con tres o cuatro riegos en el verano, y algunas especies no necesitarán riego alguno.
- ❑ Es preferible regar árboles y arbustos pocas veces aunque con generosidad. Las plantas desarrollarán así mejor las raíces y se harán más resistentes a las sequías.
- ❑ El riego debe plantearse con flexibilidad, adaptándolo a la meteorología. Es recomendable comprobar el grado de humedad del suelo antes de regar y evitar el riego con fuertes vientos para evitar el riego no uniforme y evitar el incremento de pérdida de agua por evaporación.
- ❑ Tanto los difusores como los aspersores y goteros tienen diferentes tipos de caudales, alcances y recorridos. Es importante elegir los que mejor se ajusten a cada necesidad y regularlos cuidadosamente.
- ❑ Si se cuenta con un sistema de riego automatizado, pueden incorporarse un sensor de lluvia y un sensor de humedad para evitar riegos innecesarios. El riego automático con programador permite regar de noche y evitar la fuerte evaporación del día producida por el sol y el viento.
- ❑ Hay que tener en cuenta que un riego superior a las necesidades de las plantas provoca un desarrollo superficial de las raíces, una mayor sensibilidad a los cambios climáticos y una debilidad general frente a las enfermedades.
- ❑ La limitación del empleo de fertilizantes en verano permite disminuir la demanda de agua de las plantas.
- ❑ Un adecuado mantenimiento es fundamental para mantener la zona verde, así como su eficiencia en el uso del agua.



---

## 1.5 Calidad del aire

### OBJETIVOS:

Mejorar la calidad del aire

Control de la calidad del aire

Información a las empresas y público en general de los niveles de calidad del aire

Control de las emisiones atmosféricas por parte de las industrias y establecimiento de planes de reducción de emisiones

La protección del medio ambiente atmosférico es uno de los objetivos de la política ambiental de la comunidad de Madrid que se desarrolla mediante actuaciones de control de calidad del aire y medidas preventivas y correctoras sobre las emisiones a la atmósfera.

Las Áreas Empresariales son zonas en las que, en función de la tipología de actividades económicas, se pueden concentrar varias actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y por lo tanto es muy conveniente que se establezcan **Planes localizados de mejora, control e información de la calidad del aire**.

En la Comunidad de Madrid el sector industrial, si bien ha mejorado sensiblemente su actuación y ha reducido sus emisiones, todavía es el responsable principal de las emisiones de óxidos de azufre (SOx) y de compuestos orgánicos volátiles (COVS), con un 61,5 % y un 64,4% de las emisiones totales de la Comunidad de Madrid. Además, es el responsable de la emisión de casi el 26% de las partículas en suspensión (PM10) y de más del 23% de los óxidos de nitrógeno (NOx), por detrás del sector transporte.

No todas las actividades económicas tienen la misma repercusión. El Plan de Calidad del Aire que se adopte en el Área debe tener en cuenta la tipología y cantidad de emisiones:

- Por actividades destacan las plantas de combustión industrial que son las responsables de la mayor parte de las emisiones PM10, NOx, SOx y CO2, en concreto más del 90%<sup>6</sup> de las emisiones industriales de SOx y NOx en la Comunidad de Madrid se producen en plantas de combustión entre las que predominan cementeras, cerámicas y de producción de cal.
- Los hornos eléctricos de acería son los responsables de mas del 50% de las emisiones de CO.

---

<sup>6</sup> Plan Azul. Estrategia de Calidad del Aire y Cambio climático de la Comunidad de Madrid.

- El 80% de los COVs se emiten en instalaciones que usan disolventes en sus procesos productivos, bien sea en pinturas, colas o para la limpieza. Estas se producen fundamentalmente en los sectores textil, cuero, corcho, papel y artes gráficas.
- El sector industrial también es la principal fuente de emisión de metales pesados, bien sea en forma de humos metálicos o como compuestos gaseosos.
- Otros sectores como la distribución o logística tienen como principales emisiones las derivadas del transporte.

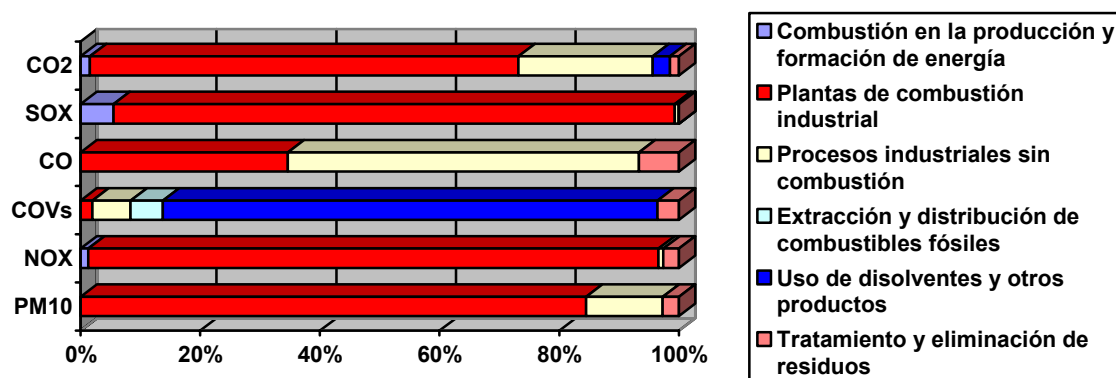


Figura 52. Emisiones Industriales en la Comunidad de Madrid por sectores y tipos de contaminantes. Inventario Corine Aire 2003.

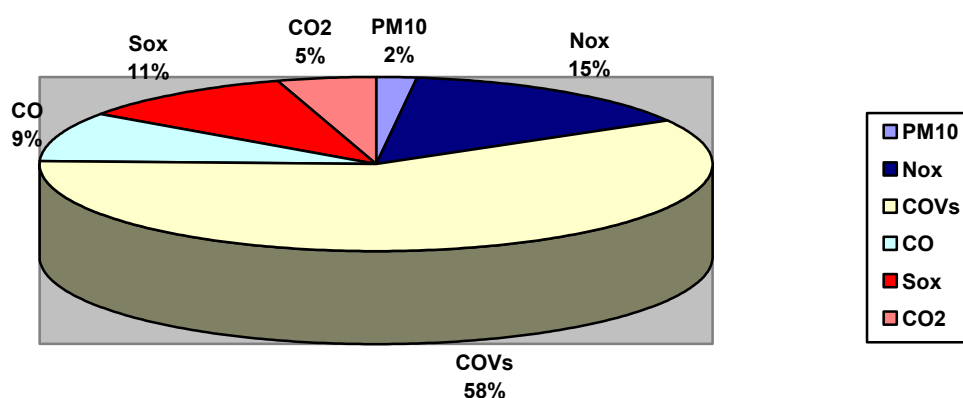


Figura 53. Emisiones Industriales en la Comunidad de Madrid, % en peso por tipos de contaminantes. Inventario Corine Aire 2003.

Las actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera se localizan preferentemente en Polígonos Industriales, sin embargo existen también empresas aisladas y otras por el contrario integradas en los cascos urbanos. Los municipios identificados como productores de mayores emisiones industriales son los siguientes:

<b>PM10</b>	<b>NOx</b>	<b>COVs</b>	<b>CO</b>	<b>SOx</b>	<b>CO2</b>
San Martín de la Vega	Morata de Tajuña	Alcalá de Henares	Alcalá de Henares	Morata de Tajuña	Morata de Tajuña
Arganda del Rey	Alcalá de Henares	San Sebastián de los Reyes	Aranjuez	Alcalá de Henares	Alcalá de Henares
Morata de Tajuña	Aranjuez	Alcobendas	Fuenlabrada	Aranjuez	Fuenlabrada
Loeches	Fuenlabrada	Arganda del Rey	Morata de Tajuña	Loeches	Arganda del Rey
Colmenar de Oreja	Villalbilla	Fuenlabrada	Colmenar de Oreja	Torrejón de Ardoz	Torrejón de Ardoz

Tabla 38. Municipios con mayores emisiones industriales por tipo de contaminante  
(Fuente: Plan Azul. Estrategia de Calidad del Aire y Cambio climático de la Comunidad de Madrid)

En esta Guía se establecen las dos líneas principales que debería contener **un Plan de mejora de la Calidad del Aire** en un Área Empresarial:

1. Dirigidas al Área en su conjunto y a la Entidad de Gestión que dirige la misma. Estas últimas están mas enfocadas a controlar e informar sobre la calidad del aire.
2. Dirigidas a las actividades empresariales, con el fin de promover la reducción y control de sus emisiones.

Por lo tanto se propone:

- ❑ Como primera actuación realizar un diagnóstico e inventario de la situación del Área para posteriormente proponer las medidas más adecuadas a la misma. Algunas de las medidas referidas al transporte o energía han sido descritas en el capítulo 1.3
- ❑ Identificar una o varias estaciones pertenecientes a la Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid, como estaciones de referencia para evaluar la calidad del aire del área empresarial.
- ❑ Establecer un sistema de Información de calidad del aire a las empresas y público en general.

- 
- Fomentar medidas de reducción y control de emisiones para las empresas.

### **1.5.1 Inventario de emisiones y diagnóstico**

Los beneficios que comporta la realización de un inventario de emisiones en el Área son los siguientes:

- Tener un conocimiento exhaustivo de las fuentes de contaminación atmosférica existentes
- Determinar la importancia de los distintos focos
- Cuantificar periódicamente las emisiones de contaminantes a la atmósfera y determinar su evolución
- Es imprescindible para realizar un diagnóstico mediante modelos de simulación de calidad del aire y analizar los resultados de ampliación del Área o puesta en marcha de nuevas actividades.

Entre las aplicaciones de los inventarios de emisiones destacan el uso de los datos contenidos en ellos para la confección de informes anuales de tendencias, desarrollo de planes de acción, corroboración de emisiones, desarrollo de programas que penalicen las emisiones y el desarrollo de modelos diseñados para evaluar concentraciones de ciertos contaminantes en el aire ambiente.

#### **Inventario**

Una vez disponible un listado de las empresas del Área la información mínima necesaria para la elaboración del inventario de emisiones industriales se compondrá de:

1. Datos generales de la entidad responsable
  - Dirección o domicilio social
  - Teléfono
  - Persona de contacto
  - Localización de la instalación
2. Datos técnicos de la instalación
  - Descripción y especificaciones técnicas de los procesos de producción y equipos
  - Planos y/o esquemas de las instalaciones y equipos

- 
- ❑ Relación de sustancias involucradas en el proceso productivo y posibles agentes contaminantes
  - ❑ Tecnologías adoptadas y rendimientos operativos de los equipos de depuración
  - ❑ Características generales de las calderas de proceso (potencia, combustible, consumo, horas anuales de operación, etc.)
  - ❑ Consumos anuales de materias primas y combustibles
  - ❑ Balances y composiciones de diseño de las unidades consideradas
  - ❑ Localización exacta de los posibles focos contaminantes (Coordenadas UTM)
  - ❑ Medidas directas (en el caso de estar disponibles) de los agentes contaminantes en los focos de contaminación

A modo de ejemplo, se incluyen los datos a solicitar a las distintas actividades perteneciente a los grupos A, B y C:

**Datos a solicitar a los Centros del Grupo A**

□ Para el cálculo de las emisiones se necesita:

- Toneladas de producto por instalación (t/año)
- Procesos desarrollados en las instalaciones y tecnologías de control/depuración adoptadas. Descripción del proceso.
- Consumo general de materias primas (principales, que forman parte del propio proceso), y auxiliares (no forman parte del propio proceso en sí).

Materias primas	Cantidad	Unidades	Proceso en la que se utiliza

- Consumos de energía.

Combustible	Consumo Anual	Unidad (kWh, t, l, MJ, según proceda)	Utilización (Calefacción, calderas...), especificar en la etapa en al que se utiliza

- Sistemas de depuración

Nº	Relación de posibles equipos de depuración al final de línea	Foco/proceso en el que esta instalado	Eficacia de reducción

- Medidas de emisión de gases (CO, NOx, ...) en mg/Nm<sup>3</sup>, mg.C orgánico/Nm<sup>3</sup>, ppm, etc. de los distintos focos de emisión
- Medidas en mg/Nm<sup>3</sup> realizadas por OCA y caudal de humos (Nm<sup>3</sup>/h) de los distintos procesos
- Horas anuales de funcionamiento de las distintas instalaciones (hornos de fusión, etc.)

**Datos a solicitar a los Centros del Grupo B**

- Potencia térmica instalada
- Consumo general de materias primas (principales, que forman parte del propio proceso), y auxiliares (no forman parte del propio proceso en sí).

Materias primas	Cantidad	Unidades	Proceso en la que se utiliza

- Consumos de energía.

Combustible	Consumo Anual	Unidad (kWh, t, l, MJ, según proceda)	Utilización (Calefacción, calderas...), especificar en la etapa en al que se utiliza

- Instalaciones de depuración

Nº	Relación de posibles equipos de depuración al final de línea	Foco/proceso en el que esta instalado	Eficacia de reducción

- Medidas de emisión de gases (CO, NOx, ...) en mg/Nm<sup>3</sup>, mg.C orgánico/Nm<sup>3</sup>, ppm, etc. de los distintos focos de emisión
- Medidas en mg/Nm<sup>3</sup> realizadas por OCA y caudal de humos (Nm<sup>3</sup>/h) de los distintos procesos
- Horas anuales de funcionamiento de las distintas instalaciones (hornos de fusión, etc.)

### ***Datos a solicitar a los Centros del Grupo C***

- Datos generales de la empresa
- Relación de plantas/procesos/instalaciones existentes y horas anuales de funcionamiento
- Para cada proceso:
  - Denominación del proceso
  - Tipo (continuo/discontinuo)
  - horas de funcionamiento anual; turnos de trabajo;
  - Materias primas empleadas (consumos anuales);
  - Combustibles empleados (consumos anuales);
  - En caso de utilizar disolventes o/y si se utilizan compuestos con frase de riesgo R40, R45, R46, R49, R60 y/o R61 indicar el consumo;
  - Contaminantes generados
  - Relación de focos asociados al proceso
  - Indicar si la empresa cuenta con requisitos legales específicos de aplicación
  - Indicar la fecha y el alcance completo de la inspección reglamentaria realizada (en el caso de que se haya realizado)
- Resultados obtenidos en una inspección ambiental de emisiones atmosféricas:
  - Denominación y referencia del foco
  - Características físicas del foco: Altura (m), Diámetro (m) y Sección (m<sup>2</sup>)
  - Fecha del muestreo
  - Referencia de la muestra
  - Condiciones de emisión: Temperatura (°C), humedad (%), Oxígeno (%), Velocidad de gases (m/s)
  - Caudal de gases

Las fuentes de información para la elaboración del inventario de emisiones pueden ser las siguientes:

- Cuestionario a las principales empresas
- Medición directa en cada foco
- Balances de energía
- Datos de emisiones de los centros sometidos a Autorización Ambiental Integrada (AAI)



- 
- Consulta a asociaciones

Adicionalmente, la Agencia Europea de Medio Ambiente ([www.eea.eu.int](http://www.eea.eu.int)) y la Agencia de Protección Ambiental ([www.epa.gov](http://www.epa.gov)) disponen de una amplia bibliografía y documentación relacionada con la elaboración de inventarios de emisiones.

El inventario y diagnóstico debe ser actualizado periódicamente, en función del crecimiento del Área y evolución de las Mejores Técnicas Disponibles (MTD'S).

La gestión del Área empresarial, debe promover la necesidad de colaboración por parte de las empresas, para disponer de los datos necesarios para la elaboración de los inventarios de emisiones.

### **Diagnóstico y modelos de simulación**

En caso de Áreas Empresariales con elevado número de focos de contaminación atmosférica, podría ser interesante la implantación de modelos de dispersión atmosférica, que sean capaces de determinar, bajo circunstancias desfavorables, que foco/s son los causantes de los niveles de contaminación asociados, y de esta forma tomar medidas para reducirlos. También son útiles para determinar el origen de la contaminación, e incluso realizar una predicción de la contaminación atmosférica en tiempo real. Asimismo, pueden ser utilizados para simular distintos escenarios.

Los modelos de dispersión de contaminantes juegan un papel clave en la evaluación y previsión del impacto causado por una zona industrial, el tráfico rodado, o cualquier otra situación en la que se emitan contaminantes hacia la atmósfera. Aunque se realicen medidas de contaminación en puntos concretos, estas medidas, por ser puntuales, pueden no ser representativas de la situación real. Para disponer de una representación más completa y precisa de la realidad es necesario hacer uso de modelos matemáticos.

Los principales modelos de simulación de la contaminación atmosférica son:

- ISC3
- AERMOD
- CALPUFF
- ADMS

---

Los datos básicos necesarios para el correcto funcionamiento de dichos modelos son:

- ❑ Datos meteorológicos
- ❑ Datos topográficos
- ❑ Datos de los focos contaminantes

Además, es posible incluir datos de calidad del aire en el entorno, u otros datos específicos en función del objetivo de utilización del modelo.

Si bien los datos básicos que requieren los modelos de calidad del aire son los citados anteriormente, la complejidad de la información necesaria para cada uno de ellos (sobre todo la correspondiente a los datos meteorológicos), y el propio modelo de cálculo, es lo que diferencia unos modelos de otros. Así, la información meteorológica requerida para el ISC3 y el ADMS (velocidad y dirección del viento, radiación solar,  $T^a$  y precipitación) es más sencilla que la que necesita el AERMOD o el CALPUFF que requieren de una gran cantidad de variables climatológicas y de ordenadores bastante potentes.

Las salidas que se obtienen de los modelos de simulación de la contaminación atmosférica, pueden ser similares a las representadas en las siguientes figuras (Figura 54 y Figura 55) que se incluyen a continuación:

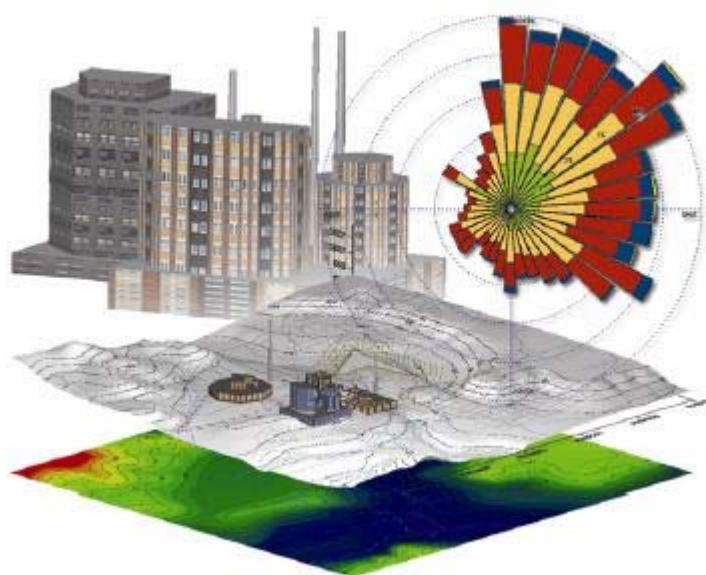


Figura 54. Representación gráfica en 3D de las isólinas de concentración, y rosa de vientos asociada.

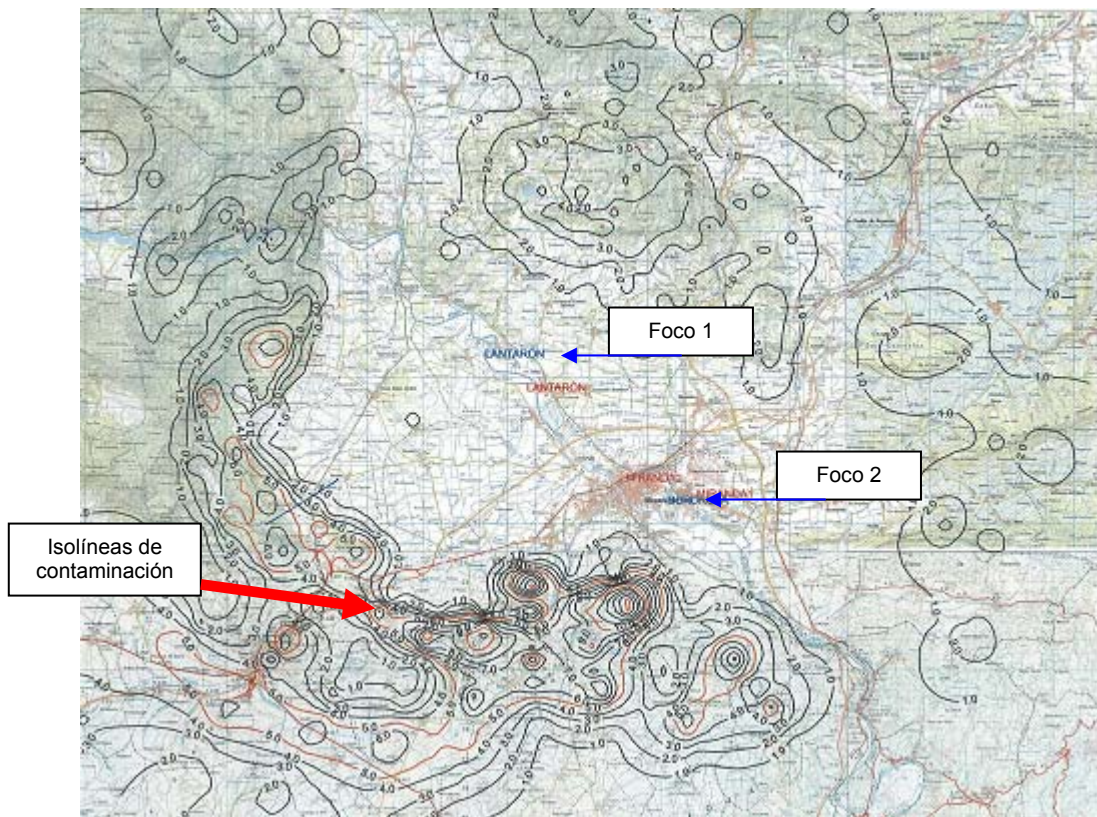


Figura 55. Representación gráfica de las isolíneas de concentración de valores medios de NOx producidas por dos instalaciones de combustión.

### **1.5.2 Control de la calidad del aire.**

La medición de la calidad del aire en entornos industriales tiene como objetivos la protección de la salud de las personas, de los ecosistemas y la vegetación (en aquellas Áreas ubicadas próximas a entornos naturales).

Los beneficios del seguimiento de la Calidad del Aire en un Área empresarial son los siguientes:

- ❑ Elemento de autocontrol de las empresas.
- ❑ Fuente de datos para los sistemas de simulación de la calidad del aire
- ❑ Proporciona información sobre la evolución de la contaminación a lo largo del tiempo y sirven para determinar cuando se producen los picos de contaminación
- ❑ A partir de la información que proporcionan, se pueden establecer los objetivos del Plan de actuación de la calidad del aire a implantar

---

Para el control de la calidad del aire del área empresarial, se propone utilizar como estación de referencia una o varias estaciones de calidad del aire pertenecientes a la Red de Control de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid, ya que estas están distribuidas por todo el territorio de la Comunidad. Para ello, se deberá realizar una modelización de todas las emisiones del área empresarial y, junto con los datos meteorológicos, determinar cual debe ser dicha estación o estaciones de referencia. No obstante, como método para validar y/o contrastar la elección de la estación de referencia, se plantea la instalación de una unidad móvil de calidad del aire que proporcione datos en tiempo real de los valores de contaminación que se alcanzan en el entorno.

La Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid, esta formada por 23 estaciones clasificadas en dos subredes en función de su objetivo de monitorización, como estaciones para la protección de la salud humana, formada por 20 estaciones y estaciones para la protección de los ecosistemas, integrada por 3 estaciones.

La relación de las estaciones, la zona a la que pertenecen, y los contaminantes que mide cada una de ellas se incluye en la siguiente tabla:

	ESTACIÓN	Caracterización	
		SO2, NO2, CO, PM10, PM2,5 Ben	O3
<b>ZONA 2: Corredor del Henares</b>	Alcalá de Henares	Tráfico	Urbana
	Alcobendas	Industrial	Urbana
	Algete	Fondo Urbano	Suburbana
	Arganda del Rey	Industrial	Urbana
	Coslada	Tráfico	Urbana
	Rivas Vaciamadrid	Fondo Urbano	Suburbana
	Torrejón de Ardoz	Fondo Urbano	Urbana
	<b>ESTACIÓN</b>	<b>SO2, NO2, CO, PM10, PM2,5 Ben</b>	<b>O3</b>
<b>ZONA 3: Urbana Sur</b>	Alcorcón	Tráfico	Urbana
	Aranjuez	Fondo Urbano	Urbana
	Fuenlabrada	Industrial	Urbana
	Getafe	Tráfico	Urbana
	Leganés	Tráfico	Urbana
	Móstoles	Fondo Urbano	Urbana
	Valdemoro	Fondo Urbano	Suburbana
	<b>ESTACIÓN</b>	<b>SO2, NO2, CO, PM10, PM2,5 Ben</b>	<b>O3</b>
<b>ZONA 4: Urbana Noroeste</b>	Collado Villalba	Tráfico	Urbana
	Colmenar Viejo	Tráfico	Urbana
	Majalahonda	Fondo urbano	Suburbana
	<b>ESTACIÓN</b>	<b>SO2, NO2, CO, PM10, PM2,5 Ben</b>	<b>O3</b>
<b>ZONA 5: Rural Sierra Norte</b>	El Atazar	Protección de la vegetación (Fondo rural)	Fondo Rural
	Guadalix de la Sierra	Rural	Rural
	<b>ESTACIÓN</b>	<b>SO2, NO2, CO, PM10, PM2,5 Ben</b>	<b>O3</b>
<b>ZONA 6: Cuenca del Alberche</b>	Villa de Prado	Protección de la vegetación (Fondo rural)	Fondo Rural
	S. M. de Valdeiglesias	Rural	Rural
	<b>ESTACIÓN</b>	<b>SO2, NO2, CO, PM10, PM2,5 Ben</b>	<b>O3</b>
<b>ZONA 7: Cuenca del Tajuña</b>	Villarejo de Salvanés	Rural	Rural
	Orusco de Tajuña	Protección de la vegetación (Fondo rural)	Fondo Rural
Estaciones existentes Nuevas estaciones 2006 Estaciones reubicadas 2006			

Tabla 39. Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid  
(Fuente: Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio. Área de Calidad Atmosférica)

La localización gráfica de las estaciones se observa en la siguiente figura:

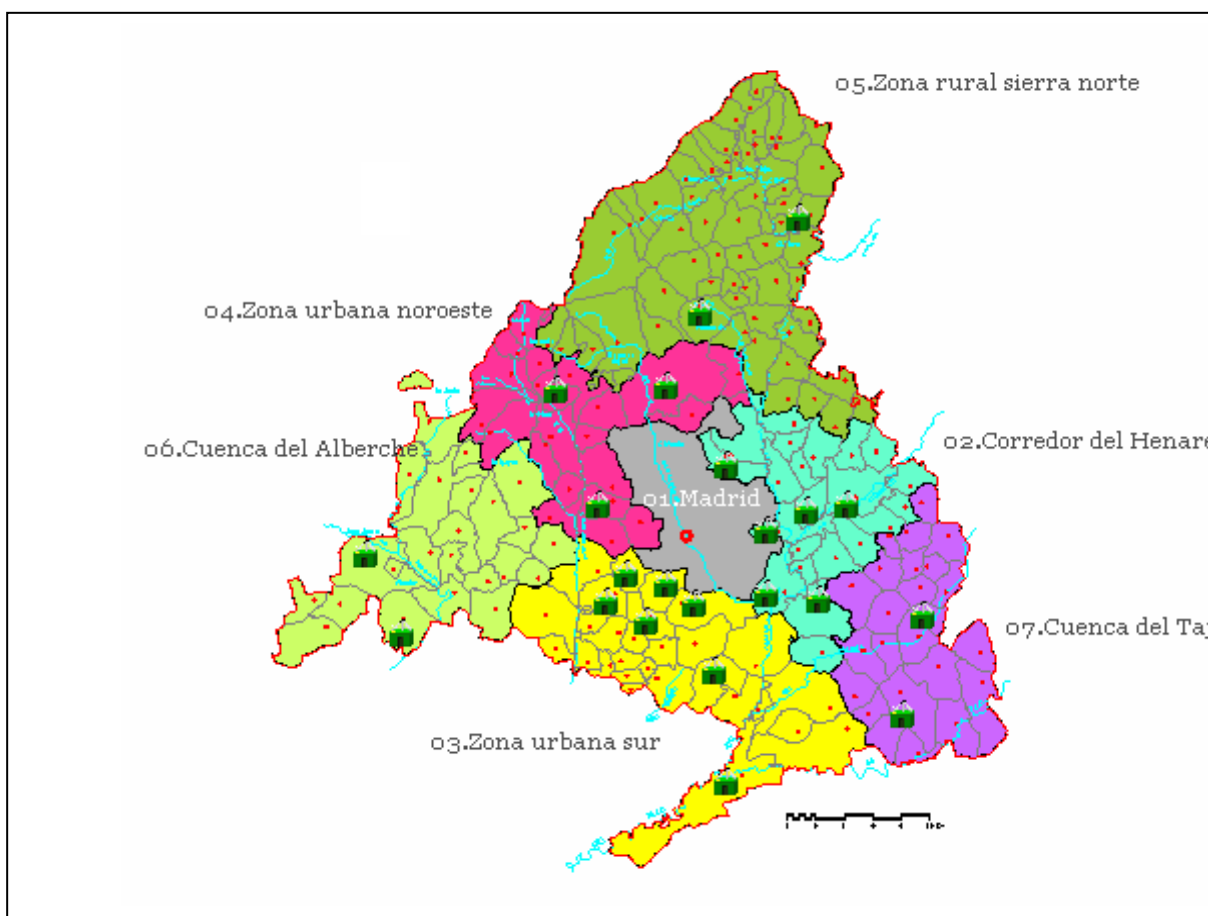


Figura 56. Red de calidad del aire de la Comunidad de Madrid

(Fuente: Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio. Área de Calidad Atmosférica)

Una Red de Control de Calidad del Aire está compuesta por varias Estaciones Remotas que envían sus datos a un Centro de Proceso de Datos (CPD). Una Estación Remota de medición de la calidad del aire, es un punto de muestreo constituido por un conjunto de equipos y sistemas para determinar la concentración de contaminantes en el aire.

La Estrategia de Calidad del Aire y Cambio climático de la Comunidad de Madrid tiene previsto un proyecto para la integración de redes y estaciones públicas y privadas de inmisión<sup>7</sup>. En este proyecto una de las medidas es establecer Acuerdos Voluntarios con organismos y empresas u otros agentes que posean Estaciones por los cuales se permita al Centro de Proceso de Datos (CPD) de la Comunidad de Madrid acceder y centralizar el conjunto de la Información. En este CPD hay un ordenador central que cada hora llama a los ordenadores de las Estaciones mediante un módem y recopila información que facilitan

<sup>7</sup> Programa PH3 de la Estrategia de Calidad del Aire y Cambio climático de la Comunidad de Madrid

---

estos, por lo tanto el número de estaciones pertenecientes a la Red puede verse incrementado considerablemente.

A su vez, y como elemento complementario a la información proporcionada por la estación o estaciones de referencia seleccionadas, se plantea el control de la calidad del aire a partir de mediciones puntuales a lo largo del año realizadas con una Unidad móvil.

La Comunidad de Madrid cuenta con una estación móvil para medir la calidad del aire (ver figuras 99 y 100). Por lo tanto, a través de Acuerdos Voluntarios se puede plantear la utilización de dicha estación. La Unidad Móvil está preparada para analizar concentraciones de contaminantes como dióxido de azufre, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, ozono troposférico, benceno, tolueno y xileno, hidrocarburos y partículas en suspensión.



Figura 57. Unidad Móvil de la Comunidad de Madrid



Figura 58. Unidad móvil instalada en un emplazamiento concreto

El equipamiento de medida de la contaminación atmosférica es la siguiente:

- Analizadores de:
  - Partículas en suspensión (inferiores a 10 micras)
  - Dióxido de azufre
  - Monóxido de carbono
  - Ozono
  - Óxidos de Nitrógeno
  - Metales pesados
  - Benzoapireno
  
- Sensores meteorológicos para la medida de: temperatura, presión atmosférica, humedad relativa, velocidad del viento, dirección del viento, lluvia, lluvia ácida, radiación ultravioleta...



---

Si se da la circunstancia de que en el polígono industrial existen actividades con emisiones específicas que fuera necesario controlar, como actividades que utilizan disolventes (COVs), conviene incorporar a la estación sistemas de medición de estos contaminantes específicos.

### ***Ubicación de la Unidad móvil:***

La ubicación de la Unidad móvil deberá cumplir, en la medida de lo posible, las siguientes directrices recogidas en el Anexo VIII del *Real Decreto 1073/2002, de 18 de octubre sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente en relación con el dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, óxidos de nitrógeno, partículas, plomo, benceno y monóxido de carbono:*

- ❑ No deberán existir restricciones al flujo de aire alrededor del punto de entrada del muestreo, ni obstáculos que afecten al flujo de aire en la vecindad del sistema de muestreo (por regla general, el punto de muestreo se colocará a varios metros de edificios, árboles y otros obstáculos, y, como mínimo, a 0,5 m del edificio más próximo); en general, el punto de entrada del muestreo deberá estar situado entre 1,5 m (zona de respiración) y 4 m sobre el nivel del suelo.
- ❑ El punto de entrada del muestreo no deberá estar situado en las proximidades de fuentes de emisión para evitar la entrada directa de emisiones sin mezclar con el aire ambiente.
- ❑ La salida del sistema de muestreo deberá colocarse de tal forma que se evite la recirculación del aire saliente hacia la entrada del sistema.
- ❑ Para todos los contaminantes, los puntos de muestreo deberán estar situados al menos a 25 m del límite de los cruces principales y a una distancia no superior a 10 m del borde de la acera.
- ❑ Para el contaminante ozono, el punto de entrada de muestreo se debe situar lejos de fuentes de emisiones como chimeneas de hornos y plantas de incineración, y a más de 10 m de la carretera más cercana, y tanto más alejada cuanto mayor sea la intensidad del tráfico.

Además deberán tenerse en cuenta los factores siguientes:

- ❑ Para evaluar la contaminación en las proximidades de fuentes puntuales, el número de puntos de muestreo para la medición fija debe calcularse teniendo en cuenta las densidades de emisión, las pautas probables de distribución de la contaminación del aire ambiente y la exposición potencial de la población.

### **1.5.3 Información a las empresas y público de los niveles de calidad del aire**

La Estrategia de Calidad del Aire y Cambio Climático de la Comunidad de Madrid tiene previsto una medida de información a la población<sup>8</sup>. El objetivo de la misma es cumplir a nivel institucional lo establecido por los proyectos APNEE (Air Pollution Network for Early warning and on-line information Exchange in Europe) y APNEETU (Air Pollution Network for Early warning and on-line information Exchange in Europe - Take-Up Trials), que es la segunda fase del proyecto APNEE.

En consonancia con esta política se propone un programa de la información a los empresarios y público en general en las Áreas Empresariales. Las actuaciones que se pueden llevar a cabo son:

#### **1- Información Ambiental a través de pantallas informativas**

Para proporcionar información a las empresas y al público en general de los niveles de calidad del aire, una de las opciones sería la instalación en el Área empresarial de pantallas de información de la calidad del aire.



Figura 59. Pantalla de suministro de datos

<sup>8</sup> Medida PH2C de la Estrategia de Calidad del Aire y Cambio Climático

La información que se facilite al público deberá ser clara, comprensible y accesible. Se han desarrollado Índices de Calidad del Aire que pretenden de una manera sencilla poner en conocimiento de los ciudadanos los datos de concentración de contaminantes.

El Índice de Calidad del Aire consiste en un valor adimensional cuyo valor está comprendido entre 0 y 150, de modo que cuanto mayor sea el índice peor será la calidad del aire. El valor del índice se calcula a partir de los valores registrados en la estación de medición, teniendo en cuenta los valores límite establecidos por:

- Real Decreto 1073/2002, de 18 de octubre y los efectos nocivos para la salud, de los siguientes contaminantes:
  - Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)
  - Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)
  - Monóxido de carbono (CO)
  - Partículas PM<sub>10</sub>
- *Real Decreto 1796/2003, de 26 de diciembre, relativo al ozono en el aire ambiente.* Regula los efectos nocivos para la salud, de los siguientes contaminantes:
  - Ozono (O<sub>3</sub>)
- *Real Decreto 812/2007, de 22 de junio, sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente en relación con el arsénico, el cadmio, el mercurio, el níquel y los hidrocarburos aromáticos policíclicos.* Regula los efectos nocivos para la salud, de los siguientes contaminantes:
  - Metales pesados
  - Benzoapireno

El valor del índice 0 corresponde a una concentración nula de contaminante, y el valor 100 está asociado al valor límite fijado, a partir del cual hay que informar a la población por prevención. Se establecen tramos a cada uno de los cuales se le asigna un valor cualitativo y el color más adecuado, tal y como se recoge en la siguiente tabla:

VALOR DEL ÍNDICE	CALIDAD DEL AIRE	COLOR
0-49	Buena	Verde
50-99	Admisible	Amarillo
100-150	Mala	Rojo
> 150	Muy mala	Marrón

Tabla 40. Índices de calidad del aire

---

Cuando el índice sea mayor que 100 se habrá superado el valor límite, al menos para alguno de los contaminantes estudiados.

CONTAMINANTE	VALOR DEL ÍNDICE 0	VALOR DEL ÍNDICE 100
	Concentración asociada ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentración asociada ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
SO <sub>2</sub>	0	125
NO <sub>2</sub>	0	Disminución lineal desde 300 (2001) hasta 200 (2010)
PM10	0	50
CO	0	10.000
O <sub>3</sub>	0	120

Tabla 41. Índices de calidad del aire. Valores de concentración asociados.

El coste asociado a la instalación de un panel de estas características, ronda los 15.000/20.000 euros.

## 2- Información Ambiental directa a los empresarios

A través de la página Web de la Entidad de Gestión y por medio de e-mail se puede facilitar la información sobre calidad del aire y superaciones del nivel de ozono en tiempo real a los empresarios y trabajadores.

El umbral de información a la población para el ozono, se alcanza cuando la concentración sobrepasa los 180  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  como valor medio en una hora. Esta situación puede producir efectos limitados y transitorios para la salud de los grupos más sensibles: niños, ancianos, adultos que realizan actividades físicas prolongadas en el exterior y personas con enfermedades respiratorias como el asma o la bronquitis crónica.

Superar el umbral de alerta, más de 240  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de media en una hora, puede provocar en la población en general efectos síntomas como irritación en los ojos, tos, dolor de cabeza o disminución de la capacidad para hacer ejercicio.

### **1.5.4 Formación y sensibilización a las empresas en materia de calidad del aire**

La Entidad de Gestión puede promover distintas actuaciones de formación y sensibilización (que en caso de existir Acuerdos Voluntarios con la Administración, deberán quedar reflejados en el mismo):

<b>Contenidos</b>	<b>Medios de difusión</b>
<input type="checkbox"/> Informar legislación ambiental sectorial, relacionada con las actividades económicas implantadas en el Área Empresarial.	<input type="checkbox"/> Web
<input type="checkbox"/> Promoción de Buenas Prácticas y Mejores Técnicas relacionadas con la reducción de la contaminación. Se enfocarán preferentemente hacia equipamientos en empresas para reducir los COVS y otras emisiones.	<input type="checkbox"/> Jornadas de formación y acuerdos con Cámara de Comercio e IDAE para charlas informativas <input type="checkbox"/> Web
<input type="checkbox"/> Estudios de costes de diversos sistemas de reducción de emisiones	<input type="checkbox"/> Documentos Técnicos

Tabla 42. Medidas de sensibilización e información

(Fuente: Elaboración propia)

### **1.5.5 Indicadores de Seguimiento de las medidas y de la calidad del aire**

Los indicadores de calidad del aire que se proponen para su seguimiento por la Entidad de Gestión son los siguientes:

- Valoración global de la calidad del aire dentro del polígono
- Números de días al año con calificaciones regular, mala o muy mala en la valoración global de la calidad del aire en el polígono

#### **Indicadores de seguimiento de la calidad del aire**

- Concentraciones de NO<sub>2</sub>: Concentración media anual de dióxido de nitrógeno y nº de horas al año en que se supera la concentración de 200 µg/m<sup>3</sup>.
- Concentraciones de CO: Número de días al año en que se supera la concentración de 10 mg/m<sup>3</sup> de monóxido de carbono.

- 
- ❑ Concentraciones de Partículas (PM10): Concentración media anual de partículas en suspensión menores de 10 µ (PM10) y número de días al año en que se supera la concentración de 50 µg/m<sup>3</sup>.
  - ❑ Concentraciones de SO<sub>2</sub>: concentración media anual de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y número de horas al año en que se supera la concentración de 120 µg/m<sup>3</sup>.
  - ❑ Concentraciones de ozono: Número de días al año en que se supera la concentración de 120 µg/m<sup>3</sup> de ozono.

### **Indicadores de seguimiento de actuaciones**

- ❑ N° de pantallas informativas
- ❑ N° de solicitudes de envío de E-mail para información de la calidad del aire
- ❑ N° de Jornadas formativas relacionadas con la legislación
- ❑ N° de Jornadas formativas relacionadas con la reducción de COVS

#### ***1.5.6 Actuaciones en las empresas***

Las actuaciones que se proponen a continuación son de aplicación en cada industria para reducir y controlar sus emisiones y reducir el impacto en el Área Empresarial.

#### **1- Control de emisiones derivado de la legislación**

El catálogo de las Actividades Potencialmente Contaminadoras a la Atmósfera, así como la relación de las mismas que quedan incluidas dentro de los grupos A, B o C, se recoge en la Ley 34/2007 de 15 de noviembre de calidad y protección de la atmósfera.

Todas las empresas clasificadas como Actividad Potencialmente Contaminadora de la Atmósfera tiene las siguientes obligaciones:

- ❑ Instalaciones pertenecientes a los grupos A y B: Autorización de emisión a la atmósfera por parte de la Consejería competente en materia de Medio Ambiente, con el siguiente contenido mínimo: valores límite de emisión; prescripciones para reducir la contaminación a larga distancia o transfronteriza en su caso; sistemas y procedimientos para el tratamiento y control de las emisiones; medidas relativa a las condiciones de explotación en situaciones distintas de las normales; el plazo por el que se otorga la autorización
- ❑ Instalaciones pertenecientes al grupo C: Deben estar inscritas en el registro de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera del grupo C

- ❑ Estar en posesión del Libro de Registro habilitado por el Órgano Competente
- ❑ Realizar Inspecciones Reglamentarias por medio de un Organismo de Control Autorizado con la periodicidad que le sea de aplicación (2 años si son del grupo A, 3 años, si son del grupo B ó 5 años si son del grupo C)
- ❑ Realizar Autocontroles Periódicos
- ❑ Respetar los Valores Límites de Emisión establecidos en el Anexo IV del Decreto 833/75 y de cualquier otra normativa sectorial que les aplique
- ❑ Acondicionar chimeneas y focos de emisión a lo establecido en el Anexo III de la O.M de 18 de octubre de 1976 para la correcta evaluación de las emisiones

## 2-Sistemas de reducción de emisiones

A continuación se resumen algunos de los sistemas existentes para la reducción de emisiones de NOx, partículas, SO<sub>2</sub> y COVs:

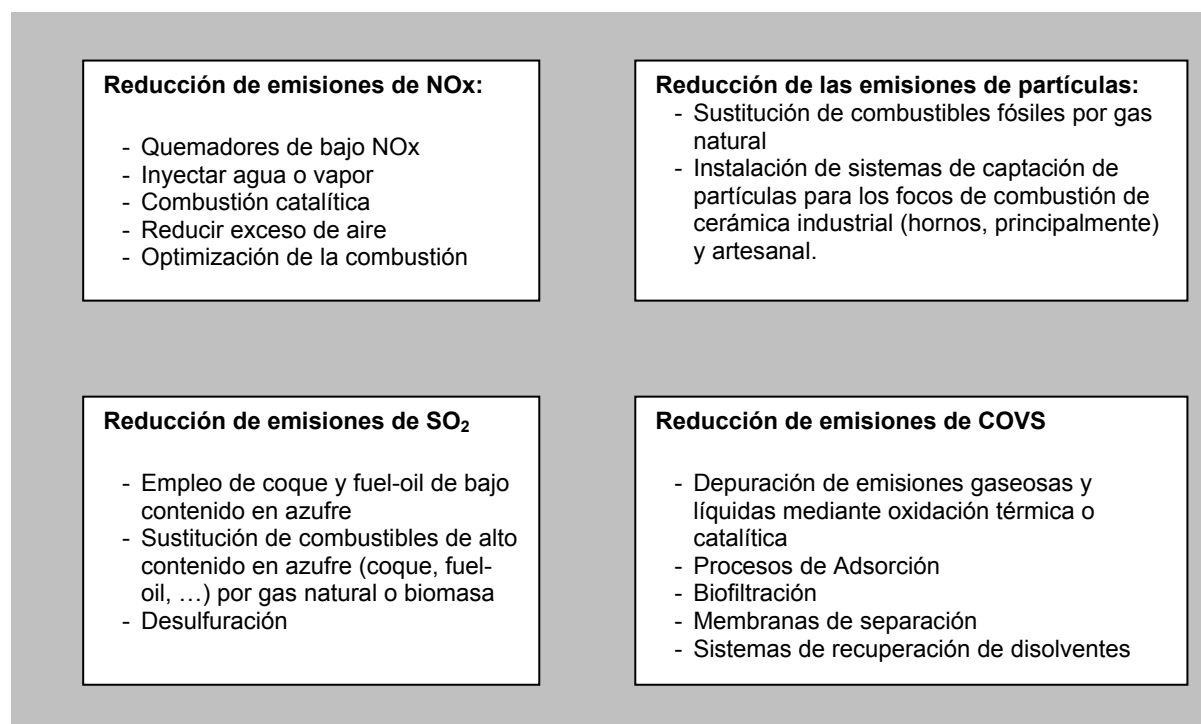


Figura 60. Técnicas de reducción de emisiones a la atmósfera

La aplicación de medidas de reducción puede realizarse mediante el establecimiento de Acuerdos Voluntarios entre las Áreas Empresariales y la Administración para avanzar más allá de los requisitos legales. Como ejemplo:

- 
- ❑ El Convenio Voluntario para Prevención y Control de la Contaminación en Cementos Portland S.A., fábrica de “El Alto” con la Consejería de Medio Ambiente.
  - ❑ El Acuerdo Voluntario con el sector de las estaciones de servicio de la Comunidad de Madrid para la implantación de tecnologías que reduzcan hasta en un 70% la emisión de compuestos orgánicos volátiles (COVs). En los próximos cuatro años 300 estaciones de servicio de la Comunidad de Madrid instalarán sistemas de recuperación de vapores en los surtidores de combustible. A través de la doble manguera, las emisiones se devuelven al tanque del combustible y de este modo, se evita su dispersión en la atmósfera.
  - ❑ El Acuerdo Voluntario firmado con el Sector de las Artes Gráficas.

### **Acuerdos Voluntarios**

Sería conveniente la firma de un Acuerdo Voluntario entre el Área empresarial y la Comunidad de Madrid. Los Acuerdos Voluntarios son “acuerdos suscritos entre la Administración ambiental competente y una empresa o los representantes de un sector industrial determinado, según el cual ambas partes se vinculan voluntariamente para el cumplimiento de unos objetivos de calidad ambiental”.

El proceso seguido en estos Acuerdos Voluntarios consiste en primer lugar en su firma, en la que se consensúa en una serie de reuniones técnicas, los objetivos a incluir en el citado acuerdo.

En el texto las empresas adheridas se autoimponen objetivos concretos, algunos relacionados con la calidad del aire, pero que abarcan otros aspectos, como por ejemplo:

- ❑ Incrementar la valorización de residuos peligrosos y no peligrosos
- ❑ Reducir la generación de residuos peligrosos
- ❑ Reducir las emisiones a la atmósfera
- ❑ Reducir las sustancias vertidas al agua
- ❑ Vigilar y controlar las emisiones a la atmósfera
- ❑ Optimizar los procesos productivos, ahorrando recursos naturales (energía, agua y materias primas);
- ❑ Incorporar criterios de ecodiseño en los procesos productivos;
- ❑ Aumentar su inversión en I + D ambiental;



---

Por su parte la Administración Ambiental se puede comprometer a: proporcionar subvenciones, apoyo en I + D, asesoramiento técnico, facilitar equipos técnicos como por ejemplo las unidades móviles de medición de calidad del aire, ...etc.

A partir de la firma del Acuerdo comienza el proceso de trabajo propiamente dicho, lanzándose de manera conjunta o individual, desde ese momento, todas las actuaciones convenidas.

Se debe realizar un seguimiento de las actuaciones realizadas periódicamente, con objeto de que puedan detectarse desviaciones y problemas, y lanzarse las actuaciones necesarias para la buena marcha de los compromisos adquiridos.

El cumplimiento de estos Acuerdos supone un esfuerzo económico tanto de las empresas como de la Administración.

El potencial de los Acuerdos Ambientales Voluntarios, viene determinado como herramienta para propiciar una gestión más responsable de los recursos y los residuos, como por su contribución a limitar la influencia del Cambio Climático.

Las mejoras ambientales que se pueden obtener a partir de los Acuerdos Voluntarios son: valorización de residuos peligrosos y/o no peligrosos; mejoras en gestión o tramitación; reporte de datos ambientales de las empresas, elaboración de la memoria de sostenibilidad; reducción del consumo de materiales (toneladas); reducción de las sustancias emitidas a la atmósfera o al agua (toneladas); reducción en la generación de residuos (toneladas), medidas de reducción de impactos ambientales de difícil cuantificación.

Asimismo, se produce un acercamiento de la Administración a las necesidades de las empresas y a la realidad empresarial; se potencia la detección y comunicación a la Administración Medioambiental de las inquietudes empresariales para facilitar tramitaciones administrativas; se favorece un mayor contacto entre las empresas y la Administración; se mejora el asesoramiento técnico.

Finalmente, el acuerdo fomenta la cooperación con las empresas.

### **3- Aplicación de Mejores Técnicas Disponibles MTDs**

La Directiva 96/61/CE y la Ley 16/2002, de 1 de julio, de Prevención y Control Integrados de la Contaminación (Ley IPPC), que transpone dicha Directiva al ordenamiento jurídico español, establecen un nuevo enfoque en la concepción del medio ambiente y definen importantes actuaciones como son la concesión de la Autorización Ambiental Integrada (AAI) y el concepto de las Mejores Técnicas Disponibles (MTD).

---

Para conocer las MTD que aplican a cada sector industrial se han elaborado las Guías MTD para las empresas IPPC. El objetivo de estos Documentos, que no tienen rango legal, es servir de Referencia, tanto para el sector correspondiente como para las Autoridades Ambientales responsables para establecer los valores límite de emisión en la Autorización Ambiental Integrada y disponer de documentos de referencia sobre las Mejores Técnicas Disponibles, teniendo en cuenta las particularidades de los diferentes sectores industriales en España. Las guías MTD publicadas se pueden encontrar en la página web (<http://www.eper-es.es/>).

Asimismo todos los centros, instalaciones o complejos industriales incluidos en alguna de las categorías de las descritas en el Anejo 1 de la Ley 16/2002, de 1 de julio, deben informar de las emisiones anuales al aire y al agua de una serie de sustancias contaminantes, si las emiten de acuerdo a lo establecido en la Decisión 2000/479/CE.

Todos los datos de las emisiones a la atmósfera de las empresas afectadas se publican en el inventario EPER-España, que es un registro e inventario limitado. Sólo contempla información procedente de los sectores industriales afectados por la Ley 16/2002, de 1 de julio. Los datos de emisiones que se recogen en el Inventario EPER, son datos globales expresados en kg de sustancia emitida al año (kg/año). Además, debe de especificarse si son datos medidos, calculados o estimados, según lo establecido en la Decisión EPER y en el Documento guía para la implantación elaborado por la Comisión Europea.

---

## 1.6 Calidad acústica

### OBJETIVOS:

**Vigilar y reducir la contaminación acústica, para evitar los daños que de ésta pueden derivarse para la salud humana, los bienes o el medio ambiente**

La contaminación acústica puede definirse como la presencia en el ambiente de ruidos o vibraciones, cualquiera que sea el emisor acústico que los origine, que impliquen molestia, riesgo o daño para las personas, para el desarrollo de sus actividades o para los bienes de cualquier naturaleza, o que causen efectos significativos sobre el medio ambiente.

El término contaminación acústica hace referencia al ruido cuando éste se considera como un contaminante, es decir, como el sonido exterior no deseado o nocivo generado por las actividades humanas, incluido el ruido emitido por los medios de transporte, por el tráfico rodado, ferroviario y aéreo y por emplazamientos de actividades industriales. La causa principal de la contaminación acústica en un Área Empresarial son las actividades y el tráfico que genera el propio polígono. Los efectos producidos por el ruido pueden ser fisiológicos, como la pérdida de audición, y psicológicos, como la irritabilidad exagerada.

Los focos de ruido ambiental, transporte e instalaciones industriales, son cada vez fuente de mayores quejas, que en principio se deben resolver estableciendo criterios únicos para su valoración, evitando los frecuentes problemas de numerosos valores para caracterizar una misma instalación o foco. A esta problemática se debería añadir la de la calidad acústica en la edificación, que resuelva las crecientes quejas de la población sobre los problemas propios de los edificios (falta de aislamiento, ruido de instalaciones, ...).

La normativa de referencia actualmente en materia de contaminación acústica es la siguiente:

### **Estatal:**

- ❑ Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido.
- ❑ Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental.
- ❑ Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

## Comunidad de Madrid

- Decreto 78/1999, de 27 de mayo, por el que se regula el régimen de protección contra la contaminación acústica

En aplicación del Decreto 78/1999, de 27 de mayo, la Comunidad de Madrid ha realizado una Guía Metodológica para la realización de los estudios acústicos (Guía Metodológica para la realización de los estudios acústicos requeridos por el Decreto 78/99 de la Comunidad de Madrid).

El objetivo de la “Guía Metodológica” es que los organismos, empresas y particulares que se sientan afectados por esta problemática puedan contar con un documento de referencia a la hora de redactar e interpretar los estudios acústicos.

La Comunidad de Madrid tiene la capacidad de pedir estudios de ruido en el caso de actividades específicas que considere que son potencialmente contaminantes por ruido y vibraciones. Para estas actividades se debe realizar un estudio detallado, calculándose los niveles de ruido generados y su propagación a zonas sensibles en horarios diurnos y nocturnos, así como una estimación de la posible evolución del ruido en el futuro.

Actualmente son de aplicación en la Comunidad de Madrid tanto las Áreas de Sensibilidad Acústica y valores objetivo regulados en el Decreto 78/1999, de 27 de mayo, como también las Áreas Acústicas, Zonas de Servidumbre y los Objetivos de Calidad definidos en el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre. Los estudios que se realicen hasta que se modifique la normativa de la Comunidad de Madrid deberán tener en cuenta y cumplir ambas normas.

A continuación se indican los valores límite de inmisión sonora para ambiente exterior aplicables en la Comunidad de Madrid, los cuales vienen fijados en el artículo 12 del Decreto 78/1999, de 27 de mayo:

- En el suelo urbanizable, los límites máximos de niveles sonoros ambientales en las distintas áreas, no podrán superar los siguientes valores:

Área receptora	Usos principales	Diurno	Nocturno
Tipo I (área de silencio)	Sanitario, docente, cultural	50	40
Tipo II (área levemente ruidosa)	Residencial, zona verde	55	45
Tipo III (área tolerablemente ruidosa)	Hospedaje, oficina, servicios	65	55
Tipo IV (área ruidosa)	<b>Industrial</b>	<b>70</b>	<b>60</b>
Tipo V (área especialmente ruidosa)	Infraestructuras de transporte, espectáculos	75	65

Tabla 43. Valores límite de inmisión para zonas no consolidadas

- En el suelo urbano, los valores objetivo de los niveles sonoros ambientales a alcanzar serán:

Área receptora	Usos principales	Diurno	Nocturno
<b>Tipo I (área de silencio)</b>	Sanitario, docente, cultural	60	50
<b>Tipo II (área levemente ruidosa)</b>	Residencial, zona verde	65	55
<b>Tipo III (área tolerablemente ruidosa)</b>	Hospedaje, oficina, servicios	70	60
<b>Tipo IV (área ruidosa)</b>	<b>Industrial</b>	<b>75</b>	<b>70</b>
<b>Tipo V (área especialmente ruidosa)</b>	Infraestructuras de transporte, espectáculos	80	75

Tabla 44. Valores límite de inmisión para zonas ya consolidadas

El Área Empresarial está incluida dentro de un “Área ruidosa”, es decir, del tipo IV.

El Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, en lo referente a Zonificación Acústica, Objetivos de Calidad y valores de inmisión, establece en el Anexo II los Objetivos de Calidad Acústica aplicables en áreas urbanizadas existentes y en la Tabla B1 del Anexo III, los valores límite de inmisión de ruido aplicables a infraestructura portuarias y a actividades:

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L <sub>d</sub>	L <sub>e</sub>	L <sub>n</sub>
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	60	60	50
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos	73	73	63
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	75	75	65
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1)	Sin determinar	Sin determinar	Sin determinar

Tabla 45. Tabla A. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes.

(1) En estos sectores del territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia acústica de entre las mejores técnicas disponibles, de acuerdo con el apartado a, del [artículo 18.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre](#).

Nota: Los objetivos de calidad aplicables a las áreas acústicas están referenciados a una altura de 4 m.

Uso del edificio	Tipo de Recinto	Índices de ruido		
		L <sub>d</sub>	L <sub>e</sub>	L <sub>n</sub>
Vivienda o uso residencial	Estancias	45	45	35
	Dormitorios	40	40	30
Hospitalario	Zonas de estancia	45	45	35
	Dormitorios	40	40	30
Educativo o cultural	Aulas	40	40	40
	Salas de lectura	35	35	35

Tabla 46. Tabla B. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables al espacio interior habitable de edificaciones destinadas a vivienda, usos residenciales, hospitalarios, educativos o culturales.

L<sub>d</sub> (Índice de ruido día): el índice de ruido asociado a la molestia durante el período día. Equivalente al L<sub>day</sub> (Indicador de ruido diurno).

L<sub>e</sub> (Índice de ruido tarde): el índice de ruido asociado a la molestia durante el período tarde. Equivalente al L<sub>evening</sub> (Indicador de ruido en período vespertino).

L<sub>n</sub> (Índice de ruido noche): el índice de ruido correspondiente a la alteración del sueño. Equivalente al L<sub>night</sub> (Indicador de ruido en periodo nocturno).

Al día le corresponden 12 horas, a la tarde 4 horas y a la noche 8 horas. La administración competente puede optar por reducir el período tarde en una o dos horas y alargar los períodos día y/o noche en consecuencia, siempre que dicha decisión se aplique a todas las fuentes, y que facilite al Ministerio de Medio Ambiente información sobre la diferencia sistemática con respecto a la opción por defecto. En el caso de la modificación de los períodos temporales, esta modificación debe reflejarse en la expresión que determina el Lden.

Los valores horarios de comienzo y fin de los distintos períodos son 7.00-19.00, 19.00-23.00 y 23.00-7.00, hora local. La administración competente podrá modificar la hora de comienzo del período día y, por consiguiente, cuándo empiezan la tarde y la noche. La decisión de modificación deberá aplicarse a todas las fuentes de ruido.

Los valores de inmisión de ruido para actividades son los siguientes:

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L <sub>k,d</sub>	L <sub>k,e</sub>	L <sub>k,n</sub>
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	50	50	40
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial	55	55	45
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c	60	60	50
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos	63	63	53
<b>b</b>	<b>Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial</b>	<b>65</b>	<b>65</b>	<b>55</b>

Tabla 47. Tabla B1. Valores límite de inmisión de ruido aplicables a infraestructuras portuarias y a actividades.

Los períodos temporales de evaluación que se establecen son: L<sub>k,d</sub> (período día, de 7:00 a 19:00); L<sub>k,e</sub> período tarde de 19:00 a 23:00 horas; y, L<sub>k,n</sub>, período noche, de 23:00 a 7:00 horas.

### 1.6.1 Diagnóstico y evaluación de los niveles sonoros

Para la realización del diagnóstico y evaluación de los niveles de ruido que genera un Área Empresarial existente o plantear como pueden influir nuevas instalaciones, se plantea la siguiente sistemática:

- ❑ Fase 1. Evaluación preliminar de los niveles sonoros mediante sonómetros
- ❑ Fase 2: Modelización y propuesta de medidas correctoras
- ❑ Fase 3: Evaluación de la situación

---

Para predecir los niveles de ruido que se generarán tras el establecimiento de nuevas actividades, se plantea modelizar las industrias y las principales fuentes del ruido y el posterior estudio predictivo de propagación del ruido mediante software (p.ej. CADNA). CADNA es un modelo diseñado para el cálculo, evaluación y predicción de la contaminación acústica generada por fuentes de ruido. Para el modelado de la industria, se debe seguir las directrices de la norma ISO 9613-2 *“Acoustics-Attenuation of sound propagation outdoors, part 2: General method of calculation”*.

Una vez modelizadas las principales fuentes de ruido, y evaluada su influencia en el entorno, utilizando el modelo predictivo, se debe diseñar, en caso de que sea necesario el plan de medidas correctoras diferenciando:

- ❑ Medidas en la fuente: son medidas enfocadas a reducir en origen los niveles sonoros de las principales fuentes sonoras de forma que con el conjunto de las actuaciones se redujeran de forma global los niveles sonoros.
- ❑ Medidas generales: son medidas enfocadas a reducir la emisión general del Área, por ejemplo una pantalla acústica.

En la Fase 3 debe evaluarse la situación tras el establecimiento de las medidas correctoras y la materialización de las predicciones del modelo mediante la toma de registro de los niveles sonoros de referencia. De esta forma se evalúan las convergencias entre el modelo de cálculo y la realidad acústica.

### ***1.6.2 Actuaciones para el control del ruido***

Las soluciones de control del ruido se pueden establecer en los siguientes apartados:

- ❑ Planeamiento
- ❑ Emisión
- ❑ Propagación
- ❑ Inmisión

Sin duda el primero es un pilar básico para el control del ruido ambiental, ya que el establecimiento de límites admisibles y objetivos de calidad se plantea en función de usos del suelo. Por este motivo, la introducción del concepto de contaminación acústica en la elaboración del planeamiento urbanístico es obligatorio. En el Volumen I de la Guía se describe este aspecto.

Los otros tres puntos plantean el orden de preferencia en las actuaciones a establecer para reducir los niveles de ruido de cualquier foco.



---

### **Emisión:**

La actuación en la emisión es preferente, ya que el beneficio es general al actuar en la generación del problema. Las posibles soluciones en este apartado estarán directamente ligadas al tipo de foco, ya que tratarán de atenuar la emisión actuando sobre el proceso por el que se genera el ruido:

- Ruido generado por el tráfico:
  - Cambios en la superficie de la vía: pavimentos absorbentes de ruido.
  - Cambios en la velocidad.
  - Disminución de las aceleraciones y las retenciones: Sustitución de semáforos por glorietas, pasos elevados, etc.
  
- Ruido industrial:
  - Maquinaria menos ruidosa.
  - Disponer de silenciadores/atenuadores en las salidas de gases.
  - Disponer de sistemas de ventilación/extracción en mayor medida según estos equipos estén sobreelevados o estén dirigidos hacia el exterior del Área Empresarial.
  - Encapsulamientos.

### **Propagación:**

La actuación en la propagación se refiere en general a la colocación de obstáculos que dificulten la propagación del ruido en la dirección en la que existen receptores sensibles afectados por niveles elevados. Son las soluciones de barreras o pantallas acústicas. Otras soluciones se podrían introducir también en este apartado, como el diseño y acondicionamiento de determinadas zonas urbanas para mejorar su calidad acústica. Las principales medidas que afectan a la propagación del ruido son:

- Barreras acústicas.
- Caballones de tierra.
- Vegetación: Las pantallas vegetales, para ser eficaces, precisan una anchura de 50 metros de bosque de pino denso, para obtener una reducción de 2 a 3 dBA. Sirven, por tanto, como elemento de apoyo a otras medidas.
- Colocación de pavimentos absorbentes sonoros. Si bien esta medida pierde su eficacia en el tiempo por efecto de las suciedades y tampoco se puede garantizar el estado del firme tras múltiples reparaciones motivadas por el elevado tráfico de pesados en el Área Empresarial.

---

### **Inmisión:**

Por último, la protección en la inmisión es menos eficaz y mas costosa económicamente, ya que consiste en el aumento del aislamiento de las fachadas de los edificios afectados, que sólo protegen al local en el que se efectúa la mejora y sólo cuando las ventanas están cerradas. Las principales medidas que afectan a la recepción del ruido son:

- ❑ Disposición de los receptores. Consisten simplemente en disponer los receptores de la forma más adecuada.
- ❑ Medidas de aislamiento acústico de edificios. Recubrimientos aislantes, acristalamientos dobles, etc...

La selección de la solución más apropiada en cada caso puede estar además condicionada por otro tipo de factores, que también deberán ser tenidos en cuenta: funcionamiento del foco, coste, estética, población protegida, etc.

### **1.6.3 Actuaciones en las empresas**

Las actuaciones que se proponen a continuación son de aplicación en cada actividad para reducir y controlar sus emisiones y reducir el impacto en el Área Empresarial.

#### **Barreras acústicas**

Su función principal es la de evitar la transmisión de ruido de un lado a otro de su cuerpo físico. Su mayor utilidad se encuentra en áreas con un alto nivel de ruido. Su desempeño se basa en la eliminación de propagación de ondas y contaminación sonora de áreas contiguas de producción. En este caso, la selección de una barrera acústica determinada se basa en el coeficiente de transmisión de sonido, traducido en la cantidad de potencia sonora que la barrera puede contener.

Las pantallas acústicas pueden adoptar numerosas formas y emplear diversos materiales (metal, hormigón, madera, vidrio, plástico, materiales cerámicos y absorbentes) y su eficacia depende, entre otros factores, de su altura y de su longitud.

#### **Aislamientos**

Los aislamientos se hacen en secciones industriales ruidosas. Su función básica es la de disipar la energía mecánica asociada con las vibraciones. Su foco de acción se concentra en zonas rígidas de la maquinaria en cuestión, los cuales son los puntos donde se generan vibraciones y donde se promueven el colapso de ondas sonoras. En la actualidad, muchos fabricantes de maquinaria ruidosa desde secadores hasta refrigeradores, han adoptado medidas de este tipo.

---

## **Materiales absorbentes**

Su utilización consiste en ubicarlos en lugares estratégicos, de forma que puedan cumplir con su función eliminando aquellos componentes de ruido que no deseamos escuchar. Entre los materiales que se usan tenemos: resonadores fibrosos, porosos o reactivos, fibra de vidrio y poliuretano de célula. La función principal de estos materiales es la de atrapar ondas sonoras y posteriormente transformar la energía aerodinámica en energía termodinámica o calor. A la hora de seccionar el material adecuado, de acuerdo a la aplicación requerida, debe tenerse en cuenta el coeficiente de absorción sonora del material, la cual es un dato que debe brindar el fabricante.

---

## 1.7 Calidad del suelo

### OBJETIVOS:

Evitar la contaminación del suelo y la transmisión de la misma a otros medios.

Promover el saneamiento y recuperación de suelos contaminados.

Participación de los gestores del Área en el control de la contaminación de suelos y aguas subterráneas.

Las principales causas de la contaminación de suelos en zonas industriales son las siguientes:

- ❑ Almacenamiento incorrecto de productos o residuos.
- ❑ Fugas en tanques y tuberías.
- ❑ Operaciones deficientes de carga y descarga de productos contaminantes
- ❑ Accidentes en el transporte de mercancías.
- ❑ Vertidos incontrolados de residuos.
- ❑ Fugas en los sistemas de alcantarillado.
- ❑ Falta de mantenimiento de instalaciones
- ❑ Presencia de zonas insuficientemente impermeabilizadas.

La contaminación de los suelos, además de la degradación de los mismos, puede afectar a otros medios por transmisión de los contaminantes: aguas superficiales y subterráneas, sedimentos en cauces fluviales y aire.

Esta contaminación produce riesgos para la salud de las personas y los ecosistemas por exposición a los contaminantes químicos.

La Estrategia de Residuos de la Comunidad de Madrid, aprobada por acuerdo del Consejo de Gobierno de 18 de octubre del 2007, incluye el Plan Regional de Suelos Contaminados 2006-2016 que sienta las bases de las actuaciones de la Comunidad de Madrid durante los próximos diez años.

El Plan establece una serie de actuaciones a desarrollar entre las cuales destacan:

- ❑ La posibilidad de realizar acuerdos voluntarios entre administraciones públicas y sectores económicos para fomentar la prevención y el cumplimiento de la normativa ambiental en materia de suelos contaminados.

- 
- ❑ El impulso de iniciativas en colaboración con la Cámara de Comercio, en el marco del Pacto de la Empresa por el Medio Ambiente (PEMMA).
  - ❑ La comunicación y sensibilización de los sectores implicados, entre los que se encuentran los industriales madrileños.

Reducir las afecciones que produce una actividad sobre el suelo en que se desarrolla implica la adopción de medidas organizativas y operativas que permitan garantizar niveles de calidad aceptables. Prevenir y evitar la contaminación del suelo implica:

- ❑ Modificación de los procesos productivos:
  - De las materias primas y productos empleados.
  - Buenas prácticas operativas: mejora de los procedimientos de operación y mantenimiento.
  - Uso de tecnologías limpias; mejores técnicas disponibles (cambio de los equipos).
- ❑ Gestión de almacén:
  - Elección de sistemas de almacenamiento que aseguren y permitan verificar la estanqueidad.
  - Buenas prácticas operativas: manipulación de productos y materias primas.
- ❑ Implementación de planes de seguimiento y control del subsuelo.

Muchas de las medidas para la prevención de la contaminación de suelos se han tratado sectorialmente en otros capítulos de la Guía como los relativos a la gestión de los residuos y el saneamiento. La tramitación y el contenido de los informes de caracterización de la calidad del suelo preceptivos durante la fase de promoción del Área Empresarial se han desarrollado en el Volumen I. Se incluyen en el presente capítulo otras actuaciones a desarrollar para prevenir y controlar la contaminación de suelos del Área Empresarial, en concreto:

- ❑ Estudios de calidad del suelo
- ❑ Diseño de un procedimiento de control de la calidad del suelo y de las aguas subterráneas
- ❑ Acuerdos voluntarios de la Entidad de Gestión del área con la Administración para la puesta en marcha de medidas
- ❑ Medidas de información y sensibilización
- ❑ Medidas de mantenimiento y conservación del Área
- ❑ Medidas preventivas y estudios de la calidad de suelos en las empresas para prevenir y diagnosticar la contaminación del suelo

---

### **1.7.1 Estudios de Calidad del Suelo**

Los estudios de Calidad del Suelo tienen como objetivo detectar la existencia de contaminantes en el suelo o las aguas subterráneas en el ámbito del Área Empresarial ya consolidada, previo a evaluar si esta posible afección pudiera representar riesgos inaceptables para la salud y los ecosistemas, así como proceder a actuaciones de eliminación de fuentes de afección o incluso recuperación del medio en caso necesario.

Estos estudios deberán realizarse prioritariamente en aquellas Áreas Empresariales ubicadas en zonas vulnerables a la contaminación de aguas subterráneas y con gran concentración de Actividades Potencialmente Contaminantes del Suelo.

Como consideración previa, hay que tener en cuenta que en las áreas públicas de un polígono industrial (viales, aceras, zonas verdes, etc.), salvo en aquellas zonas dónde superficialmente se puedan observar indicios o evidencias de derrames de sustancias peligrosas, accidentales o no, será poco probable detectar afección química significativa en suelos, dado que ésta se producirá mayoritariamente dentro de las empresas. En consecuencia, un diagnóstico representativo de la calidad del subsuelo se deberá obtener mediante el muestreo de las aguas subterráneas, siempre que éstas se encuentren a una profundidad relativamente somera, dado que son éstas las que transportan los contaminantes que potencialmente se hayan filtrado al subsuelo desde las plantas industriales.

El alcance del Estudio de Calidad del Suelo sería similar al que se sigue actualmente en otros contextos y, por tanto, basado en un estudio histórico y del medio físico seguido de una caracterización analítica. El contenido debe ajustarse a la escala del Área Empresarial.

A continuación se presenta la estructura básica de este tipo de estudios:

#### Fase 1: Caracterización inicial

- ❑ Definición de los objetivos a alcanzar.
- ❑ Estudio histórico (contexto geográfico, evolución histórica de los usos del suelo dentro del Área y estudio de antecedentes ambientales o episodios contaminantes).
- ❑ Análisis y valoración de las Actividades Potencialmente Contaminantes del Suelo presentes.
- ❑ Estudio del medio físico (contexto geológico e hidrogeológico del emplazamiento y entorno, climatología, topografía e inventario de puntos de agua).
- ❑ Inspección visual del Área Empresarial para evaluar el estado de ésta, identificar posibles zonas con indicios de afección química y evaluar preliminarmente zonas adecuadas para la toma de muestras.

- 
- ❑ Desarrollo del modelo conceptual inicial del emplazamiento (identificación de fuentes potenciales de contaminación, posibles vías de movilización y exposición, y receptores sensibles).
  - ❑ Conclusiones del estudio (indicios de afección y argumentación de la posible conveniencia de una caracterización analítica).

#### Fase 2: Caracterización analítica

- ❑ Definición de la estrategia de estudio (diseño del programa de muestreo y análisis, así como de los medios a evaluar).
- ❑ Ejecución del programa de muestreo y análisis.
- ❑ Conclusiones (definición respecto a la posible presencia de afección significativa y propuesta de futuras etapas de trabajo).

La distribución y selección del número de puntos de muestreo debe basarse en la hipótesis de la distribución espacial de la contaminación potencial del Área, partiendo de los datos disponibles de las empresas ubicadas en la misma, tales como Informes Preliminares de Situación o de caracterización que puedan estar disponibles, la ubicación de las actividades con mayor riesgo de afección, así como el modelo conceptual del conjunto del Área Empresarial.

En relación a este tema y dado que se entiende que los recursos no son ilimitados, se recomienda elegir ubicaciones representativas para los puntos de control, especialmente los de aguas subterráneas, de tal forma que estos últimos cumplan con las siguientes pautas, partiendo de una red piezométrica de control orientativa compuesta por 10 pozos de control:

- ❑ 2 piezómetros aguas arriba del Área Empresarial, en relación a la dirección hipotética del flujo subterráneo, para identificar posibles afecciones del agua subterránea que esté migrando desde fuera hacia el Área, salvo que se pueda justificar su omisión, por ejemplo, porque aguas arriba se encuentren zona elevadas no construidas (monte) o no existan zonas industriales u otras con riesgo de impacto significativo al subsuelo.
- ❑ 3 o 4 piezómetros junto a los límites ubicados aguas abajo del Área Empresarial en relación a la dirección del flujo subterráneo, dirigidos a controlar la calidad media de las aguas subterráneas que migren fuera de la misma.
- ❑ 4 o 5 piezómetros repartidos de forma representativa por la zona central del Área Empresarial, preferentemente aguas abajo de las empresas catalogadas como de mayor riesgo de impacto al subsuelo, con el objetivo de controlar con más eficacia posibles focos e impactos generados dentro de estos recintos. Aún así, los resultados obtenidos mediante estos puntos de control deben ser genéricos del conjunto del sub-área que cada uno cubra.

---

Esta red de control puede ser complementada con sondeos o catas someros para la caracterización de los suelos superficiales.

El programa analítico tendrá en cuenta los sectores a que pertenecen las actividades potencialmente contaminantes del suelo existentes. Como mínimo se propone realizar la analítica básica siguiente (se podría reducir en función de los estudios previos realizados siempre que esté justificado en función de las actividades industriales concretas de cada Área):

**Suelos:** Contenido en materia orgánica y arcilla, familias de contaminantes reguladas en el RD 9/2005 y metales pesados (As, Cu, Cr, Co, Cd, Ni, Pb, Hg, Zn).

**Aguas Subterráneas:** pH, conductividad, TPH, BTEX, PAHs, HC Halogenados, PCBs, fenoles y metales pesados (As, Cu, Cr, Co, Cd, Ni, Pb, Hg, Zn).

Cabe indicar que para la toma de muestras representativa de aguas subterráneas se deberán profundizar aquellos sondeos destinados a la caracterización de este medio, a definir en base a la extensión del Área Empresarial y las actividades potencialmente contaminantes del suelo en ella instaladas, hasta por debajo del nivel freático, normalmente al menos 2 m. En estos sondeos se deberá instalar tubo piezométrico de PVC roscado y ranurado en su tramo inferior (hasta al menos 0,5 m por encima del nivel freático detectado). La finalización de los pozos de control deberá ser acorde con el diseño constructivo aceptado internacionalmente (gravilla silíceo seleccionada, tapón de bentonita en *pellets*, cemento hasta superficie y colocación de arqueta metálica estanca a ras de suelo).

Valoración de resultados y acciones a tomar:

- **Caso 1:** Si no se superan los NGR ni los valores de referencia de aguas subterráneas que se utilicen justificadamente, se puede concluir que no hay problemas de contaminación de suelos en esta Área Empresarial. No obstante, se valorará la implantación de un plan de control y seguimiento, así como periodicidad del mismo. Su objetivo será de tipo preventivo, es decir, para la detección rápida de procesos de contaminación.
- **Caso 2:** Si se superan los NGR y/o la concentración de TPH es superior a 50 mg/Kg y/o los valores de referencia de aguas subterráneas que se utilicen justificadamente, se deberá identificar qué empresas o actividades industriales constituyen los focos que producen la afección.

La empresa o empresas identificadas como posibles causantes de la afección deberán ser requeridas para realizar los correspondientes estudios de caracterización detallada, dirigidos a definir las fuentes internas de afección y delimitar el alcance del impacto.



---

Paralelamente deberán acometer con la máxima celeridad posible actuaciones de eliminación de los focos de contaminación activos cuando se pueda tratar de vertidos continuados de sustancias peligrosas, por ejemplo desde un depósito subterráneo perforado, con el objetivo de evitar el progresivo incremento del área afectada y consecuentemente los posibles riesgos inherentes al impacto.

Adicionalmente y de acuerdo a lo establecido en el Artículo 4.3 del RD 9/2005, el titular responsable de la actividad causante del impacto deberá realizar un Análisis Cuantitativo de Riesgos (ACR) específico para el área afectada, tanto dentro como fuera de los límites de su instalación. Mediante este análisis se determinará si la calidad del suelo es compatible con los usos registrados y si es necesario tomar medidas correctoras.

### ***1.7.2 Diseño de un Plan de Control y Seguimiento de la calidad del suelo y las aguas subterráneas***

#### **Objetivo**

El Plan de Control y Seguimiento tiene por objeto establecer un control periódico de la situación ambiental en materia de suelos y aguas subterráneas en el área empresarial.

La necesidad de la realización de este Plan de Control y Seguimiento se determinará en función de los resultados de los estudios de calidad del suelo y, en su caso, de los resultados del análisis de riesgos.

#### **Promoción y ejecución**

La ejecución del Plan de Control y Seguimiento será realizada por:

- La Entidad Local o, en su caso y tras firma de Convenio, por la Entidad de Conservación, una vez se haya recepcionado el Área Empresarial por la Entidad Local.
- Otras entidades que gestionen el Área Empresarial.
- Las Comunidades de Propietarios en el caso de Áreas Empresariales privadas.

#### **Documentación**

La documentación resultado de la aplicación del Plan es un *Informe de Control y Seguimiento de la calidad del suelo y de las aguas subterráneas*. En caso de detectar algún tipo de impacto, este informe debería incluir una valoración cualitativa de las posibles fuentes de afección identificadas y posibles planes de actuación. Además, en función del

---

grado de afección identificado, podría ser necesaria la realización de una evaluación cuantitativa de riesgos.

### ***Periodicidad del Informe de Control y Seguimiento***

La periodicidad del **Informe de Control y Seguimiento** se determinará en función de los resultados de la caracterización analítica y, en su caso, de los resultados del análisis de riesgos.

En la práctica, como pauta se establecen los siguientes rangos de frecuencia:

- ❑ Cada 5 años, cuando no se haya detectado una afección significativa, es decir, superior a alguno de los valores de referencia aplicados para los distintos compuestos analizados; se muestrearían todos los puntos de control.
- ❑ Cada año, cuando se haya detectado alguna afección significativa; se muestrearían todos los puntos de control.
- ❑ Cada 6 meses cuando se identifique un nuevo impacto significativo del que se considere que requiere un seguimiento especial, por ejemplo, por estar relacionado con un derrame accidental que podría afectar a aguas subterráneas o ecosistemas fuera del polígono; se muestrearían sólo aquellos puntos de control afectados por el impacto identificado.
- ❑ A decidir caso por caso, cuando se haya producido un vertido o derrame importante con riesgo inminente de impacto significativo dentro o aguas abajo del Área Empresarial. En caso de que se esté actuando sobre este impacto la periodicidad del muestreo permitirá hacer un seguimiento de la eficacia de esa intervención.

La periodicidad de los informes se podrá modificar a posteriori, en función del tipo y número de actividades potencialmente contaminantes del suelo que realmente estén en funcionamiento en el Área Empresarial.

### ***Medios a controlar en el seguimiento:***

La definición de los medios a controlar y la analítica a realizar se basará en los resultados de los estudios previos y el contexto del Área Empresarial.

---

### Suelos:

De forma genérica y considerando el contexto de un Área Empresarial y las zonas en las que se puede plantear la ubicación de puntos de control (viales, terrenos baldíos o zonas verdes) se puede indicar que dentro de un Plan de Control y Seguimiento no tiene mucho sentido muestrear suelos en lugares ya caracterizados anteriormente, salvo situaciones específicas. Por ejemplo, si se quiere evaluar la posible degradación de contaminantes orgánicos (p.e. aceites) cuando estos han sido detectados previamente en una zona concreta o que se pretenda hacer un seguimiento del impacto sobre los suelos superficiales del Área por la dispersión de materia pulverulenta desde alguna fuente conocida, como podría ser la gestión de residuos peligrosos granulados o una planta en la que se maneje mineral fosfórico.

Por esta razón, el Plan de Control y Seguimiento periódico de suelos debe incluir:

- ❑ Una inspección visual del conjunto de las zonas públicas del Área, así como de las parcelas baldías no cercadas, con el fin de identificar posibles vertidos incontrolados de residuos o productos potencialmente peligrosos.
- ❑ En caso de identificar este tipo de vertidos, evaluar la viabilidad de su caracterización para su correcta gestión.
- ❑ Decidir los parámetros de caracterización de acuerdo con las características del relleno o líquido vertido, por ejemplo hidrocarburos de distinto tipo en caso de aceites o combustibles y estos mismos junto a metales pesados para la fracción fina de posibles escombros. En caso de sospechar que se pudiese tratar de algún tipo de afección “compleja” o desconocida, se ampliarán los grupos de compuestos químicos a analizar, tal como se ha indicado anteriormente para los estudios preliminares.
- ❑ Evaluar las dimensiones del relleno o extensión del suelo potencialmente afectado para poder situarlo en un contexto realista respecto al conjunto del Área Empresarial y poder aplicar medidas de control o eliminación si procede.

---

*Aguas subterráneas:*

El Plan de muestreo se definirá en función del número de piezómetros instalados en el área.

Como mínimo se propone realizar la analítica básica siguiente (se podría reducir en función de los estudios previos realizados siempre que esté justificado caso por caso con un riesgo bajo o por usos industriales no contaminantes del suelo):

Parámetros: pH, conductividad, TPH, BTEX, PAHs, HC Halogenados, PCBs, fenoles y metales pesados (As, Cu, Cr, Co, Cd, Ni, Pb, Hg, Zn).

*Aguas residuales de la red de saneamiento:*

El control de este medio solo será necesario en aquellos casos en los que existan indicios de fugas en la red que puedan ser la causa de una potencial contaminación del suelo o aguas subterráneas.

***Ejemplo caso práctico de Control y Seguimiento:***

A continuación se desarrolla de forma resumida pero realista un ejemplo de Plan de Control de calidad de suelos y aguas subterráneas en una hipotética Área Empresarial ubicada en la Comunidad de Madrid.

Tal como se ha indicado anteriormente, el número y ubicación de puntos de control, así como el barrido de los compuestos químicos a analizar en laboratorio se definirán en función del contexto medioambiental en el que se encuentre el Área (entorno, características del subsuelo y profundidad del nivel freático), el número de parcelas sobre las que se realicen actividades potencialmente contaminantes del suelo, su tipología y la distribución de éstas dentro del Área.

En la siguiente figura se presenta el plano del polígono a evaluar, así como el entorno de éste y las actividades identificadas con mayor riesgo en relación con el subsuelo.



Figura 61. Ejemplo de instalación de piezómetros en un Área Empresarial

Como premisas del estudio se han considerado las siguientes cuestiones:

- La superficie del polígono es relativamente plana, con una ligera pendiente en dirección suroeste.
- El subsuelo bajo el polígono industrial es relativamente homogéneo en toda su extensión y consiste en arenas y limos intercalados.
- La profundidad hasta el nivel freático es de unos 5 m, mientras que la dirección del flujo subterráneo se estima suroeste, de acuerdo con la pendiente natural de la superficie en el Área Empresarial y la ubicación del río más cercano, a unos 2 Km al oeste y fluyendo en sentido norte-sur.
- En el entorno del polígono aguas arriba de éste en relación a la dirección hipotética del flujo subterráneo, es decir las zonas norte, noreste y este del mismo, se pueden identificar los siguientes usos del suelo:
  - Naves industriales aisladas al norte. No se puede descartar que desde estas áreas migre agua subterránea contaminada hacia la zona ocupada por la zona de estudio.

- 
- Otro polígono industrial anexo al límite noreste.
  - Un parque natural y zonas residenciales cubriendo el resto del espacio, es decir usos del suelo que teóricamente no pueden causar una afección significativa del subsuelo.
  - Dentro del Área industrial existen dos zonas, extremo este y noreste, ocupadas por terrenos baldíos. Sobre estas zonas se aprecian dos áreas con acopios de escombros y otra con un relleno o mancha rojiza, indicativa de posible afección de suelos.
  - Como actividades potencialmente contaminantes del suelo se han identificado:
    - Una estación de servicio en el límite suroeste.
    - En la zona central una fábrica de pinturas, una planta de artes gráficas, otra de un gestor de residuos peligrosos incluido el reciclaje de disolventes, una planta farmacéutica que incluye antiguos depósitos subterráneos de fuel oil y un edificio ocupado por distintos talleres mecánicos de automóviles.

De acuerdo con estas premisas se ha definido el plan de actuación que se resume a continuación:

- La ubicación de los puntos de control debe ser consensuada con los responsables del Área empresarial y los servicios técnicos del Ayuntamiento, con el fin de identificar previamente las infraestructuras subterráneas (saneamiento, gas, electricidad y teléfono) y evitar daños a las mismas.
- Los terrenos baldíos se investigarán mediante la realización de sondeos manuales o calicatas relativamente someras para caracterizar la matriz fina de los escombros (SM1 y SM2) así como el relleno o suelo manchado de color rojizo (SM4). Además se toman dos muestras adicionales (SM3 y SM5) con el objetivo de obtener valores de fondo del estado general de los suelos someros en estas sub-zonas.
- La migración de contaminantes que puedan estar llegando desde aguas arriba a través del flujo subterráneo se centrará en las zonas industriales existentes al norte (S1) y (S2). En este caso los sondeos tienen que ser mecánicos y profundizarse hasta unos 7 m, es decir, dos metros bajo el nivel freático, para a continuación ser finalizados como pozos de control o piezómetros.
- Cabe indicar que el piezómetro S1 se instala aguas abajo del primer edificio que cubre el borde norte del Área empresarial debido a que entre éste y el límite del polígono no queda espacio libre. Evidentemente en caso de existir este espacio, se

---

debería colocar el punto de control aguas arriba de las instalaciones del polígono a fin de evitar posible confusión respecto al origen de una posible afección. A estos efectos se podría solicitar permiso al Ayuntamiento correspondiente para instalar el punto de control en el vial externo.

- ❑ Por otro lado, partiendo de que el resto del entorno aguas arriba del polígono no tiene riesgo de impacto al subsuelo estas zonas se obvian a la hora de ejercer un control.
- ❑ Con el objetivo de cubrir la calidad de las aguas subterráneas en los límites aguas abajo de la zona a controlar, se decide instalar cuatro sondeos finalizados como piezómetros (S3 a S6) hasta 7 m de profundidad. Uno de estos piezómetros obligatoriamente deberá cubrir los posibles impactos generados por la estación de servicio, ubicada en el extremo suroeste del polígono.
- ❑ Adicionalmente y de acuerdo con el presupuesto disponible, quedan cuatro piezómetros por instalar en la zona central. Finalmente se decide colocar estos aguas abajo de la fábrica de pinturas (S7), las plantas de artes gráficas y gestión de residuos (S8 y S9) y, a mayor distancia, de los talleres mecánicos (S10), es decir, las instalaciones industriales consideradas como potencialmente más contaminantes de los suelos en el contexto del Área.
- ❑ Se ha optado por dejar la planta farmacéutica sin punto de control cercano, por dos razones, primero porque se trata de una instalación más nueva y aparentemente construida con mayor previsión de afección al subsuelo, y segundo, porque el piezómetro S4, cubre a mayor distancia los posibles impactos que esta planta pudiera haber generado.
- ❑ El metraje total de sondeos y piezómetros realizados asciende a 70 m, mientras que los sondeos manuales o calicatas se pueden contabilizar en unidades (5).
- ❑ Tras la finalización de los piezómetros se realiza un levantamiento topográfico mediante el cual se confirma la dirección del flujo hipotética con la que se había orientado la ubicación de los mismos.
- ❑ En los sondeos manuales (5) se toma una muestra de suelos en cada sondeo, mientras que en los sondeos profundos (10) se toman dos muestras de suelo, una del nivel no saturado y otra del nivel capilar, es decir, justo por encima del nivel freático. El total de muestras de suelo a analizar será por tanto de veinticinco (25).
- ❑ De cada piezómetro se toma una muestra de agua, no se ha detectado producto libre aguas abajo de la estación de servicio (S5), lo que supone un total de 10 muestras de agua subterránea.

- 
- La toma de muestras de agua se complementa con un duplicado de uno de los pozos con el objetivo de realizar un control de calidad del laboratorio.
  - El barrido químico elegido para el conjunto de los puntos de control ha sido el siguiente:
    - Suelos sondeos someros: TPH, PAHs y metales pesados (As, Cu, Cr, Co, Cd, Ni, Pb, Hg, Zn).
    - Suelos sondeos profundos: pH, conductividad, TPH, BTEX, PAHs, HC Halogenados, PCBs, fenoles y metales pesados (As, Cu, Cr, Co, Cd, Ni, Pb, Hg, Zn).
    - Agua subterráneas: pH, conductividad, TPH, BTEX, PAHs, HC Halogenados, PCBs, fenoles y metales pesados (As, Cu, Cr, Co, Cd, Ni, Pb, Hg, Zn).
  - Los resultados obtenidos consisten básicamente en la detección de afección significativa de los rellenos someros, lo que conlleva la eliminación de éstos, y del acuífero en varias zonas. En consecuencia, se decide establecer el siguiente Plan de control y seguimiento:
    - Suelos, muestreos de niveles someros con indicios de afección o rellenos que periódicamente puedan aparecer en zonas públicas o parcelas no ocupadas: TPH, metales pesados (As, Cu, Cr, Co, Cd, Ni, Pb, Hg, Zn).
    - Aguas subterráneas: pH, conductividad, TPH, BTEX, PAHs, HC Halogenados, y metales pesados (Cr, Co, Cd, Pb y Hg).
    - Dada la afección significativa de las aguas subterráneas a nivel local se propone establecer una frecuencia anual.

### **1.7.3 Acuerdos voluntarios**

Se promoverán Acuerdos Voluntarios de la Entidad Gestora del Área con las administraciones involucradas (Ayuntamiento y Comunidad de Madrid) para:

- La realización de los Estudios de calidad del suelo.
- La puesta en marcha de las medidas de sensibilización e Información.
- El control y seguimiento de la calidad del suelo y las aguas subterráneas.
- Implantación de medidas preventivas y de Innovación Tecnológica en las Empresas.



- 
- ❑ El tratamiento y limpieza de suelos declarados como contaminados de titularidad pública.

Un Acuerdo Voluntario incluirá el siguiente contenido mínimo:

- ❑ Partes que suscriben el acuerdo.
- ❑ Objeto del Acuerdo, sector afectado y objetivos.
- ❑ Objetivos cuantificados.
- ❑ Compromisos asumidos por cada una de las partes, y en su caso programación de actuaciones.
- ❑ Plazo de ejecución y alcance de las inversiones.
- ❑ Seguimiento y valoración periódica de los resultados.
- ❑ Régimen de penalizaciones por incumplimientos.
- ❑ Adhesión de terceros.
- ❑ Naturaleza jurídica y jurisdicción a la que se someten las partes en caso de conflicto.

#### **1.7.4 Medidas de mantenimiento y conservación del área**

Las actividades de conservación y mantenimiento del Área inciden muy positivamente en la reducción de riesgos de contaminación de suelos. Las actividades de mantenimiento y conservación permiten:

- ❑ Evitar impactos, sobre el suelo y las aguas subterráneas, derivados de fugas en las redes de servicios.
- ❑ Prolongar la vida útil de las infraestructuras, equipos mecánicos, jardinería y mobiliario urbano.
- ❑ Evitar la degradación del espacio y la aparición de zonas con depósitos de residuos que pueden llegar a declararse como suelos contaminados.

De manera general la Entidad Gestora debe implantar un Programa preventivo con ficha histórica de sus elementos, sus reparaciones y sus revisiones.

Algunas medidas básicas que directamente incidirán en la mejora de la calidad de los suelos y aguas subterráneas se han descrito ya en los apartados dedicados a residuos, saneamiento y zonas verdes. Otras medidas son las siguientes:

#### **Red eléctrica y Centro de Transformación (provisto de aceite mineral):**

- ❑ Como mínimo cada seis meses y en cada visita al Centro de transformación se debe revisar el nivel del aceite.

- 
- Una vez al año se debe proceder a la limpieza del foso, comprobándose su estanquidad.

## **Limpieza**

- Limpieza periódica de zonas verdes y parcelas.
- Obligación de vallado de parcelas privadas no construidas.
- Recogida de sustancias que puedan haber quedado depositadas sobre los viales o aceras del Área empresarial, posiblemente de origen desconocido. Esta medida podría ser complementada con la puesta a disposición de las empresas del Área de un teléfono de aviso, para que se pueda agilizar la actuación de limpieza en casos de especial gravedad aparente.

La urgencia de aplicación de esta medida es aún mayor cuando se observa el vertido de sustancias potencialmente peligrosas sobre parcelas privadas no construidas. En este caso se deberá avisar al propietario de la parcela para que proceda a la limpieza de la misma.

## **Pavimentación de superficies**

- Se deberá tender a la pavimentación, con hormigón o asfalto de todas las superficies sobre las que pueda existir circulación o aparcamiento de vehículos, incluso aquellas que inicialmente no estaban previstas para estos usos, pero que han sido aprovechadas por los conductores, por ejemplo para hacer maniobras de entrada a las instalaciones industriales. Posteriormente, una vez pavimentadas, se debe poner en marcha un plan de revisión y reparación de estas superficies.

### ***1.7.5 Medidas de sensibilización e información***

Las medidas de sensibilización e información para prevenir problemas de suelos contaminados pueden realizarse en el ámbito del Área Empresarial agrupando a las empresas del mismo sector para conseguir una mayor eficacia en la comunicación.

La Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio, vía convenio con la Cámara de Comercio e Industria y Ayuntamientos, puede fomentar la puesta en marcha de las propuestas que se citan a continuación:

- Campañas Informativas a las empresas del Área sobre los riesgos y legislación relativa a suelos contaminados.

- 
- ❑ Redacción de Guías de medidas preventivas en materia de suelos contaminados de los sectores industriales predominantes que permitan la aplicación de buenas prácticas en las empresas.
  - ❑ Programas de buenas prácticas ambientales para el personal que realiza el mantenimiento y ejecución de obras.
  - ❑ Información a las empresas respecto a los canales de comunicación con la Cámara de Comercio e Industria, tratamientos de la información de datos.

### ***1.7.6 Informes de situación de suelos***

El Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, establece los informes preceptivos que han de presentar los titulares de las Actividades Potencialmente Contaminantes del Suelo. Estos informes son:

- ❑ Informes Preliminares de Situación (Artículos 3.1 y 3.2).
- ❑ Informes Periódicos de Situación (Artículo 3.4).
- ❑ Informes de Situación por clausura de actividad (Artículo 3.4).
- ❑ Informes de Situación por nuevas instalaciones (Artículo 3.4).
- ❑ Informe de Situación cuando el propietario de un suelo sobre el que históricamente haya existido una actividad potencialmente contaminante del suelo solicite licencia o autorización para el establecimiento de alguna actividad diferente de las actividades potencialmente contaminantes, o que suponga un cambio de uso del suelo (Artículo 3.5).
- ❑ Informes Preliminares de Situación en Autorización ambiental integrada (Artículo 3.6).

Los contenidos mínimos del Informe Preliminar de Situación se establecen en el Anexo II del Decreto, existiendo un formulario específico diseñado por la Comunidad de Madrid. El contenido y frecuencia de los informes periódicos de situación serán determinados por el órgano competente de las comunidades autónomas (Art. 3.4).

Como conclusión del examen de los Informes Preliminares de Situación, la administración competente podrá recabar del titular de la actividad o del propietario del suelo informes complementarios más detallados, datos o análisis que permitan evaluar el grado de

---

contaminación del suelo, que en todo caso deberá realizarse de acuerdo con los criterios y estándares que se establecen en el citado Real Decreto (Artículo 3.3).

La página web de la Comunidad de Madrid incluye una amplia información en el “acceso a la puerta temática para empresas” relativa a suelos contaminados. En dicho acceso el apartado “casos en los que debe presentarse Informes de Situación del Suelo y tipos de informes” establece para cada situación:

- Objetivo del informe establecido.
- Base legal.
- Quién está obligado a presentarlo.
- Casos en que debe presentarse.
- Dónde se presenta / dirigido a.
- Índice del contenido básico.
- Analítica.
- Periodicidad.
- Efectos de la resolución o notificación por parte de la Administración.

Además, existen apartados específicos relativos a:

- Legislación de suelos contaminados.
- Formulario e instrucción para cumplimentar el Informe Preliminar de Situación del Suelo.
- La Gestión de la Contaminación del Suelo en la Comunidad de Madrid.
- Documentos y enlaces de interés.
- Guías temáticas.
- Planes de actuación.

Este compendio documental permite a cualquier titular de actividad definida como potencialmente contaminante del suelo conocer sus obligaciones de informar a la Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio, así como los contenidos de cada tipo de informe y consecuencias que pueden derivarse.

### ***1.7.7 Análisis Cuantitativo de Riesgos (ACR)***

El Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados, establece en su artículo 4.3 la necesidad de realizar una valoración detallada de los riesgos para la salud humana o los ecosistemas relacionados con suelos químicamente afectados en concentraciones superiores a los niveles de referencia (Caso 2 del apartado 1.7.1). Esta valoración se denomina como Análisis Cuantitativo de Riesgos (ACR).

---

El objetivo de la evaluación de riesgos es el de detectar situaciones de riesgo no admisible para las personas, ecosistemas o recursos naturales, que pudiera alterar la salud de la población expuesta o la calidad de los recursos.

La identificación de situaciones de riesgo no admisible indica la necesidad de tomar medidas correctoras y /o planes de seguimiento y control.

En cualquier caso, tal como se indica en el artículo 4.4 del Real Decreto, la valoración de riesgos para la salud humana o los ecosistemas se realizará de acuerdo con los contenidos recogidos en el anexo VIII y deberá ser acometida por un técnico competente y experimentado en este tipo de análisis.

A título informativo cabe indicar que la Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio ha editado una guía titulada: “Guía de Análisis de Riesgos para la Salud Humana y los Ecosistemas” en la que se explica el proceso de evaluación de riesgos.

De forma resumida se puede indicar que el enfoque y desarrollo del análisis de riesgos para las zonas en las que se detecta una afección significativa de suelos o aguas subterráneas debería estructurarse en las siguientes etapas:

- ❑ Identificación y localización de las fuentes de afección y grado de dispersión de los contaminantes.
- ❑ Valoración de los datos analíticos disponibles y selección de datos representativos.
- ❑ Identificación de los receptores sensibles (humanos y/o ecosistemas).
- ❑ Identificación de escenarios de exposición.
- ❑ Desarrollo de la valoración de riesgos.
- ❑ Valoración de resultados y planificación de actuaciones posteriores.

### ***1.7.8 Medidas de prevención en empresas***

Aunque esta Guía trata de la gestión de los suelos que puede ser realizada razonablemente por la Entidad Gestora del Área Empresarial, es evidente que los mayores impactos sobre el subsuelo se generarán dentro de las plantas industriales y especialmente en aquellas que manejen sustancias peligrosas y/o generan residuos de diferente naturaleza.

---

En consecuencia, resulta fundamental que los gestores de estas plantas industriales tomen conciencia de esta situación y pongan en marcha programas de control y minimización de sus impactos, más allá de los requisitos legales en esta materia y los requerimientos concretos que la Administración medioambiental regional les pueda hacer. Un programa de estas características incluirá alguna de las siguientes actuaciones:

- Identificación de las sustancias potencialmente peligrosas que se manejan en la planta y especialmente aquellas que debido a su forma de manipulación podrían liberarse al subsuelo.
- Identificación de zonas con potencial de afección al suelo en las que se podrían liberar compuestos químicos mediante derrames o pérdidas. Ejemplos de este tipo de áreas son:
  - Depósitos subterráneos de combustibles, disolventes u otras sustancias.
  - Zonas de almacenamiento (aéreo) y manipulación de materias peligrosas.
  - Zonas de almacenamiento de residuos peligrosos, incluidos contenedores vacíos que han contenido sustancias peligrosas.
  - Zonas de lavado de maquinarias, vehículos y equipos manchados con sustancias peligrosas (soportes, caballetes, contenedores, etc.).
  - De forma general, los sistemas subterráneos de drenaje de aguas residuales y especialmente aquellos tramos en los que se produzcan estancamientos o reboses.
  - Zonas de proceso, especialmente cuando estas incluyan conductos subterráneos de sustancias peligrosas.
  - Estaciones de tratamiento de aguas residuales.
- Establecer un programa periódico de inspección y reparación de pavimentos o infraestructuras que puedan ser dañados o sufrir procesos de degradación con el tiempo. Este programa debería incluir:
  - Realización de pruebas de estanqueidad en depósitos y tuberías subterráneos (éstas últimas frecuentemente se subestiman en cuanto a su potencial de fugas).

- 
- Inspecciones periódicas, anuales como mínimo, del estado de los sistemas subterráneos de drenaje de aguas residuales (limpieza e inspección por videocámara).
  - Reparación e impermeabilización de pavimentos (resinas epoxi o similares) y otras infraestructuras dañadas.
- Colocación de productos absorbentes, tipo sepiolita, en zonas estratégicas para la recogida rápida y eficaz de posible derrames de líquidos potencialmente peligrosos.
  - Sensibilización de la plantilla respecto a los impactos que la empresa puede generar al subsuelo; formación respecto a actuaciones de emergencia ante posibles derrames o fugas de sustancias peligrosas.
  - Sensibilización y supervisión de empleados que accedan a la planta por parte de subcontratas, especialmente cuando estos vayan a manejar sustancias peligrosas. Un caso representativo es el de los conductores de camiones cisterna que realizan las operaciones de descarga de combustibles, disolventes, etc. Frecuentemente no se respetan suficientemente los protocolos de actuación, llegando a derramar “accidentalmente” pequeñas cantidades de líquidos contaminantes que, sin embargo, de repetirse con frecuencia a lo largo del tiempo pueden llegar a generar afecciones al subsuelo muy significativas.
  - Colocación de bandejas de recogida bajo todos los equipos o contenedores temporales en los que se almacenen sustancias peligrosas. Esto incluye zonas, como las bocas de descarga de combustibles o disolvente, en las que se pueden producir derrames accidentales tal como se ha indicado anteriormente.
  - Pavimentación e impermeabilización de todas las áreas del emplazamiento sobre las que se puede producir circulación de vehículos y/o almacenamiento de sustancias peligrosas. Dado que el hormigón a largo plazo no resulta impermeable a la filtración de disolventes o combustibles, es recomendable revestir todas las superficies de hormigón sobre las que se vayan a manejar este tipo de materiales, tal como zonas de almacenamiento de residuos peligrosos, salas de pintura, áreas de lavado mediante disolventes, zonas de recuperación de disolventes, etc. con resinas epoxi u otros materiales similares.
  - En este sentido igualmente es preciso controlar el estado de los materiales sellantes en las losas de hormigón en interiores y exteriores de instalaciones industriales para evitar posibles filtraciones tras vertidos accidentales.

- 
- ❑ Realización de un estudio de calidad de suelos y aguas subterráneas dentro de la planta. Instalación de una red piezométrica acorde con las zonas de potencial afección al suelo identificadas.
  - ❑ Realización de controles periódicos de la calidad de las aguas subterráneas de cara a identificar posibles filtraciones que indiquen la necesidad de realizar algún tipo de reparación en las instalaciones.
  - ❑ Realizar supervisiones y controles de suelos durante actuaciones que supongan su excavación, tal como la retirada de depósitos subterráneos a objeto de identificar posibles impactos y eliminarlos o minimizarlos en lo posible de la forma más económica posible, es decir mientras la excavación se mantenga abierta. De esta forma se pueden reducir los posibles efectos que la afección identificada pudiese tener a medio o largo plazo.
  - ❑ Uso en lo posible de mejores técnicas disponibles (MTD's), tal como podría ser la instalación de depósitos subterráneos de doble pared frente a los de pared simple o la instalación de cubetos de retención de hormigón armado o equipos de control de fugas (tubos buzo, detectores electrónicos u otros) en vez de la instalación de tanques subterráneos desprovistos de cualquier medida de control. Las (MTD's) para los distintos sectores industriales se pueden consultar en la página web <http://www.eper-es.es/>.
  - ❑ Cambio o renovación de equipos cuya función sea la prevención de vertidos o filtraciones accidentales al subsuelo cuando estos resulten deteriorados o se desarrollen otros alternativos con mejores prestaciones.

Finalmente, se considera importante que exista un sistema eficaz de alerta a la Administración y el organismo gestor del Área Empresarial para los casos en los que se identifiquen filtraciones significativas de contaminantes a las aguas.



---

## 2 CRITERIOS AMBIENTALES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL ÁREA EMPRESARIAL

El desarrollo de las obras de construcción de un Área Empresarial comprende una serie de actuaciones que por si mismas generan, con independencia del destino final de la obra, una serie de impactos ambientales de diversa consideración.

No siempre es obligatorio desde el punto de vista legal someter la construcción del Área a una vigilancia ambiental, solamente en los casos que así lo determine el Informe de Análisis Ambiental (en el caso de que el Plan Especial haya sido sometido a este trámite) o a Evaluación Ambiental de Planes y Programas. Sin embargo es muy recomendable para evitar impactos indeseables el practicar una vigilancia ambiental.

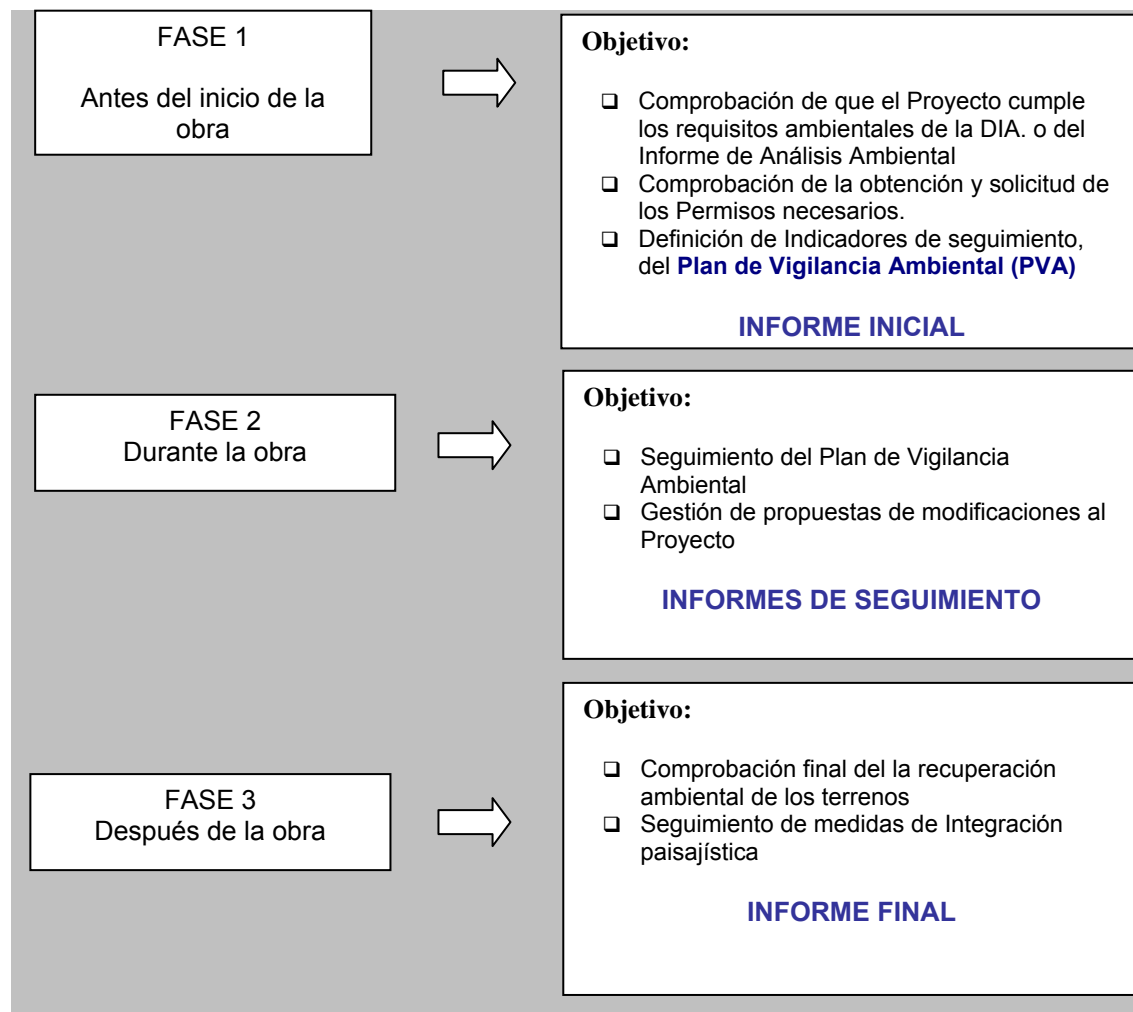
En este capítulo se analizan los criterios de gestión y medidas a llevar a cabo durante las obras, con el objetivo de **minimizar al máximo las posibles afecciones sobre el medio ambiente** derivadas de las mismas.

Se ha estructurado el capítulo en los siguientes apartados:

- ❑ **Vigilancia Ambiental de la obra**
- ❑ **Gestión de residuos**
- ❑ **Calidad del aire**
- ❑ **Calidad del suelo**
- ❑ **Hidrología superficial y subterránea**
- ❑ **Vegetación**
- ❑ **Fauna**

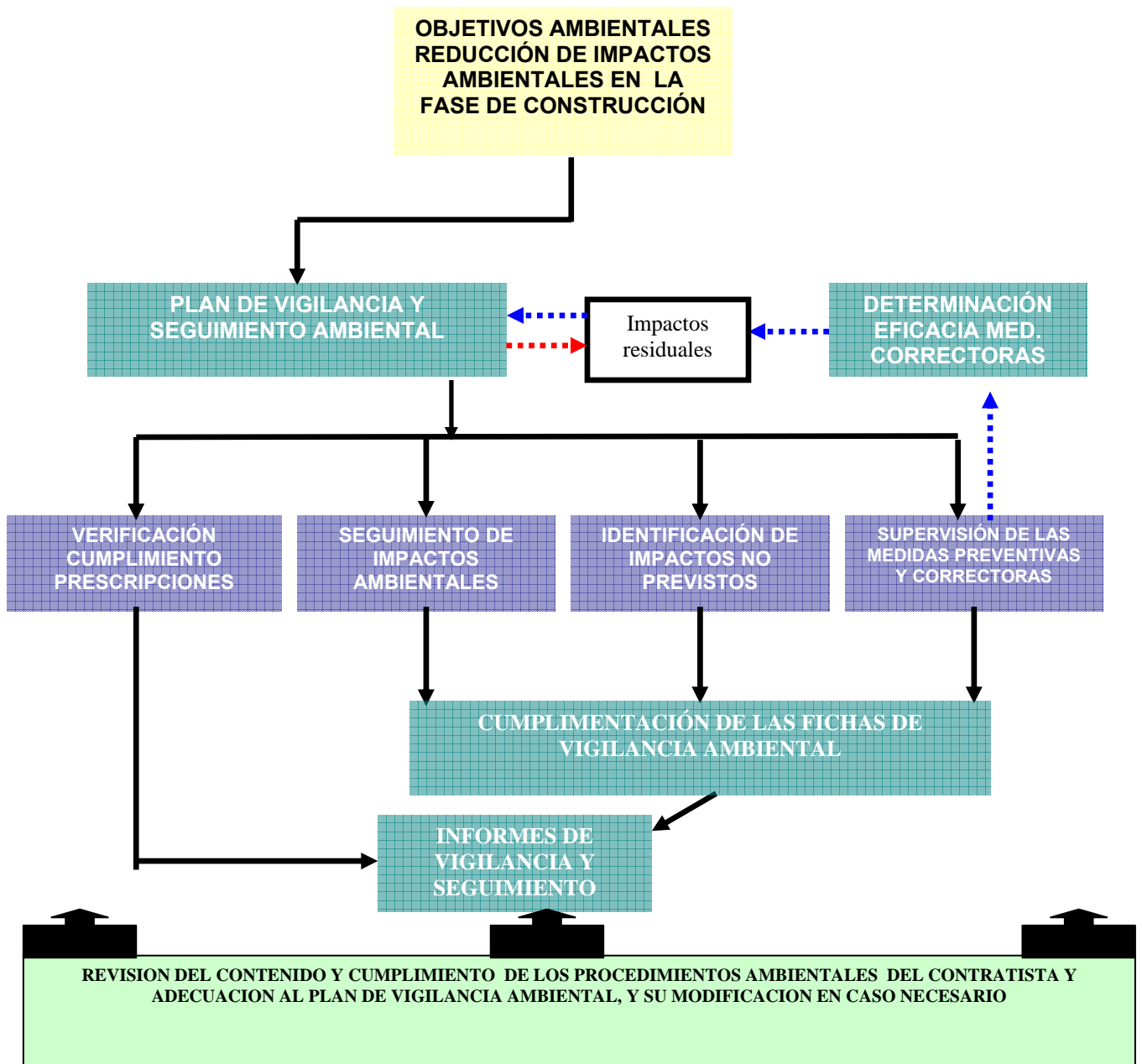
## 2.1 Vigilancia ambiental de la obra

En general, los trabajos de vigilancia ambiental se dividen en tres fases bien diferenciadas:



En el siguiente diagrama se representa la metodología para realizar la vigilancia ambiental de las obras, supervisar todos los aspectos ambientales susceptibles de ser afectados por las obras y dotar al Promotor del Área de las herramientas y la asesoría técnica necesaria para que conozca en cada momento el estado de implantación y desarrollo del Plan de Vigilancia Ambiental.

En la fase de obras se seguirán los pasos indicados en el siguiente esquema:



La vigilancia se llevará a cabo mediante:

### Visitas de Campo

Los responsables del desarrollo y cumplimiento del Plan de Vigilancia Ambiental (Dirección Ambiental de Obra y equipo de supervisores) realizarán visitas periódicas a la obra. La periodicidad recomendada será en función de la superficie y calidad ambiental de la zona. En época de siembras y movimientos de tierras estas visitas se recomienda que sean diarias.

---

## **Cumplimentación de las Fichas de Vigilancia y Realización de Informes**

Se recomienda que durante la vigilancia ambiental realice una cumplimentación de Fichas de Vigilancia. Para cada uno de los aspectos a vigilar que se incluyen en los apartados siguientes se compondrá una ficha.

A continuación se muestra un ejemplo de las fichas que se recomienda preparar para facilitar y estandarizar la vigilancia. No obstante estas fichas se adaptarán a lo exigido en la Memoria Ambiental y en el Proyecto Constructivo.

Junto con las Fichas de Vigilancia Ambiental los Informes de Vigilancia constituyen el documento donde se plasman las conclusiones de los trabajos.

<b>CLIENTE</b>	<b>PLAN DE SEGUIMIENTO Y VIGILANCIA AMBIENTAL</b>
DESIGNACIÓN DEL PROYECTO/OBRA:	

## MODELO DE FICHA

### CONTROL DE LA EJECUCIÓN DE SIEMBRAS E HIDROSIEMBRAS

AÑO: \_\_\_\_\_

#### INSPECCIÓN DE MATERIALES

Fecha de inspección \_\_\_\_\_

Mezcla de semillas:  Adecuada  Inadecuada      Análisis de semillas: SI  NO

Tipo de abonos y enmiendas:

_____	<input type="checkbox"/>	Correcto	<input type="checkbox"/>	Incorrecto	Certificado:	<input type="checkbox"/>	SI	<input type="checkbox"/>	NO
_____	<input type="checkbox"/>	Correcto	<input type="checkbox"/>	Incorrecto	Certificado:	<input type="checkbox"/>	SI	<input type="checkbox"/>	NO
_____	<input type="checkbox"/>	Correcto	<input type="checkbox"/>	Incorrecto	Certificado:	<input type="checkbox"/>	SI	<input type="checkbox"/>	NO

Mulch: \_\_\_\_\_  Correcto  Incorrecto      Certificado:  SI  NO

Agua\*: \_\_\_\_\_  Correcto  Incorrecto

Otros productos: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\* En caso de ser necesario, realizar análisis utilizando el modelo de Ficha correspondiente

#### INSPECCIÓN DE LA EJECUCIÓN

Control del cargado de hidrosembradoras:  SI  NO  Correcto  Incorrecto

Fecha de ejecución \_\_\_\_\_

Control de distribución de semillas :  SI  NO  Correcto  Incorrecto

Fecha de ejecución \_\_\_\_\_

Control del tapado de siembras e hidrosiembras:  SI  NO  Correcto  Incorrecto

Fecha de ejecución \_\_\_\_\_

---

## INSPECCIÓN DE RESULTADOS

Fecha de inspección \_\_\_\_\_  30 días  90 días  Otra \_\_\_\_\_

Identificación de la parcela testigo: Superficie  100 m<sup>2</sup>  Otra \_\_\_\_\_

Croquis de situación:

Grado de cobertura global de la parcela (%): \_\_\_\_\_

Especies observadas	Grado de cobertura (%)

## CONCLUSIONES

Fecha de ejecución de las siembras e hidrosiembras: \_\_\_\_\_  Adecuada  Inadecuada

RESPONSABLE DE CONTROL:

EMPRESA/ORGANISMO:

---

## 2.2 Gestión de residuos

Una incorrecta gestión de los residuos en obra conlleva impactos ambientales, especialmente de contaminación de suelos y aguas superficiales y subterráneas. Por otra parte impide o dificulta el reciclado de los mismos.

Las acumulaciones y almacenamientos inadecuados de residuos sólidos, así como el vertido y derrame de residuos líquidos en obra es una de las principales causas de contaminación de suelos que pueden ser evitados mediante la puesta en marcha de un Estudio de Gestión de Residuos en Obra y la realización de inspecciones periódicas.



Figura 62. Imágenes de una incorrecta gestión de residuos en obra, residuos depositados directamente sobre el suelo

### 2.2.1 Estudio de Gestión de Residuos en Obra

La redacción del **Estudio de Gestión de Residuos en Obra** debe realizarse en base a la planificación y legislación existente en la materia, tanto estatal, como en la Comunidad de Madrid:

- ❑ Il Plan de Nacional de Residuos de Construcción y Demolición (II PNRCD) incluido en el anexo 6 del Plan Nacional Integrado de Residuos (PNIR) 2007 – 2015.
- ❑ Estrategia de Residuos (2006-2016) de la Comunidad de Madrid. Plan de Residuos de Construcción y Demolición.
- ❑ Real Decreto 105/2008 de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición.

El objetivo del Estudio de Gestión de Residuos en Obra es asegurar la correcta gestión de los mismos y conseguir minimizar su producción y mejorar su posible valorización. El Estudio debe programar racionalmente la gestión de los distintos tipos de residuos generados en las distintas etapas de la construcción.

---

Por tanto, para poder redactarlo se debe tener conocimiento, o capacidad de estimación, de la cantidad de residuos que se producirán, las posibilidades de valorización existentes para cada uno de ellos y el modo de realizar una gestión eficiente, con el fin de planificar las obras de construcción de una manera eficiente.

En consecuencia, el Estudio de Gestión de Residuos debe estructurarse según las siguientes etapas:

- ❑ Establecimiento de la cantidad y la naturaleza de los residuos que se van a originar en cada etapa de la construcción.
- ❑ Definición del escenario de gestión externa de residuos mediante la recopilación de información acerca de Gestores Autorizados de Residuos existentes en el entorno de la construcción.
- ❑ Determinación de los elementos de gestión interna de residuos necesarios: cantidad y características de los contenedores, depósitos para fluidos contaminantes, etc.
- ❑ Determinación -por etapas y en su conjunto- del coste final de la gestión de los residuos de la obra.

El Estudio incluirá a su vez las tareas a realizar por cada uno de los agentes implicados en las obras de construcción, definiendo las responsabilidades de cada uno de ellos. Entre los diferentes agentes implicados en la obra, el Estudio debe establecer la figura del Responsable de Residuos, cuyas funciones principales serán:

- ❑ Asegurar el cumplimiento de las medidas preventivas establecidas para la correcta gestión de residuos.
- ❑ Asegurar que se ponen en marcha los medios necesarios, tales como contenedores para realizar la recogida selectiva.
- ❑ Realizar un control administrativo sobre el tratamiento de los residuos en la obra, y toma de registros de los movimientos de los residuos dentro y fuera de ella.
- ❑ Verificar el correcto almacenamiento y etiquetado de los residuos, así como del control del tiempo de almacenamiento.
- ❑ Interlocución con los Gestores de Residuos.
- ❑ Poner en conocimiento las responsabilidades de cada agente acerca de la manipulación de los residuos de obra.
- ❑ Formación a los empleados de la obra

A modo de conclusión, el **Estudio de Gestión de Residuos en Obra**, debe ser un documento que ayude a realizar una gestión eficiente de los residuos, reduciendo su producción, fomentando la reutilización y asegurando una correcta valorización de los mismos.



---

### **2.2.2 Punto Limpio en obra**

Durante la fase de construcción de un Área Empresarial, se deberán acondicionar lugares y espacios para la recogida selectiva y correcto almacenamiento de los residuos generados en el transcurso de la obra. Es lo que se conoce como un Punto Limpio en obra.



Figura 63. Punto Limpio en obra

A la hora de seleccionar la ubicación el Punto Limpio en obra, se deben tener en cuenta dos criterios fundamentales:

- ❑ Debe ubicarse en una zona de fácil acceso a personal y maquinaria.
- ❑ Alejado de lugares próximos a ramblas, cauces naturales, pies de ladera o zonas donde un vertido accidental pudiese llegar a la red de saneamiento.

En cuanto a sus características, el punto limpio deberá construirse:

- ❑ Sobre solera de hormigón, nunca en contacto directo con el suelo natural.
- ❑ Sin conexiones con la red de saneamiento.
- ❑ Cubierto, para evitar que la lluvia entre en contacto con los residuos y envases de los residuos temporalmente almacenados en él.
- ❑ Los contenedores con residuos líquidos deben disponerse sobre cubetos móviles.

---

A continuación se muestra un esquema de la posible organización del punto limpio de obra:

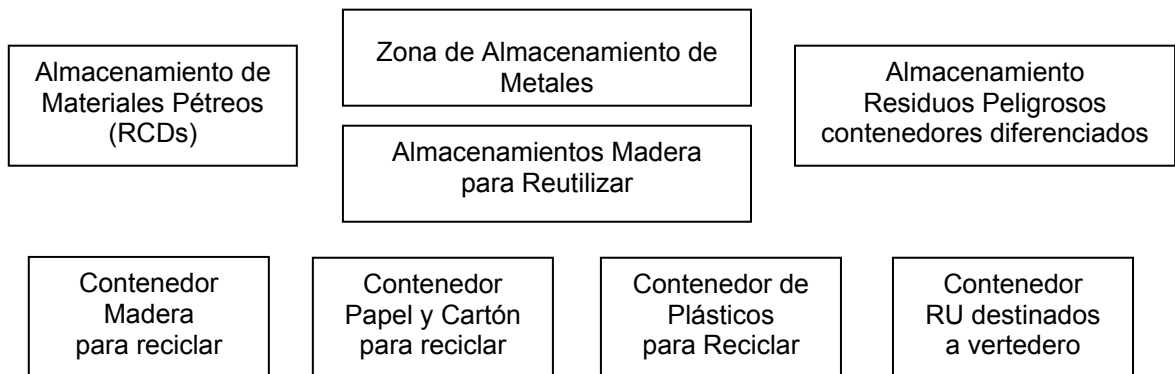


Figura 64. Esquema de organización de residuos en un punto limpio

Como puede observarse en el esquema, el punto limpio contará con diferentes recipientes (contenedores o bidones) o en caso de que por su volumen estos no sean operativos, zonas correctamente delimitadas e identificadas para cada uno de los tipos de residuos generados en la fase de construcción.

### ***2.2.3 Residuos Urbanos y Asimilables***

Este tipo de residuos proceden en su mayoría de instalaciones auxiliares, tales como, oficinas de obra, lavabos y vestuarios.

Para realizar una correcta gestión de este tipo de residuos, se debe realizar una recogida selectiva de los mismos, para posteriormente almacenarlos en el Punto Limpio de obra hasta que se produzca su retirada por parte de los correspondientes Gestores Autorizados.

Los contenedores de cada fracción deberán ser identificados mediante serigrafías y códigos de color y distribuidos por las diferentes zonas de producción definidas en el plan de gestión. En caso de que por su volumen los residuos no puedan ser depositados en contenedores, la recogida se realizará en zonas debidamente delimitadas e identificadas, tal y como se observa en la siguiente fotografía:



Figura 65. Zona destinada al acopio de madera

Las siguientes fotografías muestran algunos ejemplos de una recogida selectiva incorrecta ya que los contenedores existentes en la zona de obra no se encuentran identificados por el tipo de residuo a depositar y se ubican sobre suelo natural o de alta permeabilidad:



Figura 66. Contenedores sin identificar repartidos por la zona de obras

La gestión final de estos residuos podrá ser realizada a través de Servicios Municipales, siempre que el Ayuntamiento correspondiente otorgue su autorización y facilite los contenedores necesarios; o a través de Gestores Autorizados o Registrados específicamente para cada tipo de residuo.

#### ***2.2.4 Residuos de Construcción y Demolición (RCD's)***

Los residuos de construcción y demolición, son los mayoritarios y se producen durante todo el ciclo de vida de un Área Empresarial, en la excavación, en la construcción y en el desmantelamiento.

---

La gestión de este tipo de residuos se encuentra regulada a nivel estatal, por el *Real Decreto 105/2008 de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición*; y a nivel autonómico por la *Ley 5/2003, de 20 de marzo, de residuos de la Comunidad de Madrid*.

La correcta gestión de los RCD's debe estar basada en dos acciones: la separación y la recogida selectiva. La finalidad de estas dos operaciones, con carácter general, es facilitar el reciclaje y la reutilización de los residuos.

En el RD 105/2008, de 1 de febrero, se establecen las obligaciones del productor de residuos de construcción y demolición, el cual además de cumplir con los requisitos exigidos por la legislación de residuos deberán:

- Incluir en el proyecto de ejecución de la obra un **Estudio de Gestión de Residuos** de Construcción y Demolición que contendrá como mínimo:

1-Una estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos, o norma que la sustituya.

2-Las medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.

3-Las operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.

4-Las medidas para la separación de los residuos en obra, en particular, para el cumplimiento por parte del poseedor de los residuos, de la obligación establecida en el apartado 5 del artículo 5 del citado Real Decreto. En dicho apartado se regula que el poseedor está obligado a separar en las siguientes fracciones, cuando de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

Hormigón: 80 t

Ladrillos, tejas, cerámicos:40 t

Mertal: 2 t

Madera:1 t

Vidrio: 1 t

Plástico: 0,5 t

Papel y cartón: 0,5 t

---

5- Los planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra. Posteriormente, dichos planos podrán ser objeto de adaptación a las características particulares de la obra y sus sistemas de ejecución, previo acuerdo de la dirección facultativa de la obra.

6- Las prescripciones del pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.

7- Una valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente.

- En obras de demolición, rehabilitación, reparación o reforma, **hacer un inventario de los residuos peligrosos** que se generaran, que deberá incluirse en el Estudio de Gestión, así como prever su retirada selectiva, con el fin de evitar la mezcla entre ellos o con otros residuos no peligrosos, y asegurar su envío a gestores autorizados de residuos peligrosos.
- Disponer de la documentación que acredite que los residuos de construcción y demolición realmente producidos en sus obras han sido gestionados, en su caso, en obra o entregados a una instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizados. La documentación correspondiente a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.
- En el caso de obras sometidas a licencia urbanística, constituir, cuando proceda, en los términos previstos en la legislación de las comunidades autónomas, la fianza o garantía financiera equivalente que asegure el cumplimiento de los requisitos establecidos en dicha licencia en relación con los residuos de construcción y demolición de la obra.

En el caso de obras de edificación, cuando se presente un proyecto básico para la obtención de la licencia urbanística, dicho proyecto contendrá, al menos, los documentos referidos en los números 1, 2, 3, 4 y 7 y del inventario de residuos peligrosos.

En cuanto al depósito temporal de RCD's en el lugar de producción se recomienda la adopción de las siguientes medidas:

- Mediante el empleo de sacos industriales, elementos de contención o recipientes flexibles, reciclables y con capacidad inferior o igual a 1 m<sup>3</sup>.

- ❑ En contenedores metálicos específicos, ubicados de acuerdo a lo que establezca la ordenanza municipal.
- ❑ Acopiados en la zona de obras, en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de los residuos.

Con respecto al almacenamiento de estos residuos:

- ❑ El responsable de la Obra adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma.
- ❑ Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos al menos fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a la obra a la que prestan servicio.
- ❑ Los contenedores a ser posible estarán pintados en colores que destaquen su visibilidad, y contarán con una banda de material reflectante de, al menos 15 cm, a lo largo de todo su perímetro, o como mínimo en todas sus esquinas más expuestas.
- ❑ En los contenedores, sacos industriales, y otros recipientes deberá figurar:
  - Razón social, CIF y teléfono del titular del contenedor/envase.
  - Número de Inscripción en el Registro de Transportistas de Residuos del titular del contenedor.

En las siguientes fotografías se muestran dos ejemplos de un correcto almacenamiento temporal de los residuos de construcción y demolición:



Figura 67. Contenedor de Recogida de RCD's



Figura 68. Sacos reciclables para la recogida de RCD's

Por el contrario, en las fotografías siguientes se observan dos ejemplos de un incorrecto depósito temporal de los residuos:



Figura 69. Residuos de construcción depositados sin control sobre suelo natural



Figura 70. Madera y otros residuos depositados en una zona sin delimitar ni identificar.

La correcta gestión de RCD's se resume en el siguiente esquema:

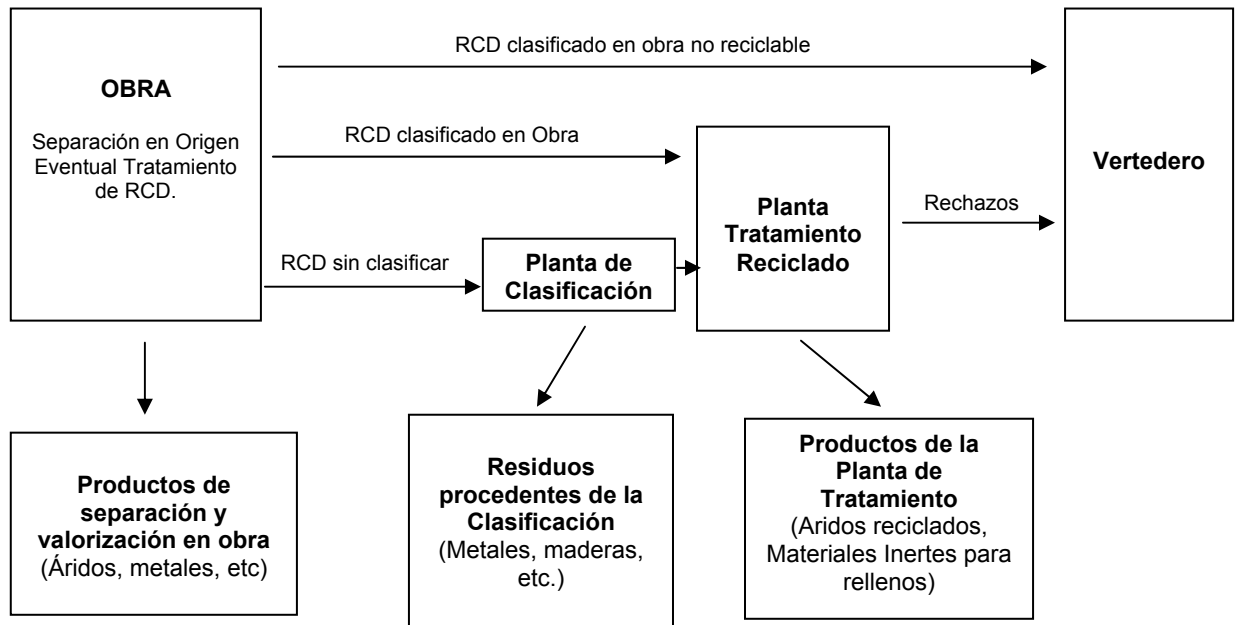


Figura 71. Esquema de gestión de RCD en obra

### 2.2.5 Residuos Peligrosos

Estos residuos, se corresponden con aquellos que figuran como tales en las listas aprobadas en la legislación vigente, así como los recipientes y envases que los hayan contenido; los que hayan sido calificados como peligrosos por la normativa comunitaria y los que pueda aprobar el Gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa europea o en convenios internacionales de los que España sea parte.

La gestión de este tipo de residuos, ha sido explicada con detalle en el apartado 1.1.6 de esta Guía. A continuación se resumen los aspectos fundamentales de la misma:

- 
- ❑ Los residuos serán envasados en recipientes que eviten la pérdida de su contenido y serán de un material que no sea susceptible de ser atacado por el residuo contenido, ni de formar combinaciones peligrosas.
  - ❑ Los residuos estarán etiquetados de forma clara, legible e indeleble.
  - ❑ Todos los residuos peligrosos se almacenarán, en el punto limpio de obra y por un tiempo no superior a 6 meses, de forma que se evite aumentar su peligrosidad o se dificulte su gestión.
  - ❑ Deberá existir un Registro que refleje los datos de los residuos peligrosos almacenados.
  - ❑ Al inicio de la fase de construcción, se deben solicitar los documentos de aceptación para la retirada de residuos peligrosos almacenados al correspondiente Gestor Autorizado.
  - ❑ Obtenida la aceptación del Gestor Autorizado, se debe cumplimentar un Documento de Control y Seguimiento por cada tipo de residuo peligroso entregado y por cada partida. Éste deberá ser archivado para su conservación durante cinco años.



## 2.3 Calidad del aire

En la siguiente figura, se muestra un esquema con las principales acciones, llevadas a cabo durante la construcción de un área empresarial, y que pueden generar impactos sobre la calidad del aire.

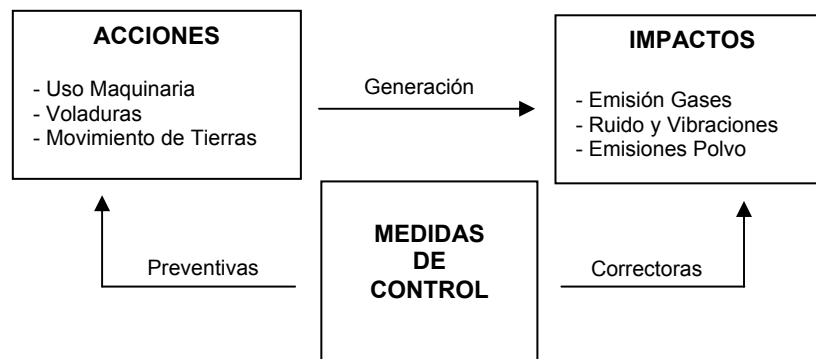


Figura 72. Acciones e impactos sobre la calidad del aire.



Figura 73. Emisiones de gases y polvo procedentes de vehículos y maquinaria.



Figura 74. Emisiones de polvo y ruido en una obra, efectos sobre la vegetación

Estas emisiones no solo afectan a la calidad del aire también producen efectos sobre la vegetación, ecosistemas y molestias a poblaciones.

A continuación se enumeran una serie de medidas que deben ser llevadas a cabo durante la urbanización y construcción de un Área Empresarial con el objetivo de minimizar al máximo la afección de la obra sobre el medio ambiente y la salud de las personas.

---

### **2.3.1 Control de emisiones procedentes de vehículos**

Las emisiones ocasionadas por los motores de la maquinaria que se utilice en la realización de las obras, concretamente las palas cargadoras, los camiones, niveladoras, apisonadoras, etc, deberán ser consideradas, en concreto, en lo referente a los contaminantes CO, CO<sub>2</sub>, NOx, COVs, Benceno y PM-10 y PM-2,5.

Con el objetivo de reducir en lo posible los efectos nocivos de estas emisiones, durante la construcción de un Área Empresarial, se propone llevar a cabo las siguientes medidas:

- ❑ Limitación del funcionamiento de los vehículos y maquinaria manteniendo los motores en marcha únicamente mientras se estén llevando a cabo operaciones.
- ❑ Cumplimiento de la Inspección Técnica de Vehículos.
- ❑ Realizar un Plan de Mantenimiento de Maquinaria y Vehículos.
- ❑ Vigilancia periódica de los reglajes de los motores.

### **2.3.2 Ruido y vibraciones**

Se deberán tener en cuenta los criterios generales para la evaluación acústica y para la determinación de medidas preventivas y correctoras establecidos en los artículos 22 y 23 del Decreto 78/1999, por el que se regula el régimen de protección contra la contaminación acústica en la Comunidad de Madrid.

Las medidas que se proponen para evitar afecciones debidas al ruido y las vibraciones en las zonas de obra son las siguientes:

- ❑ Realizar un buen mantenimiento de los motores, sistemas de transmisión y silenciador de gases de los vehículos y maquinaria existentes en la obra.
- ❑ Engrase apropiado y frecuente de la maquinaria.
- ❑ El empleo de silenciosos adecuados en los tubos de escape y que éstos se encuentren en correcto estado de funcionamiento.
- ❑ Reducción de la velocidad de circulación de los vehículos en las zonas de explotación y pistas de acceso a la planta de tratamiento a menos de 20 Km/h.
- ❑ En su caso, cubrición de toda la maquinaria permanente de la explotación.
- ❑ Localización preferente de las zonas auxiliares de obra (oficinas, vestuarios, comedor etc.)
- ❑ Uso de apantallamientos naturales: tierra y vegetación.
- ❑ Uso de apantallamientos artificiales: absorbentes, reflectantes y/o dispersantes.
- ❑ Control de las voladuras.



Figura 75. Apantallamiento artificial absorbente

### **2.3.3 Emisión de polvo**

Durante la realización de las obras correspondientes, se deberá estudiar la emisión de partículas PM-10 generadas por los movimientos de tierras, etc. Para su evaluación se deberá tener en cuenta los factores meteorológicos, fundamentalmente la dirección, velocidad de los vientos y su distribución.

Con el objetivo de reducir la generación de polvo en suspensión en la atmósfera y deposición de los mismos, con efectos indirectos tanto sobre las personas como sobre la vegetación, se propone llevar a cabo las siguientes medidas:

- ❑ Construcción de accesos y lugares de circulación de maquinaria con firmes estabilizados en los tramos más transitados donde se prevea mayor generación de polvo.
- ❑ Redacción de un programa de riegos acorde con las necesidades de la obra de construcción del Área Empresarial.
- ❑ Limitación de la velocidad de los vehículos y maquinaria en toda la zona de obra.
- ❑ Humidificación y/o cubrimiento de los materiales pulverulentos almacenados
- ❑ El transporte de materiales pulverulentos se realizará en vehículos con la carga cubierta en su totalidad con lonas, poniendo especial atención en los desplazamientos fuera de la obra.
- ❑ Control de las operaciones de carga y descarga de materiales.
- ❑ Control de voladuras.
- ❑ Controlar el llenado de los camiones de transporte para evitar el rebose y caída del material transportado.
- ❑ En su caso, sistemas para la eliminación del barro de las zonas de tránsito y de las ruedas de los vehículos antes de su salida a la carretera.
- ❑ En algunos casos puede ser necesaria la implantación de cortinas cortavientos en las proximidades de la zona de trabajo donde se realice la extensión, carga, acopio y, en su caso, clasificación de tierras.



Figura 76. Riego de caminos y viales

### 2.3.4 Instalaciones auxiliares

En el caso de que sean necesarias las instalaciones auxiliares, como plantas de preparación de hormigón, plantas asfálticas, plantas clasificadoras, etc., deberán cumplir la legislación aplicable en relación con sus emisiones. En cuanto a las emisiones difusas, principalmente de material particulado, se hace necesario disponer de aquellos elementos que las minimizan, tales como cubriciones de tolvas, carenados de cintas transportadoras, etc., así como la implantación de las aspiraciones y filtros, etc que fueran necesarios.

## 2.4 Calidad del suelo

Una gestión de residuos deficiente o un incorrecto uso y mantenimiento de vehículos y maquinaria pueden producir importantes afecciones sobre el suelo. En el siguiente esquema se muestran las acciones e impactos mas significativos:

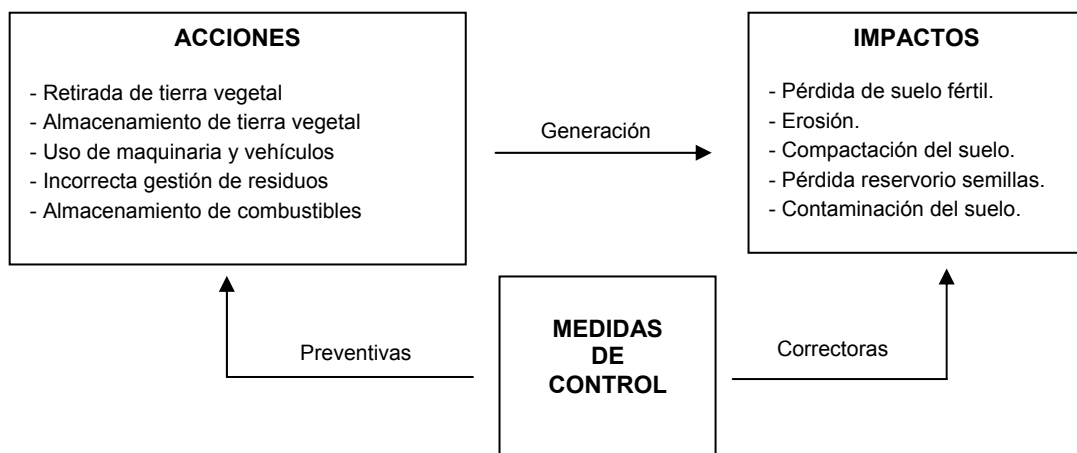


Figura 77. Acciones e impactos que afectan a la calidad del suelo.

---

Las siguientes fotografías muestran ejemplos de malas prácticas realizadas durante la fase de construcción de un Área Empresarial y que generan afecciones sobre el suelo:



Figura 78. Depósito de combustible situado sobre suelo natural.



Figura 79. Derrame de combustible sobre suelo natural

#### ***2.4.1 Control de alteraciones morfológicas y erosión***

Finalizada la construcción, los materiales que quedan en la superficie del terreno se encuentran en una situación de empobrecimiento tal, que hacen prácticamente inviable la regeneración natural y espontánea del suelo y su cubierta vegetal. A fin de afrontar esta situación, se proponen las siguientes actuaciones:

- ❑ Se debe evitar, dentro de lo posible, la apertura de nuevos caminos, tratando de aprovechar los existentes, en cualquier caso seguirán las curvas de nivel, evitando afecciones morfológicas no necesarias.
- ❑ No se construirán terraplenes prominentes, salvo justificación técnica.
- ❑ Las formas acanaladas en los taludes deberán ser niveladas, para evitar procesos erosivos.
- ❑ Las regueras de las aguas de escorrentía deben ser controladas, realizando cunetas de guarda en la cabeza del talud donde se prevea o produzca esta situación.
- ❑ En todas aquellas zonas donde exista posibilidad se deberá revegetar, restaurando además todas las zonas de instalaciones auxiliares de la obra que se eliminen.
- ❑ Se deberán estudiar y establecer nuevas medidas de control de la erosión en taludes si estas premisas no garantizan la protección contra la erosión.

#### ***2.4.2 Movimientos de tierra vegetal***

Los movimientos de tierra vegetal deben efectuarse con cuidado, evitando su deterioro por compactación y de esta manera preservar la estructura del suelo, evitar la muerte de microorganismos aerobios, los riesgos de erosión eólica e hídrica, etc. Para evitar las afecciones citadas, se recomiendan las siguientes medidas:

---

## Retirada

- ❑ La retirada de tierra vegetal debe realizarse antes de que se haya producido la compactación del suelo por el tránsito de maquinaria.
- ❑ La manipulación de la tierra vegetal debe realizarse cuando ésta este seca o cuando el contenido de humedad sea menor del 75%, evitando siempre los días de lluvia, a fin de prevenir su compactación y la formación de barro.
- ❑ Siempre que sea posible las labores de retirada del suelo vegetal se simultanearán con el desbroce de vegetación, de manera que la tierra retirada incorpore los restos de la vegetación existente: herbáceas, semillas y pequeñas leñosas.



Figura 80. Acopio de tierra vegetal

## Almacenamiento

- ❑ El almacenamiento de tierra vegetal se realizará en capas delgadas evitando la formación de grandes montones. Su altura, así como el período de tiempo que pueden permanecer acopiados, dependerán de la textura del terreno.
- ❑ Los materiales deben ser protegidos del viento, de la erosión hídrica y de la compactación.
- ❑ Los acopios deben ser volteados completamente cada mes que transcurra desde su acopio, hasta su colocación definitiva.
- ❑ En caso de prever un almacenamiento prolongado (más de seis meses), se procederá a cubrir los caballones con plantas vivas, preferentemente leguminosas, todo ello si el cordón de tierra vegetal no presenta un grado de cobertura suficiente.

---

### **2.4.3 Control de vertidos accidentales**

#### **Mantenimiento de maquinaria**

- ❑ Deberán existir Planes de Mantenimiento de maquinaria y éstos deberán ser actualizados periódicamente.
- ❑ La maquinaria utilizada debe estar homologada y en perfectas condiciones de funcionamiento.
- ❑ Todas las operaciones de mantenimiento de los equipos y maquinaria deben realizarse en los Parques de Maquinaria asignados. Éstos, deben ser impermeables y estar ubicados fuera de cauces de drenaje natural y en áreas no vulnerables.
- ❑ Se habrá de considerar como accidente o situación de emergencia el vertido de aceite o combustible por avería o accidente de maquinaria.
- ❑ Se deben habilitar zonas específicas para los descansos y aparcamientos de la maquinaria, zonas que tendrán que estar adecuadamente señalizadas y en las que habrá que restituir la condiciones iniciales al final de la obra, tanto los posibles vertidos, como la compactación producida.
- ❑ En caso de que el mantenimiento de maquinaria deba realizarse fuera de las instalaciones habilitadas, ya sea por la imposibilidad de desplazarse (máquinas de cadenas) o a causa de una avería, se tomarán las siguientes medidas:
  - Cubrir la zona con plásticos o bandejas que eviten cualquier tipo de contaminación al suelo.
  - Una vez terminada la reparación o el mantenimiento, el operador se asegurará de dejar la zona de trabajo en perfecto estado.



Figura 81. Zona habilitada para la reparación de maquinaria y vehículos

---

## Residuos

- ❑ Los residuos que se generen serán almacenados en contenedores específicos para cada tipo de residuo (aceites usados, filtros, etc.), que se llevarán al punto limpio de obra, tan pronto como sea posible.

### **2.4.4 Almacenamiento de combustibles**

Si fuera necesario instalar depósitos de combustibles para consumo propio en la obra, éstos deberán cumplir las condiciones expresadas en la normativa existente al respecto, concretamente el *RD 1523/1999, de 1 de octubre, por el que se modifica el Reglamento de Instalaciones Petrolíferas, aprobado por Real Decreto 2085/1994, de 20 de octubre, y las instrucciones técnicas complementarias MI-IP03 “Instalaciones petrolíferas para uso propio”, aprobada por el Real Decreto 1427/1997, de 15 de septiembre, y MI-IP04, “Instalaciones fijas para distribución al por menor de carburantes y combustibles petrolíferos en instalaciones de venta al público” aprobada por el Real Decreto 2201/1995, de 28 de diciembre.*

El *RD 1523/1999, de 1 de octubre* incluye como Anexo II la instrucción técnica MI-IP-04 “*Instalaciones para Suministro a Vehículos*”. Los recipientes de almacenamiento en obra suelen estar normalmente en superficie. A continuación se resumen algunos de los requisitos legales que deben poseer este tipo de almacenamientos:

- ❑ Los tanques se habrán diseñado y construido conforme a las correspondientes normas UNE-EN 976-1, UNE 53 432, UNE 53496, UNE 62 350, UNE 62 351 y UNE 62 352.
- ❑ Éstos podrán ser de chapa de acero, polietileno de alta densidad, plástico reforzado con fibra de vidrio u otros materiales, siempre que se garantice la estanquidad.
- ❑ Los tanques en superficie se instalarán de acuerdo con lo que indiquen los correspondientes informes UNE 53.990, UNE 53.993, UNE 109.500 y UNE 109.501. En caso de ser necesario, dispondrán de protección mecánica contra impactos exteriores. Los tanques de simple pared estarán contenidos en cubetos.
- ❑ Los almacenamientos con capacidad no superior a 1.000 litros de producto de la clase C, no precisarán cubeto, debiendo disponer de una bandeja de recogida con una capacidad de, al menos, el 10 % de la del tanque.
- ❑ Las tuberías para las conducciones de hidrocarburos podrán ser de acero, carbono, cobre, plástico u otro adecuado al producto que se trate, siempre que cumplan las normas aplicables UNE 19 011, UNE 19 040, UNE 19 041, UNE 19 045 y UNE 19 046 y los siguientes requisitos:



- 
- Resistencia química interna y externa a los productos petrolíferos.
  - Permeabilidad nula a los vapores de los productos petrolíferos.
  - Resistencia mecánica adecuada a la presión de prueba.
- Las conducciones tendrán el menor número posible de uniones en su recorrido. Estas podrán realizarse mediante sistemas desmontables y/o fijos.
  - La circulación de vehículos en el interior de las instalaciones de suministro de combustible serán diseñadas, asegurando que las maniobras de aproximación, posicionamiento y salida se realicen sin maniobras especiales y con máxima atención al escape de emergencia del camión cisterna.
  - La carga o llenado de los tanques se realizará por conexiones formadas por dos acoplamientos rápidos abiertos, un macho y otro hembra, para que por medio de éstos se puedan realizar transferencias de los carburantes y combustibles líquidos de forma estanca y segura. El acoplamiento debe garantizar su fijación y no permitir un desacoplamiento fortuito.

Además del cumplimiento de los requisitos legales, se recomiendan las siguiente medidas complementarias:

- El personal que realice las tareas de carga y descarga de combustibles debe tener formación, entrenamiento y capacidad de respuesta ante emergencias por derrames de hidrocarburos.
- Las zonas donde se ubiquen los depósitos deben estar preferentemente hormigonadas y alejadas de cauces.
- Reducir la posibilidad de derrames de combustibles por sobrellenado de tanques.
- En las zonas de carga y descarga de combustible deben existir materiales absorbentes para captar rápidamente pequeños derrames.
- Se deben instalar mangueras con cierre automático, las cuales se mantendrán en posición vertical cuando no se utilicen.



Figura 82. Depósito de combustible dotado de una bandeja de recogida para derrames.



Figura 83. Depósitos de combustibles ubicados en una zona correctamente acondicionada.

### 2.4.5 Retirada de tierras contaminadas

Los suelos contaminados por vertidos accidentales o incontrolados de combustibles o lubricantes serán rápidamente retirados y almacenados sobre los pavimentos impermeabilizados y gestionados por una empresa gestora de residuos debidamente autorizada.

## 2.5 Hidrología superficial y subterránea

Las principales afecciones sobre el sistema hidrológico superficial y subterráneo, producidas durante la fase de construcción de un Área Empresarial, son las siguientes:

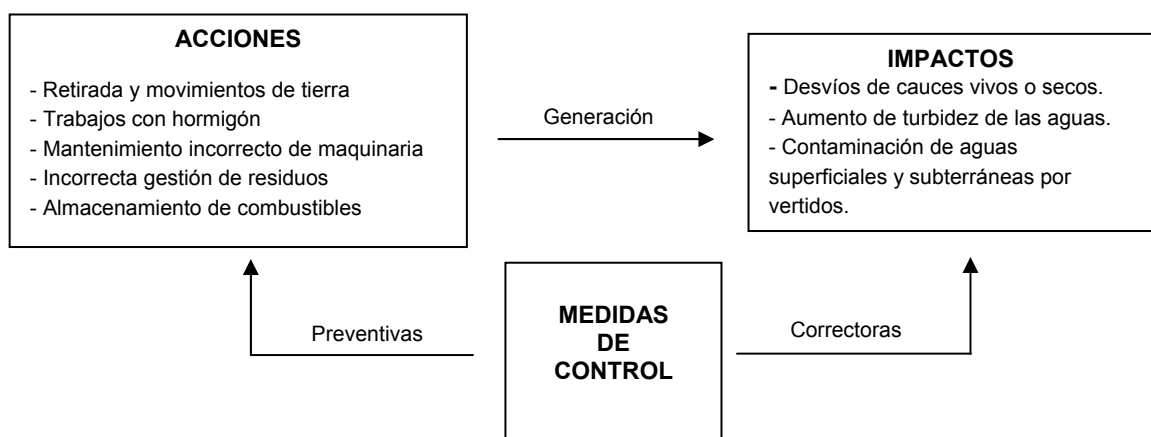




Figura 84. Vehículo hormigonera limpiando su cubo en una balsa sin acondicionar



Figura 85. Recogida de aguas durante excavación

Estos impactos se deben minimizar, mediante el establecimiento de medidas de control operacional sobre las actividades susceptibles de causarlas como son: movimientos de tierras, trabajos de hormigón, parques de maquinaria, etc. En los siguientes apartados se detallan algunas de las medidas de control a llevar a cabo durante la construcción de un Área Empresarial.

### ***2.5.1 Medidas de control generales***

- ❑ Creación de Fichas de Accidentes o Situaciones de Emergencia para todas aquellas situaciones potenciales que, de producirse, ocasionarían efectos sobre el sistema hidrológico.
- ❑ Establecimiento de restricciones de trabajo en época de lluvias, en las zonas de la obra que presenten una marcada afección al sistema hidrológico.
- ❑ Restricción de la captación de aguas durante épocas de sequía.
- ❑ Disponer de medios para la evacuación de aguas hacia su drenaje natural en los casos en los que se produzcan emergencias.
- ❑ Instalar barreras de retención de sedimentos, o cualquier otro dispositivo de función análoga, en las zonas próximas a cauces, que evite el arrastre de sólidos a los arroyos y ríos.
- ❑ Se evitará apilar objetos materiales o elementos que puedan producir anegamientos.
- ❑ Al término de los trabajos se deberán eliminar todos aquellos huecos y depresiones, que queden sobre el terreno que puedan retener o encharcar aguas de escorrentía.

### ***2.5.2 Identificación y permisos de los puntos de vertido***

Durante la obra de urbanización y construcción deben identificarse todos los puntos de vertido de aguas residuales. En los casos en los que los vertidos se produzcan

---

directamente a ríos, lagos o acequias, será necesaria la obtención de la Autorización de Vertido por parte de la Confederación Hidrográfica del Tajo. El contenido de la autorización establecerá:

- ❑ Necesidades de depuración.
- ❑ Elementos, características y periodicidad de control.
- ❑ Límites máximos de los parámetros contaminantes.
- ❑ Canon de vertido.
- ❑ Condiciones en caso de emergencia.
- ❑ Duración de la Autorización.
- ❑ Necesidad de estudios complementarios a la solicitud (Estudios de Impacto Ambiental y Estudios Hidrogeológicos).

En caso de realización de acometidas a la red de saneamiento se contará con la autorización del Canal de Isabel II.

### ***2.5.3 Minimización y control de posibles vertidos accidentales***

Otras medidas para reducir los vertidos a aguas son:

#### **Parques de mantenimiento de maquinaria**

- ❑ Deben ser ubicados fuera de cauces de drenaje natural y zonas de recarga de acuíferos.
- ❑ Construidos sobre plataformas impermeables, nunca sobre suelo natural.
- ❑ Deben contar con balsas de recogida de escorrentías e instalaciones auxiliares acordes con las necesidades de la obra y que garanticen la protección del Sistema Hidrológico.

#### **Áreas Auxiliares**

- ❑ Para la recogida de las aguas residuales procedentes de las áreas auxiliares (oficinas, comedor, vestuarios, servicios, duchas, etc.) se dispondrá de un depósito estanco que se vaciará mediante camión cisterna y se llevará a una estación depuradora de aguas residuales.

#### **Trabajos con Hormigón**

- ❑ Se deben instalar balsas de lavado para cubas de hormigón y deposición de aguas sucias. Éstas deberán presentar las siguientes características:
  - Estancas, construidas sobre solera de hormigón, nunca en contacto directo sobre el suelo natural.

- 
- Construidas de manera que el agua circulará en zig-zag, favoreciendo la sedimentación de las partículas sólidas.
  - La recogida de las aguas de las balsas, se realizará mediante camión cisterna para su posterior gestión.
  - Los sólidos de naturaleza inorgánica e inertes, depositados en el fondo de la balsa, se depositarán periódicamente en la zona de acopio de materiales inertes o se reutilizarán en el proceso de hormigonado.



Figura 86. Balsas acondicionadas para el vertido de aguas sucias.

## 2.6 Vegetación

Los principales impactos que se producen sobre la vegetación con motivo de la construcción de un Área Empresarial se detallan a continuación:

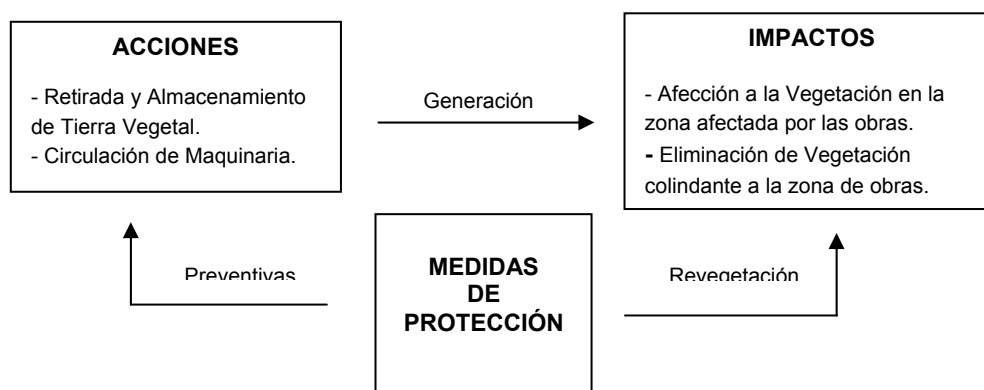


Figura 87. Acciones e impactos que afectan a la vegetación.

### 2.6.1 Medidas de protección

Las medidas a tener en cuenta a la hora de subsanar el impacto en el medio vegetal, son de carácter preventivo y pretenden evitar en lo posible la afección a la vegetación, y en especial a los ejemplares arbóreos.

- ❑ Realizar un correcto jalonamiento de la zona de vegetación.
- ❑ Protección específica de ejemplares arbóreos incluidos en la zona de obras o próximos a ella.
- ❑ Transplante de ejemplares arbóreos singulares.
- ❑ Se evitará en todos los casos la realización de las siguientes acciones:
  - Colocar cuerdas, cables, cadenas, etc. de los árboles sin protección adecuada.
  - Encender fuegos en las proximidades de las zonas de vegetación.
  - Almacenar o verter cualquier tipo de vertido en las zonas con vegetación.
  - Apilar o acopiar cualquier tipo de material en las zonas de vegetación.
  - Estacionar maquinaria en zonas de vegetación.
  - Cortar ramas y seccionar raíces.
  - Dejar raíces sin cubrir en las zanjas o desmontes.
  - Colocar clavos, clavijas, etc. sobre ejemplares arbóreos y arbustivos



Figura 88. Jalonamiento y prohibición de talas.



Figura 89. Protección específica de ejemplares arbóreos

En aquellas zonas que inevitablemente se vean afectadas por las obras, deberán adoptarse medidas correctoras y en caso de que sea necesario se deberán realizar revegetaciones.

Algunas medidas a llevar a cabo son las siguientes:

- ❑ Las ramas de árboles que hayan sido dañadas o arrancadas deben ser podadas a unos 2 cm. del tronco.
- ❑ Eliminación de los restos vegetales para su posterior traslado a vertedero.
- ❑ Los restos vegetales deberán ser correctamente gestionados como residuo vegetal.
- ❑ En zonas de alta sensibilidad e interés se realizarán riegos sobre la parte aérea de las plantas en periodos estivales durante los movimientos de tierra, a fin de reducir la obstrucción de estomas por polvo adherido.

### **2.6.2 Revegetación**

Las medidas de revegetación deben ser aplicadas cuando la protección de la vegetación no sea del todo posible, en cuyo caso se hará necesario la recuperación de la cubierta vegetal autóctona, creando las condiciones óptimas en cuanto a topografía y suelo. Se trata por tanto de posibilitar a corto plazo la implantación de especies herbáceas anuales y vivaces y de especies leñosas y a medio plazo, la instalación de la vegetación autóctona inicial.

En el desarrollo de las tareas de revegetación se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- ❑ Pendiente del terreno.
- ❑ Orientación: solana o umbría.
- ❑ Climatología: temperatura y humedad.
- ❑ Época de plantación.

- Características del suelo:
  - Aireación y textura.
  - Contenido de materias orgánicas.
  - Características químicas.
  - Salinidad y pH.
  
- Periodo crítico de germinación: de 2 a 3 meses después de la germinación.



Figura 90. Revegetación manual de un talud.



Figura 91. Revegetación mediante Hidrosiembra



## 2.7 Fauna

El siguiente esquema muestra las principales acciones e impactos relacionados que pueden afectar a la fauna durante la construcción de un Área Empresarial:

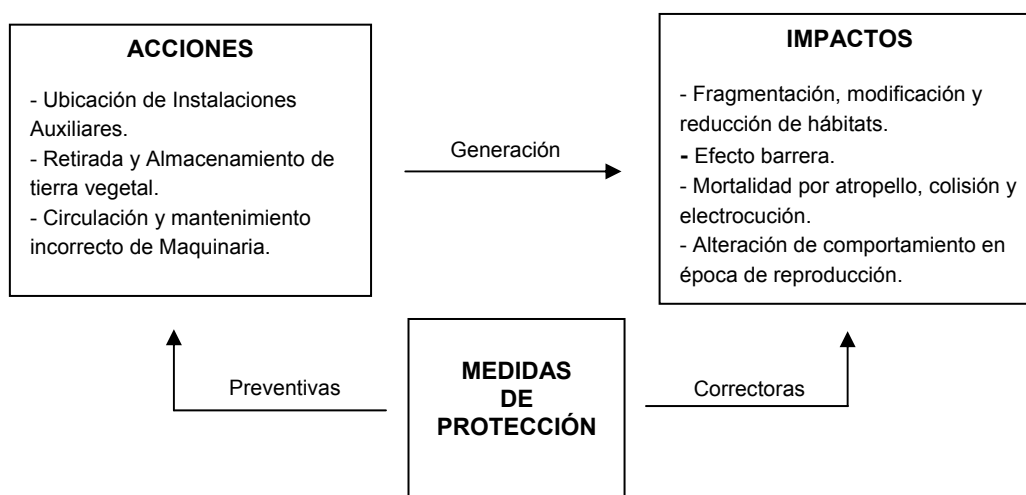


Figura 92. Acciones e impactos que afectan a la fauna.

### 2.7.1 Medidas de protección

- ❑ Respeto riguroso de los periodos de reproducción y cría de especies de elevada vulnerabilidad y estatus de conservación: Parada biológica de las obras.
- ❑ Se prestará especial atención a la zona de nidificación de aves, ajustando el programa de obras de forma que se minimicen los impactos.
- ❑ Las infraestructuras auxiliares se situarán en zonas de escaso valor natural (admisibles o restringidas), evitando su asentamiento en zonas con comunidades vegetales mejor conservadas y en especial en las próximas a cauces.
- ❑ Señalización y jalonamiento. Cerramiento perimetral de la zona de obras. Instalación de dispositivos de escape para la fauna.
- ❑ Construcción de pasos de fauna y obras de drenaje transversal (ODT).
- ❑ Instalación de pantallas anticolidión para aves.



Figura 93. Dispositivo de escape para pequeños mamíferos.

---

### 3 BIBLIOGRAFIA

1. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Dirección General de Medio Ambiente Urbano; 2007. Bases para la gestión de suelos contaminados en Polígonos Industriales.
2. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio; 2007. Estrategia de calidad del aire y cambio climático de la Comunidad de Madrid 2006-2012 Plan Azul.
3. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Comunidad de Madrid. Estrategia de Residuos de la Comunidad de Madrid 2006-2016.
4. Cedex Centro de Estudios y experimentación de Obras Públicas; 2007. Guía Técnica sobre redes de saneamiento y drenaje urbano.
5. Federación de Polígonos Industriales de Asturias. APIA; 2006. Manual de Buenas prácticas en la gestión de Áreas Empresariales.
6. Fundación Gas Natural; Guía de la eficiencia energética para administradores de fincas
7. Fernando Mora Bongera: 2006. Nuevas formas de gestión de las Áreas Empresariales.
8. Fundación Entorno, Novotec, Tecnomia, Premier Consulting; 2002. La gestión sostenible en los Polígonos Industriales. Una aplicación de la ecología industrial.
9. Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía; Sodysa, Novotec; 2000. Establecimiento de criterios ambientales para la ubicación, diseño, construcción y funcionamiento de los Polígonos Industriales.
10. Fundación Centro de Recursos ambientales de Navarra. Fundación Biodiversidad; 2005. Guía de Buenas prácticas ambientales en Polígonos Industriales.
11. Ministerio de Fomento; 1998. Pliego de Prescripciones Técnicas generales para tuberías de saneamiento de poblaciones (1998)
12. Asociación de Empresarios As Gandaras Porriño y Asociación de Empresarios Agrela CYSA 000; 2004. Guía de Buenas Prácticas para los Parque Empresariales de Galicia

- 
13. Institut de Tecnologia de la construcció de Catalunya;2000. Plan de gestión de residuos de las obras de construcción y demolición.
  14. Institut de Tecnologia de la construcció de Catalunya;2006. Guía General de Buenas prácticas ambientales para el jefe de obra.
  15. Navarra de Medio Ambiente Industrial (NAMAINSA). Departamento de Medio Ambiente Ordenación del Territorio y Vivienda del Gobierno de Navarra; 2004. Guía para la gestión de residuos industriales de Navarra.
  16. Dirección General de Industria Energía y Minas Consejería de Economía e Innovación Tecnológica de la Comunidad de Madrid; 2006. Guía de gestión Energética en el Alumbrado Público.
  17. Dirección General de Industria Energía y Minas Consejería de Economía e Innovación Tecnológica de la Comunidad de Madrid. Madrid Solar; 2006. Guía de la Energía Solar.
  18. Dirección General de Industria Energía y Minas Consejería de Economía e Innovación Tecnológica de la Comunidad de Madrid. Cámara de Comercio e Industria de Madrid; 2006. Energía Solar térmica en la Comunidad de Madrid
  19. IHOBE Sociedad Pública de Gestión Ambiental. Cadem Grupo EVE (Ente Vasco de la Energía);2001. Guía de eficiencia Energética Ambiental para la empresa.
  20. IHOBE. Sociedad Pública de Gestión Ambiental; 2005. Manual para la redacción del Planeamiento Urbanístico con criterios de sostenibilidad.
  21. AVEN Agencia Valenciana de la Energía; 2003. Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en los Municipios de la Comunidad Valenciana.
  22. AVEN Agencia Valenciana de la Energía; 2005. Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Locales Comerciales de la Comunidad Valenciana.
  23. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía IDAE. Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España. 2004-2012.
  24. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía IDAE; 2000. Guía del planeamiento urbanístico energéticamente eficiente.
  25. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía IDAE; 2006. Guía Práctica para la elaboración e implantación de planes de transporte al centro de trabajo.

- 
26. Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS); 2005. Pautas para una movilidad sostenible a los polígonos industriales y empresariales.
  27. Círculo de Innovación en Tecnologías Medioambientales y Energía (CITME). Universidad de Alcalá, Universidad Rey Juan Carlos y CIEMAT; 2005. Informe de Vigilancia Tecnológica. Tratamientos Avanzados de aguas residuales industriales.
  28. Ayuntamiento de Sevilla. 2006. Plan General de Ordenación Urbanística de Sevilla.