

# Guía de Ahorro Energético



## En Garajes y Aparcamientos

Madrid Vive Ahorrando Energía



# Guía de Ahorro Energético en Garajes y Aparcamientos



Madrid **Ahorra** con Energía

**Madrid, 2007**

Esta Guía es descargable en formato pdf desde la sección de publicaciones de las páginas web:

[mcmadrid.org](http://mcmadrid.org)

(Consejería de Economía e Innovación Tecnológica, organización Dirección General de Industria, Energía y Minas)

[enercom.com](http://enercom.com)

Si desea recibir más ejemplares de esta publicación en formato papel puede contactar con:

**Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid**

[dgtecnico@cmadrid.org](mailto:dgtecnico@cmadrid.org)

**Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid**

[fundacionenercom.com](http://fundacionenercom.com)

# Presentación

El crecimiento de las ciudades y, en paralelo, el aumento de vehículos utilitarios que circulan por nuestras calles hacen que el número de garajes y aparcamientos que se requieren sea, también, cada vez mayor.

Estos espacios de estacionamiento de vehículos, que en la mayoría de los casos se encuentran confinados en edificios, a ras del suelo, y sobre todo bajo la superficie, demandan para su funcionamiento energía, pues es necesario iluminarlos, ventilarlos, etc., y están dotados de diferentes instalaciones, de lavado, de elevación, de seguridad, etc., también accionados con energía eléctrica.

Los criterios de sostenibilidad que, hoy en día, ya impregnan cualquier actuación de una sociedad avanzada hacen que estén adoptando nuevos métodos de diseño para el mejor aprovechamiento del espacio de los garajes y aparcamientos, pero también todo un conjunto de medidas dirigidas a un uso más racional de la energía, evitando el derroche y, al mismo tiempo, utilizando equipos más eficientes.

Esta nueva estrategia redundará de una manera directa y de forma positiva en la economía de nuestras instalaciones, así como en la protección del medio ambiente, evitándose en parte los impuestos derivados del consumo de energía.

Con esta Guía de Ahorro Energético en Garajes y Aparcamientos se pretende dar a conocer diversas posibilidades de mejora, describiéndose algunas de las más relevantes en estos momentos.

**Carlos López Jimeno**

Director General de Industria, Energía y Minas

# Prólogo

Los garajes y aparcamientos, tanto públicos como privados, constituyen instalaciones imprescindibles en cualquier casco urbano, máxime con el crecimiento tan espectacular que ha tenido en las últimas décadas el parque automovilístico.

Tanto si están contruidos sobre la superficie, pero con mayor motivo los situados bajo rasante, demandan energía eléctrica en cantidades apreciables. Ésta se requiere para la iluminación, así como para otro tipo de instalaciones, como son la extracción de gases o ventilación, ascensores, túneles de lavado, etc. También el consumo de agua en estos últimos equipamientos debe y puede optimizarse mediante el reciclado o tratamiento del agua consumida.

Desde nuestra Asociación permanecemos atentos a las innovaciones que se han venido produciendo en equipos e instalaciones, con el fin de dar el servicio más adecuado a nuestros clientes y, al mismo tiempo, hacer más competitivas a nuestras empresas.

Saludamos las iniciativas de la Comunidad de Madrid, a través de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, y la publicación de esta Guía, que permite la divulgación de los nuevos desarrollos tecnológicos en nuestro sector, así como las posibilidades de adopción de medidas de ahorro y eficiencia energética.

Este instrumento se convertirá a buen seguro, en una herramienta eficaz de puesta al día de nuestras instalaciones y marcará el camino a recorrer en un futuro.

**Miguel Cantos Hernández**

Presidente de la Asociación de Empresarios  
de Garajes de Madrid (AMEGA)

# Autores

- Capítulo 1. **Medidas para la eficiencia energética en garajes y aparcamientos**  
Endesa. Dirección Empresas. Marketing Empresas.  
[www.endesa.es](http://www.endesa.es)
- Capítulo 2. **Ahorro de energía eléctrica en el alumbrado**  
Philips División Comercial Alumbrado  
[www.philips.es](http://www.philips.es) / [www.alumbradoymedioambiente.es](http://www.alumbradoymedioambiente.es)
- Capítulo 3. **Sistemas de lavado y ahorro de agua y energía**  
D. Luis Ruiz Moya  
Tecnología Energética Hostelera y Sistemas de Ahorro, S.L (Tehsa)  
[www.ahorraragua.com](http://www.ahorraragua.com)
- Capítulo 4. **Ventilación de garajes y aparcamientos**  
Olga Guillamón  
Euroestudios  
[www.euroestudios.es](http://www.euroestudios.es)
- Capítulo 5. **Energía solar fotovoltaica**  
D. Luis Gordo  
Acciona Solar  
[www.acciona-energia.com](http://www.acciona-energia.com) / [www.aesol.es](http://www.aesol.es)
- Capítulo 6. **Aparcamientos robotizados y semiautomáticos. Una estrategia hacia la sostenibilidad y eficiencia energética**  
D. Luis de Pereda  
Director de Proyectos  
Integral Park Systems. IPS. Aparcamientos semiautomáticos y robotizados.  
[www.integralparksystems.com](http://www.integralparksystems.com)
- Capítulo 7. **Sistemas de prevención y protección de incendios en aparcamientos**  
Juan Pedro Luna González  
Jefe de Área de Minas e Instalaciones de Seguridad  
Dirección General de Industria, Energía y Minas  
Comunidad de Madrid  
[www.madrid.org](http://www.madrid.org)
- Capítulo 8. **Instalaciones eléctricas en los garajes y aparcamientos. Particularidades**  
José Manuel del Castillo Vicente  
ATISAE (Asistencia Técnica Industrial, S.A.E.)  
Responsable Dpto. Eléctrico Madrid  
[www.atisae.com](http://www.atisae.com)
- Capítulo 9. **Definición de un sistema de control y gestión eficiente de un parking**  
D. David Calero Monteagudo  
SICE (Sociedad Ibérica de Construcciones Eléctricas S.A.)  
[www.sice.es](http://www.sice.es)

# Índice

Capítulo 1. Medidas para la eficiencia energética en garajes y aparcamientos	17
1.1. Introducción	17
1.2. Optimización Tarifaria	18
1.2.1. Mercado Liberalizado: Gas y Electricidad	19
1.3. Optimización de instalaciones	20
1.3.1. Estudio del consumo	20
1.3.1.1. Consumo de energía en garajes y aparcamientos	20
1.3.1.2. Distribución del consumo energético	21
1.3.2. Parámetros de eficiencia energética	22
1.3.3. Estrategias y medidas de ahorro energético en los garajes y aparcamientos	23
1.3.3.1. Iluminación, regulación, ahorro de agua	24
1.3.4. Gestión y mantenimiento energéticos	32
1.3.4.1. Mantenimiento	32
1.3.4.2. Sistemas de Gestión	32
1.3.5. Eficiencia energética de edificios. Análisis de la Directiva 2002/91/CE	33
1.3.5.1. Certificado de eficiencia energética	35
1.4. Conclusiones	36
Capítulo 2. Ahorro de energía eléctrica en el alumbrado	39
2.1. Introducción	39
2.1.1. Antecedentes	39
2.1.2. Alumbrado en garajes y aparcamientos	40
2.1.3. Tendencias en el alumbrado en garajes y aparcamientos	42
2.2. Directivas, Códigos, Leyes y Reglamentos sobre la Eficiencia Energética	43
2.2.1. Código Técnico de la Edificación (CTE)	43
2.2.2. Norma UNE 12464-1 relativa a "Iluminación de los lugares de trabajo en interior"	51
2.2.3. Real Decreto 208/2005, relativo a la Directiva RAEE sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos	53
2.2.4. RoHS. DIRECTIVA sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos	54
2.2.5. Real Decreto 838/2002. Requisitos de eficiencia energética de los balastos para lámparas fluorescentes	55

2.2.6. Norma Europea EN 12464-2. Requisitos generales para el alumbrado de áreas	59
2.3. Cómo se puede ahorrar energía en instalaciones de alumbrado	59
2.3.1. Fase de Proyecto	62
2.3.1.1. La predeterminación de los niveles de iluminación	63
2.3.1.2. Elección de los componentes de la instalación	64
2.3.1.3. Elección de sistemas de control y regulación	70
2.3.1.4. Factores a tener en cuenta en las instalaciones de exterior	72
2.3.2. Ejecución y explotación	74
2.3.2.1. Suministro de energía eléctrica	75
2.3.2.2. Cumplimiento de los niveles proyectados	75
2.3.2.3. Respeto de las soluciones y sistemas proyectados	75
2.3.2.4. Establecimiento de los encendidos y apagados	76
2.3.2.5. Regulación de los niveles de luz artificial	76
2.3.3. Mantenimiento	76
2.3.3.1. Previsión de operaciones programadas	77
2.3.3.2. Respecto a la frecuencia de reemplazo de los componentes	78
2.3.3.3. Reemplazo llevado a cabo con componentes correctos	78
2.3.3.4. Recogida, transporte y reciclaje de los elementos sustituidos	79
2.3.4. Consejos a la hora de elegir las lámparas. Coste Total de Propiedad (CTP)	79
2.3.4.1. Garajes subterráneos o aparcamientos multinivel	81
2.3.4.2. Aparcamientos en el exterior	86
Capítulo 3. Sistemas de lavado y ahorro de agua y energía	89
3.1. ¿Por qué ahorrar agua?	89
3.1.1. Objetivos de un plan de reducción del consumo de Agua	93
3.1.2. Situación del sector en temas hídricos	95
3.2. ¿Cómo ahorrar agua y energía?	96
3.2.1. Acciones y consideraciones para ahorrar agua y energía	98
3.2.2. Acciones para minimizar los consumos de agua, por reutilización en puentes, trenes y centros de lavado	102
3.2.2.1. ¿Por qué instalar un reciclador de agua?	104
3.3. Tecnologías y posibilidades técnicas para reciclar agua	107
3.3.1. Recicladores de agua en procesos de lavado	107
3.3.2. Reciclador físico de agua	109
3.3.3. Reciclador biológico de agua	112
3.3.4. Infraestructura de pre-tratamiento	115



3.3.5. Depuración físico-química	117
3.3.6. Ejemplo de amortización	119
3.4. Tecnologías de ahorro de agua y energía en ACS y AFCH	119
3.4.1. Clasificación de equipos	120
3.4.2. Grifos monomando tradicionales	121
3.4.3. Grifos de volante tradicionales	124
3.4.4. Grifos termostáticos	125
3.4.5. Grifos electrónicos de activación por infrarrojos	126
3.4.6. Grifos de fregaderos	127
3.4.7. Grifos temporizados	128
3.4.8. Fluxores para inodoros y vertederos	130
3.4.9. Regaderas, alcachofas y cabezales de duchas	131
3.4.10. Inodoros (WC)	133
3.4.11. Nuevas técnicas sin agua	138
3.4.12. Tecnología para las redes de distribución	139
3.5. Consejos generales para economizar agua y energía	143
Capítulo 4. Ventilación de garajes y aparcamientos	149
4.1. Objeto	149
4.2. ¿Por qué hay que ventilar los aparcamientos?	149
4.3. ¿Qué parámetro indica la calidad del aire?	150
4.4. ¿Cuánto ventilar?	152
4.5. Agentes implicados en la ventilación de un aparcamiento	152
4.6. ¿Cómo ventilar?	153
4.7. Recomendaciones generales	157
4.8. Conclusiones	158
Capítulo 5. Energía solar fotovoltaica	161
5.1. Introducción	161
5.2. La energía solar fotovoltaica	162
5.2.1. Características y conceptos básicos de la energía solar fotovoltaica	162
5.2.2. Usos de la energía solar fotovoltaica	164
5.2.3. Aplicaciones de la energía solar fotovoltaica conectada a red	168
5.2.3.1. Sobre tejados y cubiertas existentes	168
5.2.3.2. Sobre el terreno	171
5.2.3.3. Integración en edificios	172
5.2.4. Mantenimiento de las instalaciones fotovoltaicas	175
5.2.5. Garantía de los equipos	175

5.3. Desarrollo de la energía solar fotovoltaica	175
5.4. Legislación y Normativa	179
5.5. Análisis de rentabilidad	182
Capítulo 6. Aparcamientos robotizados y semiautomáticos. Una estrategia hacia la sostenibilidad y eficiencia energética	187
6.1. Introducción	187
6.2. Tipos de sistemas de aparcamiento mecánico	189
6.2.1. Sistemas semiautomáticos para la compactación horizontal del espacio de aparcamiento	190
6.2.1.1. Plataformas deslizantes con movimiento lateral	190
6.2.1.2. Plataformas deslizantes con movimiento longitudinal	190
6.2.1.3. Dispositivos de ayuda al aparcamiento	191
6.2.1.4. Plataformas giratorias	192
6.2.2. Sistemas semiautomáticos para la compactación vertical y horizontal del espacio de aparcamiento	192
6.2.2.1. Sistemas Parklift	193
6.2.2.2. Sistemas Combilift	193
6.2.3. Sistemas robotizados para la compactación del volumen de aparcamiento	194
6.2.3.1. Sistemas Levelparker	195
6.2.3.2. Sistemas Parksafe	196
6.2.3.3. Sistemas Multiparker	197
6.3. Aplicación de los sistemas de aparcamiento mecánico	197
6.3.1. Optimización de aparcamientos. Actuaciones para mejorar el aprovechamiento del espacio en aparcamientos existentes	205
6.3.2. Rehabilitación. Creación de espacio de aparcamiento en procesos de recuperación de edificación existente	206
6.3.2.1. Aparcamientos en y bajo la edificación	207
6.3.2.2. Aparcamientos bajo espacios libres, patios y jardines	208
6.3.3. Obra nueva	209
6.3.3.1. Creación de espacio de aparcamiento en nueva edificación	210
6.3.3.2. Creación de aparcamientos en espacios libres de edificación privados o públicos	210
6.4. Factores de optimización del aprovechamiento energético y de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero mediante la utilización de sistemas mecánicos de aparcamiento	214
6.4.1. Escala urbana	214
6.4.1.1. Revitalización de las zonas consolidadas de la ciudad. La dotación de aparcamiento y la regeneración del espacio público	214
6.4.1.2. Uso del suelo	215
6.4.1.3. Densidad	216

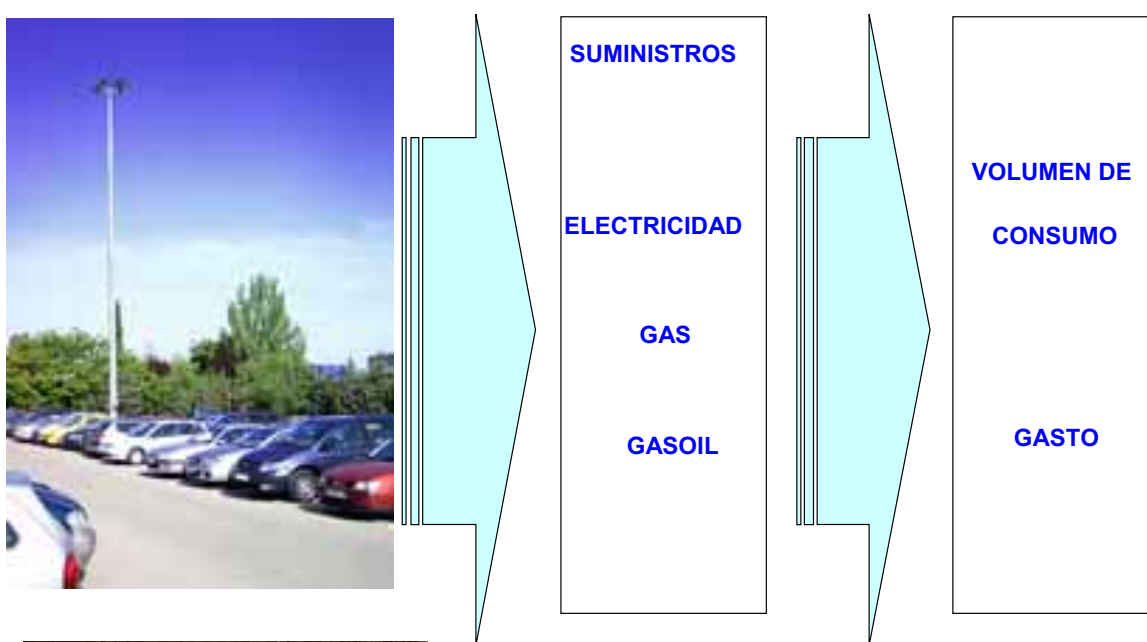
6.4.1.4. Transporte	217
6.4.1.5. Residuos	219
6.4.1.6. Energía	219
6.4.2. Construcción	221
6.4.2.1. Rehabilitación. Dotación de aparcamiento en la edificación existente y recuperación del parque construido	221
6.4.2.2. Nueva construcción. La compactación del espacio de aparcamiento	222
6.4.2.3. Reducción del consumo energético y los efectos medioambientales correspondiente a los materiales de construcción	223
6.4.2.4. Reducción de desechos y residuos	227
6.4.2.5. Ahorro en los recursos consumidos y reducción de emisiones por el transporte	227
6.4.2.6. Ahorro en consumo de electricidad y combustibles	229
6.4.3. Ciclo de vida. Operación, renovación y mantenimiento	230
6.4.3.1. Operación	230
6.4.3.1.1. Reducción del consumo energético	230
6.4.3.1.2. Ahorro en consumo energético y reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (CO, HC, NOx) en los procesos de aparcamiento de los vehículos	233
6.4.3.2. Renovación de los aparcamientos	237
6.4.3.3. Mantenimiento de los aparcamientos	238
6.5. Conclusiones	239
Capítulo 7. Sistemas de prevención y protección de incendios en aparcamientos	243
7.1. Introducción	243
7.2. Antecedentes	244
7.3. Requisitos específicos del CTE en garajes	248
7.4. El Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios	255
7.5. El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión	258
7.6. Procedimiento de legalización de una instalación de incendios de un aparcamiento	259
Capítulo 8. Instalaciones eléctricas en los garajes y aparcamientos. Particularidades	263
8.1. Introducción	263
8.2. Normativa	264
8.3. Garajes, Aparcamientos y Estacionamientos	265
8.4. Instalación eléctrica en garajes, aparcamientos y estacionamientos	267
8.5. Legalización	276

8.6. Mantenimiento	280
8.7. Inspecciones iniciales y periódicas	283
8.8. Instalaciones eléctricas de alta tensión (centros de transformación)	285
Capítulo 9. Definición de un sistema de control y gestión eficiente de un parking	287
9.1. Introducción	287
9.2. Esquema Funcional del Sistema de Gestión	288
9.3. Descripción del Sistema	290
9.3.1. Sistema de Control de Accesos y Cobro	290
9.3.2. Sistema de Lectura de Matrículas	292
9.3.3. Sistema de CCTV	294
9.3.4. Sistema de Interfonía	295
9.3.5. Sistema de Guiado de Plaza Libre	296
9.3.5.1. Descripción funcional	296
9.3.5.2. Elementos del sistema	299

# Medidas para la eficiencia energética en garajes y aparcamientos

## 1.1. Introducción

Para una correcta gestión energética de Garajes y Aparcamientos, es necesario conocer los aspectos que determinan cuáles son los elementos más importantes a la hora de lograr la optimización energética, conocimiento que nos permita un mejor aprovechamiento de nuestros recursos y un ahorro tanto en el consumo como en el dimensionamiento de las instalaciones.



La aplicación que más consumo de energía concentra en Garajes y Aparcamientos es la electricidad: destinada a iluminación (principal y de emergencia), extracción de humos, alimentación del sistema de detección de incendios, accesos automáticos, etc.

El consumo de energía como una variable más dentro de la **gestión** de un negocio, adquiere relevancia cuando de esa gestión se pueden obtener ventajas que se traducen directamente en ahorros reflejados en la cuenta de resultados.

Se han de contemplar dos aspectos fundamentales que permiten optimizar el coste de la energía y, por lo tanto, maximizar el beneficio.

#### □ OPTIMIZACIÓN DE TARIFA

##### REVISIÓN DE LOS CONTRATOS DE ENERGÍA.

- ELECTRICIDAD

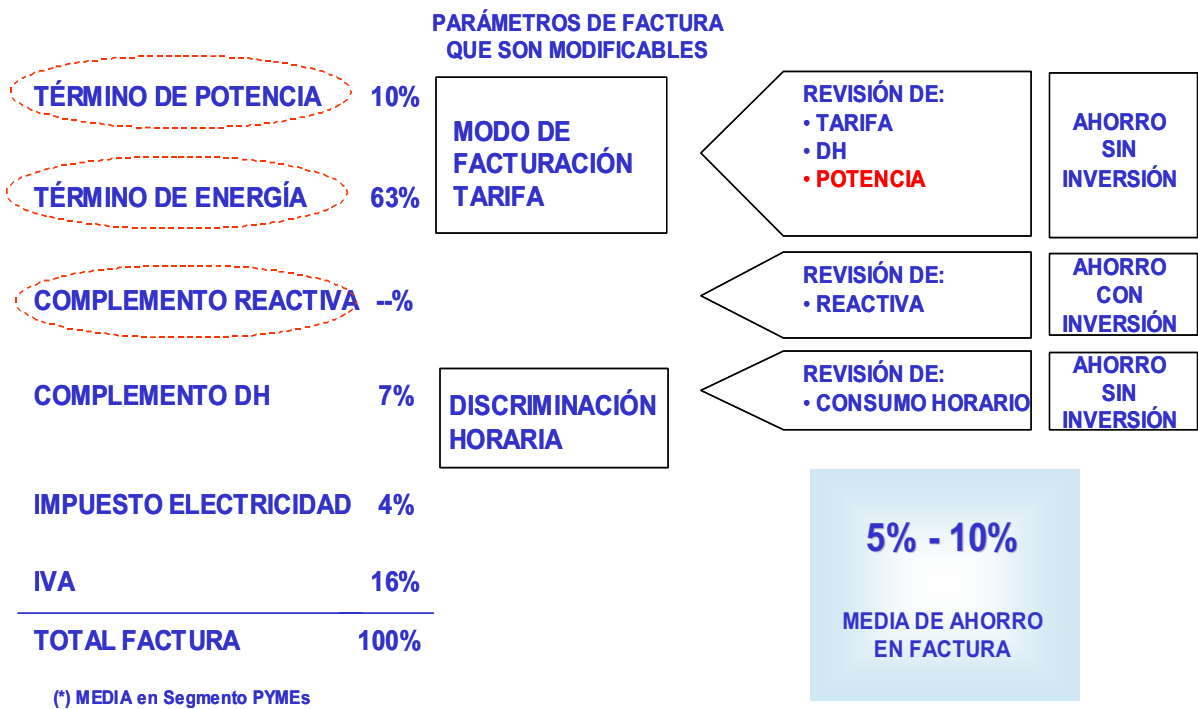
#### □ OPTIMIZACIÓN DE INSTALACIONES

##### ANÁLISIS DE LAS INSTALACIONES.

- DETECCIÓN DE PUNTOS DE MEJORA
- ESTABLECIMIENTO DE PLANES DE MEJORA
- VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA MEJORA

## 1.2. Optimización Tarifaria

Para conseguir una adecuada optimización de las tarifas en la factura eléctrica, se han de identificar los conceptos en los cuales se pueden obtener mayores ahorros, en el caso de la energía eléctrica:



## 1.2.1. Mercado Liberalizado: Gas y Electricidad

Aspectos más relevantes de la contratación en el Mercado liberalizado:

- ❁ **PRECIO:** el precio no está fijado por la administración y la oferta varía en cada comercializadora.
- ❁ **ELECCIÓN:** la elección de la comercializadora debe basarse en el Catálogo de Servicios adicionales, además del Precio.
- ❁ **¿CÓMO CONTRATO?:** la comercializadora elegida gestiona el alta del nuevo contrato.

En todo caso se ha de tener en cuenta:

- ❁ Con el cambio de comercializadora **NO** se realiza ningún corte en el suministro.
- ❁ Los contratos suelen ser anuales.

- ✿ Se puede volver a Mercado Regulado.
- ✿ La comercializadora gestiona las incidencias de suministro, aunque es la distribuidora la responsable de las mismas.

## 1.3. Optimización de instalaciones

### 1.3.1. Estudio del consumo

El coste derivado del consumo de energía es susceptible de ser minorado a través de la optimización de las instalaciones y mecanismos con los que contamos en nuestros garajes y aparcamientos.

Para ello, es necesario conocer el consumo y cuáles son las características de las instalaciones.

Se pretende establecer la estructura de consumo energético del Sector, analizando las fuentes de energía utilizadas, y los usos finales a los que se destina.

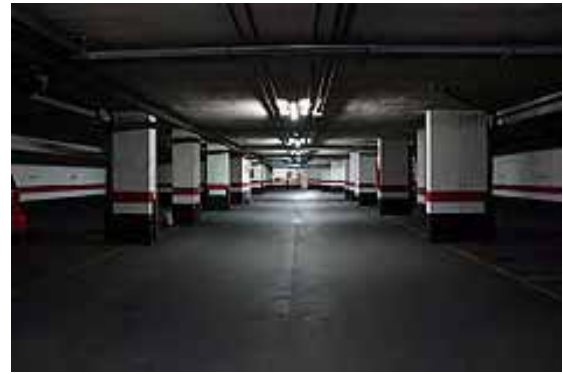
#### 1.3.1.1. Consumo de energía en garajes y aparcamientos

En este apartado, vamos a utilizar los datos derivados de distintos trabajos realizados y los datos de consumo extraídos de la bibliografía disponible.

La distribución del consumo energético de energía eléctrica demandada por una instalación del Sector, depende de varios factores: del uso del aparcamiento, su situación (exterior, interior), altura (planta baja, sótano primero, ...), tamaño, etc.

No obstante, el nivel de potencia eléctrica contratada para los diferentes sistemas independientes de seguridad así como la de los motores de puertas mecánicas, son los sistemas que proporcionan más gasto.

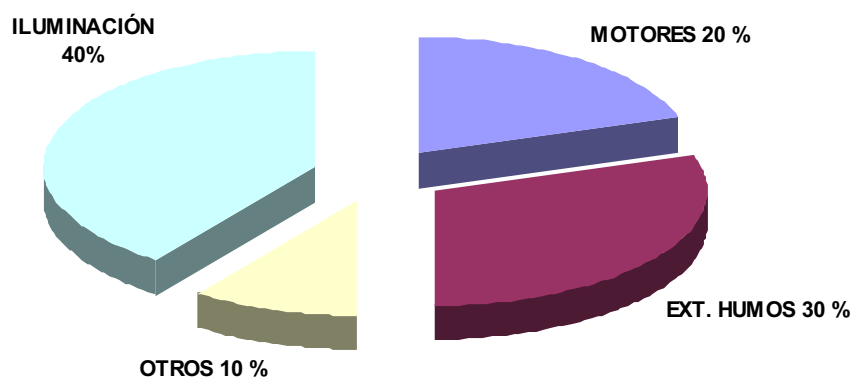




### 1.3.1.2. Distribución del consumo energético

En general, en los garajes y aparcamientos se consume energía eléctrica para el abastecimiento de los sistemas de iluminación, extracción de humos, elevación, detección de incendios e incluso, para equipos de bombeo en el abastecimiento de las BIE's (bocas de incendio equipadas) cuando fuera necesario.

A la hora de realizar la distribución del consumo energético en el Sector se observa que es fácil hacer una distribución estándar del consumo de energía, ya que no existe gran variedad en los porcentajes de consumo.



Como podemos observar son, sin duda, las partidas destinadas a iluminación, extracción de humos y accesos motorizados, las principales consumidoras de energía de un garaje o aparcamiento. Por lo tanto, los esfuerzos de los titulares, a la

hora de realizar inversiones en ahorro energético, han de ir dirigidos a la reducción de dicho consumo, bien mediante la utilización de tecnologías más eficientes bien mediante la elección de la tarifa más adecuada.

### 1.3.2. Parámetros de eficiencia energética

El consumo energético de un garaje supone uno de sus gastos principales. Las instalaciones de protección y la constante iluminación son piezas fundamentales en la rentabilidad del mismo.

Por otra parte, no siempre un mayor consumo energético equivale a un mejor servicio. Se conseguirá un grado de eficiencia óptima cuando el consumo y el confort estén en la proporción adecuada.



Desde este punto de vista, mediante una pequeña contabilidad energética a partir de los consumos anuales de energía eléctrica y agua, se pueden obtener los ratios de consumo energético del local.

A partir de estos ratios, los profesionales del Sector pueden clasificar su local desde el punto de vista de la eficiencia energética, y tomar las medidas necesarias para reducir el consumo y coste de la energía.



### 1.3.3. Estrategias y medidas de ahorro energético en los garajes y aparcamientos

Para reducir el coste de los consumos de energía podemos:

- Optimizar el contrato.
- Optimizar las instalaciones.



A continuación se presentan algunas posibilidades de optimización de las instalaciones.

**TABLA 1.** Mejoras potenciales y estimación del ahorro en sistemas de equipamiento.

SISTEMA EQUIPO	MEJORAS POSIBLES	¿CÓMO?	CONSECUENCIA	AHORRO ESTIMADO (%)
<b>Motores eléctricos</b>	Disminución de la potencia de arranque (Mediante curva de arranque controlado por rampa).	Funcionamiento mediante variador de frecuencia.	Optimización de la potencia de contrato, reduciendo el coste de la factura.	15
Bombas circulación fluidos (general)	Optimización del consumo eléctrico, según la presión del agua.	Funcionamiento mediante variador de frecuencia.	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste en la factura eléctrica.	15
<b>Iluminación:</b> Zonas auxiliares	Pasillos, lavabos, sótanos etc. Reducción del tiempo de uso.	Incorporando temporizadores/detectores de presencia.	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste en la factura.	60
Lámparas dicróicas	Reducción del consumo eléctrico (reducción de la potencia).	Cambio por lámparas dicróicas IRC de menor potencia.	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste en la factura eléctrica.	80
Iluminación exterior	Optimización del consumo.	Lámparas compactas de bajo consumo. Cambio de lámparas de vapor de sodio de alta presión.	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste en la factura eléctrica.	40
Iluminación interior (fluorescentes)	Disminución del consumo y de la potencia de encendido.	Cambio de las reactancias convencionales por balastos electrónicos de alta frecuencia.	Disminución del consumo eléctrico, y de la potencia. Reducción del coste en la factura eléctrica.	20
Iluminación interior (incandescencia)	Disminución del consumo y de la potencia de encendido.	Cambio a lámparas de bajo consumo.	Disminución del consumo eléctrico y de la potencia. Reducción del coste en la factura eléctrica.	85
<b>Agua:</b> aseos	Reducción consumo de agua.	Instalación de limitador de caudal.	Reducción del consumo eléctrico o gas. Reducción del coste en la factura eléctrica o gas.	20
	Reducción del consumo de ACS, mediante desplazamiento del grifo monomando.	Sustitución de los grifos convencionales por grifos monomando especiales.		15

### 1.3.3.1. Iluminación, regulación, ahorro de agua

La iluminación es un apartado que representa un elevado consumo eléctrico dentro del Sector, dependiendo este porcentaje de su tamaño y de las instalaciones complementarias. Este consumo puede oscilar en torno a un 40 %.

Es por ello, que cualquier medida de ahorro energético en iluminación tendrá una repercusión importante en los costes.

Se estima que podrían lograrse reducciones de entre el 20 % y el 85 % en el consumo eléctrico de alumbrado, merced a la utilización de componentes más eficaces, al empleo de sistemas de control y a la integración de la luz natural.



Los elementos 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 modifiquen 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 esencialmente su eficiencia energética.

Existe un amplio rango de medidas para reducir el consumo energético en una instalación de alumbrado; destacamos las siguientes:

- ❁ **Lámparas fluorescentes con balastos electrónicos**

Las lámparas fluorescentes son generalmente las más utilizadas para las zonas donde se necesita una luz de buena calidad y pocos encendidos. Este tipo de lámpara precisa de un elemento auxiliar que regule la intensidad de paso de la corriente, que es la reactancia o balasto.

Los balastos electrónicos no tienen pérdidas debidas a la inducción y al núcleo, por lo que su consumo energético es notablemente inferior.



En la Tabla 2 se muestra como varía el consumo energético en un tubo fluorescente de 58 W, al sustituir el balasto convencional por un balasto de alta frecuencia.

**TABLA 2**

COMPARACIÓN ENTRE BALASTO CONVENCIONAL Y BALASTO ELECTRÓNICO			
Luminaria con tubos fluorescentes 2x58W con balasto <b>convencional</b>		Luminaria con tubos fluorescentes 2x58W con balasto <b>electrónico</b>	
POTENCIA ABSORBIDA		POTENCIA ABSORBIDA	
Lámparas (2 x 58 W)	116 W	Lámparas (2 x 51 W)	102 W
Balasto Convencional	30 W	Balasto electrónico	11 W
TOTAL	146 W	TOTAL	113 W
DISMINUCIÓN CONSUMO ENERGÉTICO		22,60 %	

La tecnología de los balastos energéticos de alta frecuencia permite además la regulación de la intensidad de la lámpara, lo cual a su vez nos sirve para adaptar el nivel de iluminación a las necesidades y consumos con aporte de iluminación exterior.

## BALASTOS ELECTRÓNICOS

- Mejoran la eficiencia de la lámpara y del sistema.
- Mejoran el confort y reducción de la fatiga visual al evitar el efecto estroboscópico.
- Optimizan el factor de potencia.
- Proporcionan un arranque instantáneo.
- Incrementan la vida de la lámpara.
- Permiten una buena regulación del flujo luminoso de la lámpara.
- No producen zumbido ni otros ruidos.

El inconveniente de la aplicación del balasto electrónico está en su inversión, que es mayor que la de uno convencional, lo que hace que se recomiende la sustitución en aquellas luminarias que tengan un elevado número de horas de funcionamiento.

En el caso de instalación nueva es recomendable a la hora de diseñar el alumbrado, tener en cuenta la posibilidad de colocar luminarias con balasto electrónico, ya que en este caso el coste de los equipos no es mucho mayor y se amortiza con el ahorro que produce.

### Lámparas de descarga

Las lámparas de descarga de alta presión son hasta un 35 % más eficientes que los tubos fluorescentes con 38 mm de diámetro, aunque presentan el inconveniente de que su rendimiento de color no es tan bueno.

Es por ello que su aplicación resulta interesante en los lugares donde no se requiere un elevado rendimiento de color.

### Lámparas fluorescentes compactas

Las lámparas fluorescentes compactas resultan muy adecuadas en sustitución de las lámparas de incandescencia tradicionales, pues presentan

una reducción del consumo energético del orden del 80 %, así como un aumento en la duración de la lámpara de entre 8 y 10 veces respecto a las lámparas de incandescencia.

**TABLA 3.** Equivalencia entre fluorescentes compactas e incandescentes.

EQUIVALENCIAS ENTRE FLUORESCENTES COMPACTAS E INCANDESCENTES		
Lámpara Fluorescente Compacta	Lámpara Incandescencia	Ahorro Energético %
3 W	15 W	80
5 W	25 W	80
7 W	40 W	82
11 W	60 W	82
15 W	75 W	80
20 W	100 W	80
23 W	150 W	84

Tienen el inconveniente de que no alcanzan el 80 % de su flujo luminoso hasta pasado un minuto de su encendido.

A continuación se expone un ejemplo práctico de la rentabilidad económica de esta medida.

**TABLA 4.** Comparativa de los costes y rentabilidad entre lámparas compactas e incandescentes.

COSTES COMPARATIVOS ENTRE LÁMPARA COMPACTA E INCANDESCENCIA		
	LÁMPARA INCANDESCENCIA DE 75 W	LÁMPARA COMPACTA DE 15 W
Potencia consumida	75 W	15 W
Flujo luminoso	900 lm	960 lm
Duración	1000 horas	8000 horas
Precio de la energía eléctrica	0,088 €/kWh	
Precio de compra estimado	0,60 €	18 €
Costes funcionamiento (8000 horas)	58,80 €	18,60 €
<b>AHORRO ECONÓMICO</b>	66 %	
<b>PLAZO DE AMORTIZACIÓN</b>	2800 horas de funcionamiento	

A continuación se muestra una tabla orientativa sobre el porcentaje de ahorro aproximado que se puede conseguir por sustitución de lámparas por otras más eficientes.



**TABLA 5.** Ahorro energético por sustitución de lámparas.

AHORRO ENERGÉTICO POR SUSTITUCIÓN DE LÁMPARAS		
ALUMBRADO EXTERIOR		
SUSTITUCIÓN DE	POR	% AHORRO
Vapor de mercurio	Vapor de Sodio Alta Presión	45 %
Vapor de Sodio Alta Presión	Vapor de Sodio Baja Presión	25 %
Halógena Convencional	Halogenuros Metálicos	70 %
Incandescencia	Fluorescentes Compactas	80 %
ALUMBRADO INTERIOR		
SUSTITUCIÓN DE	POR	% AHORRO
Incandescencia	Fluorescentes Compactas	80 %
Halógena Convencional	Fluorescentes Compactas	70 %

### Sustituciones luminarias

La luminaria es el elemento donde va instalada la lámpara y su función principal es la de distribuir la luz producida por la fuente en la forma más adecuada a las necesidades.

Muchas luminarias modernas contienen sistemas reflectores cuidadosamente diseñados para dirigir la luz de las lámparas en la dirección deseada. Por ello, la remodelación de instalaciones viejas, utilizando luminarias de elevado rendimiento generalmente conlleva un sustancial ahorro energético, así como una mejora de las condiciones visuales.

### Aprovechamiento de la luz diurna

El uso de la luz diurna tiene un impacto considerable en el aspecto del espacio iluminado, y puede tener implicaciones importantes a nivel de la eficiencia energética. Los ocupantes de un edificio generalmente prefieren un espacio bien iluminado con luz diurna, siempre que se eviten los problemas de deslumbramiento y de calentamiento.

Los principales factores que afectan a la iluminación de un interior mediante luz diurna son la profundidad del espacio, la altura, el tamaño y la localización de ventanas y claraboyas, de los vidriados utilizados y de las sombras externas. Estos factores dependen generalmente del diseño original

del edificio. Un diseño cuidadoso puede producir un edificio que será más eficiente energéticamente y que tendrá una atmósfera en su interior más agradable.



Hay que tener en cuenta que para un máximo aprovechamiento de la utilización de la luz natural es importante asegurar que la iluminación eléctrica se apaga cuando con la luz diurna alcanza una iluminación adecuada. Esto se consigue mediante el uso de sistemas de control apropiados, y puede requerir un cierto nivel de automatización.

Es también conveniente, pintar las superficies de las paredes de colores claros con una buena reflectancia, de forma que se maximice la efectividad de la luz suministrada. Colores claros y brillantes pueden reflejar hasta un 80 % de la luz incidente, mientras que los colores oscuros pueden llegar a reflejar menos de un 10 %.

### Sistemas de control y regulación

Un buen sistema de control de alumbrado asegura una iluminación de calidad mientras sea necesario y durante el tiempo que sea preciso. Con un sistema de control apropiado pueden obtenerse sustanciales mejoras en la eficiencia energética de la iluminación de un edificio.

Un sistema de control de la iluminación completo combina sistemas de control de tiempo, sistemas de control de la ocupación, sistemas de aprovechamiento de la luz diurna y sistemas de gestión de la iluminación.

## Ahorro de agua

La disminución del consumo de agua no solamente redundará en una reducción del gasto por este concepto, sino que además conlleva un ahorro energético importante debido a la disminución del consumo del combustible necesario para su calentamiento.

El consumo de agua debido a las pérdidas en la instalación debe ser eliminado. Estas pérdidas, además de un mayor consumo, provocan un mayor número de horas de funcionamiento de los equipos de bombeo, con el consiguiente incremento del gasto energético, y un mayor gasto en productos de tratamiento del agua.

Para disminuir el consumo de agua en las diferentes instalaciones, se proponen las siguientes medidas:

### MEDIDAS PARA EL AHORRO DE AGUA

- Trabajar con presiones de servicio moderadas: 15 mm c.a. en el punto de consumo son suficientes.
- La instalación de grifos con sistemas de reducción de caudal sin merma del servicio ofrecido al cliente, los cuales permiten reducciones de caudal de entre el 30 % y el 65 %. Existe en el mercado una gran variedad de modelos, para todos los puntos de utilización (lavabos, duchas, fregaderos, fuentes, etc.).
- El empleo del sistema WC Stop para cisternas, el cual economiza hasta un 70 % de agua, pudiendo el usuario utilizar toda la descarga de la cisterna si fuera necesario.

La Tabla 6 recoge los consumos de agua por persona y día para los usos más frecuentes, una estimación del coste anual por ambos conceptos (agua y

energía) y del posible ahorro económico anual que se obtendría con la aplicación de las anteriores medidas.

**TABLA 6.** Ahorro económico de los diferentes sistemas de agua.

<b>VALORACIÓN ECONÓMICA SISTEMAS DE AHORRO DE AGUA</b>				
	<b>DUCHA</b>	<b>LAVABO</b>	<b>WC</b>	<b>TOTAL</b>
Consumo diario por persona (litros)	200	50	72	322
Consumo anual (m <sup>3</sup> )	55	14	20	88
Energía necesaria	1.643	411	0	2.053
Coste Agua (€/año)	49	12	18	79
Coste Energía (€/año)	89	22	0	111
<b>COSTE TOTAL (€/año)</b>	<b>138</b>	<b>34</b>	<b>18</b>	<b>190</b>
<b>Ahorro estimado</b>	<b>50 %</b>	<b>40 %</b>	<b>50 %</b>	<b>40-50 %</b>
<b>AHORRO ECONÓMICO (€/año)</b>	<b>69</b>	<b>14</b>	<b>9</b>	<b>92</b>

### 1.3.4. Gestión y mantenimiento energéticos

#### 1.3.4.1. Mantenimiento

El correcto mantenimiento consigue los estándares de calidad y reduce los costes energéticos. Si se realiza un mantenimiento preventivo bueno, disminuirá la necesidad de un mantenimiento correctivo y como resultado se obtendrá un mejor rendimiento de la instalación, una reducción de costes y una mejor calidad de servicio.

Como consecuencia de un mal funcionamiento de las instalaciones se pueden producir consumos excesivos de energía. Por ello, se debe establecer un programa regular de mantenimiento.

#### 1.3.4.2. Sistemas de Gestión

Las nuevas técnicas de comunicación permiten la implantación de sistemas de gestión de energía y otros más sofisticados como los sistemas expertos, que son capaces de gestionar gran cantidad de datos y controlar las instalaciones. Cuando se instala un sistema de gestión o un sistema experto, el objetivo es obtener un uso

más racional de las instalaciones, ahorrar energía, reducir mano de obra, reducir averías y prolongar la vida útil de los equipos como medidas principales. Estos sistemas expertos son capaces de controlar el consumo de energía optimizando los parámetros de forma que se obtenga un mínimo coste energético.

Normalmente, el sistema de gestión está basado en un ordenador y en un *software* de gestión. No obstante, el elemento básico del programa debe ser siempre el operador o persona encargada de la gestión energética.

#### **BENEFICIOS DE LA IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL**

- Gestión racional de las instalaciones.
- Aumento del confort.
- Ahorro energético.
- Reducción de averías.
- Prolongación de la vida útil de los equipos.
- Ahorro en mantenimiento.

Uno de los resultados más inmediatos de la instalación de un sistema de gestión es la disminución del consumo de energía, obteniéndose unos ahorros que oscilan entre el 10 % y el 30 %.

### **1.3.5. Eficiencia energética de edificios. Análisis de la Directiva 2002/91/CE**

El 16 de Diciembre de 2002 se aprobó la Directiva 2002/91/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a la eficiencia energética de los edificios, con el objeto de fomentar la eficiencia energética de los edificios de la Comunidad Europea. De esta manera, se pretende limitar el consumo de energía, y por lo tanto, de las emisiones de dióxido de carbono del sector de la vivienda y de los servicios. Este sector, compuesto en su mayoría por edificios, consume el 40 % del consumo final de energía de la Comunidad Europea.

**TABLA 7.** Demanda final de energía de la UE por sectores y combustible en 1997.

DEMANDA FINAL DE ENERGÍA DE LA UE POR SECTORES Y COMBUSTIBLES EN 1997								
Demanda final de energía por sectores y combustibles	Edificios (vivienda+ terciario)	Nº demanda final total de energía	Industria	Nº demanda final total de energía	Transporte	Nº demanda final total de energía	TOTAL	Nº demanda final total de energía
Combustibles sólidos	8,7	0,9 %	37,2	4,0 %	0,0	0,0 %	45,9	4,9 %
Petróleo	101	10,8 %	45,6	4,9 %	283,4	30,5 %	429,9	46,2 %
Gas	129,1	13,9 %	86,4	9,3 %	0,3	0,0 %	215,9	23,2 %
Electricidad (14% procedente de energías renovables)	98	10,5 %	74,3	8,0 %	4,9	0,5 %	177,2	19,0 %
Calor derivado	16,2	1,7 %	4,2	0,5 %	0,0	0,0 %	20,4	2,2 %
Energías renovables	26,1	2,8 %	15	1,6 %	0,0	0,0 %	41,1	4,9 %
<b>TOTAL</b>	<b>379,04</b>	<b>40,7%</b>	<b>262,72</b>	<b>28,2%</b>	<b>288,6</b>	<b>31,0%</b>	<b>930,4</b>	<b>100,0%</b>

Fuente: "Energy in Europe - European Union Energy Outlook to 2020". Comisión Europea.

Los requisitos de eficiencia energética que se establezcan en cada país tendrán en cuenta las condiciones climáticas exteriores y las particularidades locales, así como los requisitos ambientales interiores, y la relación entre el coste y la eficacia en cuanto a ahorro energético de las medidas que se exijan. Esta Directiva establece requisitos en relación con:

- El marco general de una metodología de cálculo de la eficiencia energética integrada en los edificios.
- La aplicación de requisitos mínimos de eficiencia energética de los edificios nuevos.
- La aplicación de requisitos mínimos de eficiencia energética de grandes edificios existentes que sean objeto de reformas importantes.
- La certificación energética de edificios.
- La inspección periódica de calderas y sistemas de aire acondicionado de edificios y además, la evaluación del estado de las instalaciones de calefacción con calderas de más de 15 años.

En los edificios con una superficie útil total de más de 1000 m<sup>2</sup>, la Directiva establece que se considere y se tenga en cuenta la viabilidad técnica, medioambiental y económica de sistemas alternativos como:

- ✿ Sistemas de producción de energía basados en energías renovables.
- ✿ Sistemas de cogeneración.
- ✿ Calefacción o refrigeración central o urbana, cuando ésta esté disponible.
- ✿ Bombas de calor, en determinadas condiciones.

Para los existentes, la Directiva establece que se han de tomar las medidas necesarias para que, cuando se efectúen reformas importantes en edificios con una superficie útil total superior a 1000 m<sup>2</sup>, se mejore su eficiencia energética para que cumplan unos requisitos mínimos, siempre que ello sea técnica, funcional y económicamente viable.

### 1.3.5.1. Certificado de eficiencia energética

La Directiva establece que cuando los edificios sean construidos, vendidos o alquilados, se ponga a disposición del propietario o por parte del propietario, a disposición del posible comprador o inquilino, un certificado de eficiencia energética. Este certificado tendrá una validez máxima de 10 años.

El certificado de eficiencia energética de un edificio ha de incluir valores de referencia, como la normativa vigente y valoraciones comparativas, con el fin de que los consumidores puedan comparar y evaluar la eficiencia energética del edificio. El certificado ha de ir acompañado de recomendaciones para la mejora de la relación coste-eficacia de la eficiencia energética.



## 1.4. Conclusiones

El beneficio empresarial es el objetivo de toda actividad económica privada. El incremento de la competencia hace cada vez más difícil el incremento en la facturación, sin embargo no es el único camino para conseguir mejoras en el beneficio. El recorte de costes -en particular los de componente fijo o semifijo- se convierte en un arma estratégica para aumentar la competitividad y el éxito de la empresa a medio y largo plazo.

Sin embargo, antes de encaminar los pasos para lograr reducir los costes, es necesario pararse a pensar cuáles son las variables sobre las que se debe actuar para conseguir mayor eficacia en esta tarea. Por ello, dentro del **sector de los Garajes y Aparcamientos** se debe tener en cuenta que está sometido a elevados consumos energéticos y a un obligado elevado factor de potencia, determinado por la necesidad de instalar sistemas eléctricos independientes para cada instalación.

El ahorro energético que se puede conseguir con una combinación de actuaciones sobre diferentes puntos, ayudará al gestor a incrementar la rentabilidad de la empresa y a su vez, a conseguir una reducción del impacto medioambiental producido por su actividad.

Este documento muestra a modo de resumen, la idea de que un estudio pormenorizado de consumos y demandas energéticas nos indicará las variables sobre las que hay que actuar prioritariamente, a fin de conseguir la **mayor efectividad con el menor esfuerzo económico. Eso se conseguirá con los Estudios de Eficiencia Energética.**

Las actuaciones recomendadas en este documento se han fundamentado sobre la propia tarifa energética, sobre las instalaciones y sobre otros aspectos de calidad y seguridad en el suministro. Se han propuesto diferentes opciones y se propone un **PLAN DE GESTIÓN DE LA DEMANDA.**

Parece una obviedad el recomendar antes de nada una revisión de la factura eléctrica, pero es fundamental conocer el punto de partida para establecer



un objetivo. Y ese objetivo tiene una sola finalidad: **el ahorro**. El consumo diario no es constante a lo largo de la jornada, por lo que el componente horario determinará las necesidades reales en cada momento del día. Una adecuada asesoría tarifaria ayudará en la detección de oportunidades de ahorro. El ahorro producido por una adecuada selección tarifaria es inmediato y se pone de manifiesto en la primera factura.

No hay que olvidar que la instalación y por tanto el entorno, debe ser el adecuado para los servicios prestados y la potencia contratada, en consecuencia, debe responder a las necesidades buscando siempre la eficiencia energética en las instalaciones. Dicha eficiencia proporcionará ahorros que, sumados a los que se han conseguido con una adecuada selección tarifaria, rebajará de modo ostensible los costes energéticos. Hay que tener en mente una máxima: la energía más barata es la que no se consume.

Cada establecimiento tiene unas particularidades específicas, por lo que demanda una atención personalizada.

**Por eso Endesa, no sólo identifica minuciosamente a cada uno de sus clientes**, sino que establece con ellos una relación de compromiso en la que la **versatilidad de su gama** de productos es la clave fundamental para ofrecerles el servicio que necesitan.

Pero también queremos que obtengan el máximo ahorro posible, por eso, el **Estudio de Eficiencia Energética** es el vehículo más adecuado para conocer las necesidades y las posibilidades de mejora que Endesa pone a su disposición.

**Endesa**, a través de los Estudios de Eficiencia Energética, lleva a cabo un **estudio en profundidad de la instalación**, analizando cada uno de sus componentes, orientado hacia la implantación de las tecnologías más adecuadas según el sector, para una **utilización responsable y económica de la energía**.

## 2.1. Introducción

### 2.1.1. Antecedentes

El agotamiento de las fuentes de energía no renovables, el ahorro monetario o el cuidado del medio ambiente son algunas de las razones por las que comenzamos a familiarizarnos con el término eficiencia energética, pero, ¿de qué se habla exactamente cuando se utiliza esta expresión? De algo tan sencillo como de la adecuada administración de la energía y, en consecuencia, de su ahorro.



La energía es algo que utilizamos a diario y constantemente desde que nos levantamos hasta que nos acostamos, pero raramente pensamos en cómo administrarla no sólo para ahorrar dinero, sino también para ayudar al medio ambiente. Y es que debemos tener claro que es la propia naturaleza la que más caro pagará todos nuestros derroches energéticos, sobre todo si se considera que tan sólo el 6 % de la energía utilizada en España proviene de fuentes renovables.

Resulta prioritario, pues, reducir esta dependencia económica del petróleo y de combustibles fósiles - se trata de fuentes que poco a poco se agotan- y para ello hay dos soluciones: potenciar el uso de fuentes alternativas y renovables y, aún más importante, aprender a usar eficientemente la energía, cuestión en la que todos tenemos igual responsabilidad. El ahorro de energía se puede conseguir en cualquiera de las actividades diarias y, además, hoy día hay muchos adelantos tecnológicos orientados a este fin, que han obtenido buenos resultados. Se calcula

que desde 1970 hasta la actualidad se ha consumido un 20 % menos de energía para generar los mismos bienes.

Debido al cambio climático, el aumento del precio de la energía, la escasez de recursos naturales y la necesidad de reducir la emisión de CO<sub>2</sub>, todos ellos problemas clave de nuestros días, han considerado necesario marcar unos objetivos por países dentro del protocolo de Kyoto.

La industria del alumbrado posee la tecnología necesaria para conseguir ahorros energéticos y reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> muy significativos.

Cambiando a sistemas de Alumbrado energéticamente más eficientes, usted puede tener importantes ahorro en los costes de mantenimiento en sus instalaciones.

## 2.1.2. Alumbrado en garajes y aparcamientos

Las empresas invierten grandes sumas de dinero en las instalaciones y en personal cualificado pero tan sólo una pequeña cantidad se invierte en iluminación. Un buen alumbrado es de vital importancia para crear las condiciones óptimas de trabajo que se traducen en óptimos rendimientos del espacio.

Cada lugar tiene sus propias necesidades de iluminación en cuanto a coste, calidad y tipo de iluminación necesaria para la actividad a efectuar en las instalaciones. Los gerentes desean economizar en el coste total de propiedad. Los empleados, desean trabajar en un ambiente confortable, que



es tan importante como las condiciones laborales y salariales, etc. Numerosos factores pueden influir en el confort y en las condiciones laborales; sin embargo, todos estos beneficios no se pueden conseguir sin una iluminación adecuada.

La iluminación es una necesidad para conseguir servicios y procesos de calidad, tan importante como cualquier otro aspecto. Mediante estudios realizados se ha demostrado que un buen alumbrado:

- ❁ aumenta el confort y la seguridad,
- ❁ minimiza los errores,
- ❁ estimula al personal,
- ❁ menor absentismo laboral,
- ❁ mejora la salud y el bienestar.



Igual que con otros tipos de alumbrado, su finalidad principal dependerá de muchos factores, si bien la principal es generar seguridad y favorecer la eficiencia de las tareas correspondientes.

En el caso de los garajes y aparcamientos aunque no suelen tenerse en cuenta más aspectos que éstos, en realidad hay muchos otros factores que se deben considerar:

- ❁ mantenimiento y costes globales;
- ❁ medidas antirrobo y antiterroristas;
- ❁ reducción de la luz "molesta" (a menudo llamada 'contaminación lumínica');
- ❁ integración en el entorno urbano o rural.

Si la prevención contra el robo no es nueva, sí lo es frente al terrorismo, un factor al que cada vez se le presta más atención.

Las instalaciones de exterior conllevan la responsabilidad no sólo de que la luz no penetre en los hogares de las inmediaciones, sino también de que no ilumine el cielo. En ambos casos, la luz dispersa perturba la vida de personas y animales y constituye un gasto superfluo de energía.

El alumbrado de aparcamientos debe considerarse una parte integrante del entorno urbano o rural. Los ayuntamientos invierten cada vez más dinero en la mejora del alumbrado arquitectónico y vial. Si el alumbrado de áreas no se incluye en estas iniciativas, puede alterar significativamente o echar a perder la estética del lugar.

A partir de ahora vamos a denominar garajes a las zonas de aparcamiento situados en el interior y muchas veces en la parte subterránea del edificio y aparcamientos a los situados en el exterior. Podríamos llegar a considerar un tercero los aparcamientos multinivel, aunque bien es verdad que muchas veces la iluminación que se realiza en ellos es muy parecida a la de los garajes subterráneos.

### **2.1.3. Tendencias en el alumbrado en garajes y aparcamientos**

Las lóbregas, desapacibles y resonantes construcciones de hormigón gris, escenario perfecto de persecuciones en las películas, han pasado a mejor vida. Los nuevos aparcamientos, aunque todavía escasos en número, irradian hospitalidad, calma y, por encima de todo, seguridad.

En el diseño de los “antiguos” aparcamientos, la funcionalidad del edificio recibía prioridad. Era como si le hubieran encargado al arquitecto que “garantizara la cabida del máximo número de coches con los mínimos gastos de construcción”. El resultado fueron esos aparcamientos casi siempre mal iluminados, con corrientes de aire y acústicamente incómodos que la gente consideraba inseguros.

Con los nuevos diseños parece como si el arquitecto hubiera estudiado ante todo el efecto del aparcamiento sobre las emociones del usuario. El espacio está mejor iluminado. No hay zonas oscuras en las que se pueda ocultar el agresor. El cemento gris se ha pintado de colores claros. Las señales correctamente iluminadas indican el camino a conductores y peatones. La decoración es agradable, y los murales –incluso obras de arte y objetos interesantes– hacen soportable la estancia en el aparcamiento subterráneo.

## 2.2. Directivas, Códigos, Leyes y Reglamentos sobre la Eficiencia Energética

Dado el cambio climático y la preocupación actual por el medioambiente y su futuro los gobiernos de la mayor parte de los países y en concreto la Unión Europea, ha redactado una serie de Directivas, Códigos, Leyes, Reglamentos y Normas para acomodar el consumo excesivo de los escasos recursos a las verdaderas necesidades, evaluando, limitando y primando el empleo de fuentes de energía alternativas y sobre todo renovables. Por otro lado, los fabricantes de aparatos que consumen energía investigan y desarrollan cómo reducir los consumos manteniendo la calidad y prestaciones de sus productos.

No debe nunca olvidarse que en paralelo con este deseo de ahorrar energía coexiste una obligación, que es la de conseguir satisfacer los criterios de calidad precisos para que las instalaciones de iluminación proporcionen no sólo los niveles suficientes, sino también la satisfacción de todos aquellos parámetros que contribuyen a crear un ambiente confortable y seguro en lugares de concurrencia pública como son algunos garajes y aparcamientos.

### 2.2.1. Código Técnico de la Edificación (CTE)

El Consejo de Ministros mediante el Real Decreto 314/2006, del 17 de Marzo de 2006, aprobó el Código Técnico de la Edificación (CTE), marco normativo que establece las exigencias básicas de calidad, seguridad y habitabilidad de los edificios y sus instalaciones.

El auge de la construcción en los últimos años y en décadas anteriores no siempre ha alcanzado unos parámetros de calidad adaptados a las nuevas demandas. El punto de inflexión que significó la firma del Protocolo de Kyoto en 1999 y los compromisos más exigentes de la Unión Europea con respecto a las emisiones de CO<sub>2</sub>, marcan el desarrollo de una serie de normativas que salen ahora a la luz y que cambiarán los parámetros básicos de construcción.

El CTE se aprueba con los objetivos de mejorar la calidad de la edificación y de promover la innovación y la sostenibilidad. Aumentando la calidad básica de la construcción según se recogía en la Ley 38/1999 de Ordenación de la Edificación (LOE). Además, se han incorporado criterios de eficiencia energética para cumplir las exigencias derivadas de la Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre, relativa a la eficiencia energética de edificios.

A través de esta normativa se da satisfacción a ciertos requisitos básicos de la edificación relacionados con la seguridad y el bienestar de las personas, que se refieren tanto a la seguridad estructural y de protección contra incendios, como a la salubridad, la protección contra el ruido, el ahorro energético o la accesibilidad a las personas con movilidad reducida.

Esta nueva norma regulará la construcción de todos los edificios nuevos y la rehabilitación de los existentes, tanto los destinados a viviendas como los de uso comercial, docente, sanitario, deportivo, industrial o sociocultural.

Dentro del código existen unos documentos básicos de eficiencia energética dentro de los cuáles están:

## **SECCIÓN SU 4. Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada**

Dentro de esta sección se recogen los niveles de alumbrado normal en zonas de circulación, medidos a nivel del suelo. Sin ser éstos especialmente elevados, sí suponen un incremento respecto de la práctica habitual.

Sobre todo en zonas de uso común de vehículos y personas (parkings y zonas de carga y descarga) y en las escaleras (tanto interiores como exteriores al edificio). Para estas zonas se exigirán unos niveles mínimos, Tabla 1. Niveles mínimos de iluminación.

Respecto de las características de la instalación de iluminación de emergencia, los requerimientos son básicamente los que ya se recogen en el

Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, dentro de la ICT-BT-28, incluyendo la siguiente consideración: los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión sobre paredes y techos, teniendo en cuenta además el factor de mantenimiento por envejecimiento de la lámpara y suciedad en la luminaria.

## TEXTO OFICIAL BOE

### 1. Alumbrado normal en zonas de circulación.

1.1. En cada zona se dispondrá una instalación de alumbrado capaz de proporcionar, como mínimo, el nivel de iluminación que se establece en la tabla, medido a nivel de suelo.

**TABLA 1.** Niveles mínimos de iluminación.

Zona		Iluminación mínima lux.	
Exterior	Exclusiva para personas	Escaleras	10
		Resto de zonas	5
	Para vehículos o mixtas		10
Interior	Exclusiva para personas	Escaleras	75
		Resto de zonas	50
	Para vehículos o mixtas		50

El factor de uniformidad media será del 40% como mínimo.

1.2. En las zonas de los establecimientos de Pública Concurrencia en las que la actividad se desarrolla con un nivel bajo de iluminación se dispondrá una iluminación de balizamiento en las rampas y en cada uno de los peldaños de las escaleras.

### 2. Alumbrado de emergencia

#### 2.1. Dotación

1.- Los edificios dispondrán de un alumbrado de emergencia que, en caso de fallo del alumbrado normal, suministre la iluminación necesaria para facilitar la visibilidad a los usuarios de manera que puedan abandonar el edificio, evite las situaciones de pánico y permita la visión de las señales indicativas de las salidas y la situación de los equipos y medios de protección existentes.



Contarán con alumbrado de emergencia las zonas y los elementos siguientes:

- a) Todo recinto cuya ocupación sea mayor que 100 personas;
- b) Todo recorrido de evacuación, conforme éstos se definen en el Anejo A de BD SI (Exigencias básicas de seguridad en caso de incendio, recogido en el CTE);
- c) Los aparcamientos cerrados o cubiertos cuya superficie construida exceda de 100 m<sup>2</sup>, incluidos los pasillos y las escaleras que conduzcan hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio;
- d) Los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección contra incendios y los de riesgo especial indicados en el DB-SI 1;
- e) Los aseos generales de planta en edificios de uso público;
- f) Los lugares en los que se ubican cuadros de distribución o de accionamiento de la instalación de alumbrado de las zonas antes citadas;
- g) Las señales de seguridad.

## **2.2. Posición y características de las luminarias**

1.- Con el fin de proporcionar una iluminación adecuada las luminarias cumplirán las siguientes condiciones:

- a) Se situarán al menos a 2 m por encima del nivel del suelo;
- b) Se dispondrá en una en cada puerta de salida y en posiciones en las que sea necesario destacar un peligro potencial o el emplazamiento de un equipo de seguridad. Como mínimo se dispondrán en los siguientes puntos:
  - En las puertas existentes en los recorridos de evacuación;
  - En las escaleras, de modo que cada tramo de escaleras reciba iluminación directa;
  - En cualquier otro cambio de nivel;

- En los cambios de dirección y en las intersecciones de pasillos.

### **2.3. Características de la instalación**

1.- La instalación será fija, estará provista de fuente propia de energía y debe entrar automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo de alimentación en la instalación de alumbrado normal en las zonas cubiertas por el alumbrado de emergencia. Se considera como fallo de alimentación el descenso de la tensión de alimentación por debajo del 70 % de su valor nominal.

2.- El alumbrado de emergencia de las vías de evacuación debe alcanzar al menos el 50 % del nivel de iluminación requerido al cabo de los 5 s y el 100 % a los 60 s.

3.- La instalación cumplirá las condiciones de servicio que se indican a continuación durante una hora, como mínimo, a partir del instante en que tenga lugar el fallo:

- a) En las vías de evacuación cuya anchura no exceda de 2 m, la iluminancia horizontal en el suelo debe ser como mínimo, 1 lux a lo largo del eje central y de 0,5 lux en la banda central que comprende al menos la mitad de la anchura de la vía. Las vías de evacuación con anchura superior a 2 m pueden ser tratadas como varias bandas de 2 m de anchura, como máximo;
- b) En los puntos en los que estén situados los equipos de seguridad, las instalaciones de protección contra incendios de utilización manual y los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia horizontal será de 5 lux, como mínimo;
- c) A lo largo de la línea central de una vía de evacuación, la relación entre la iluminancia máxima y la mínima no debe ser mayor que 40:1;
- d) Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión sobre paredes y techos

y contemplando un factor de mantenimiento que englobe la reducción del rendimiento luminoso debido a la suciedad de las luminarias y al envejecimiento de las lámparas;

- e) Con el fin de identificar los colores de seguridad de las señales, el valor mínimo del índice de rendimiento cromático Ra de las lámparas será 40.

## **2.4. Iluminación de las señales de seguridad**

1.- La iluminación de las señales de evacuación indicativas de las salidas y de las señales indicativas de los medios manuales de protección contra incendios y de los de primeros auxilios, deben cumplir los siguientes requisitos:

- a) La luminancia de cualquier área de color de seguridad de la señal debe ser al menos  $2 \text{ cd/m}^2$  en todas las direcciones de visión importantes;
- b) La relación de la luminancia máxima a la mínima dentro del color blanco o de seguridad no debe ser mayor de 10:1, debiéndose evitar variación importantes entre puntos adyacentes;
- c) La relación entre la luminaria  $L_{\text{blanca}}$ , y la luminancia  $L_{\text{color}}$   $>10$ , no será menor que 5:1 ni mayor que 15:1;
- d) Las señales de seguridad deben estar iluminadas al menos al 50 % de la iluminancia requerida, al cabo de 5 s, y al 100 % al cabo de 60 s.

## **SECCIÓN HE3. Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.**

Éste es sin duda el documento que supondrá un mayor avance en materia de iluminación de las edificaciones. Su ámbito de aplicación son las instalaciones de iluminación de interior en:

-  Edificios de nueva construcción.

- ✿ Rehabilitación de edificios existentes con una superficie útil de más de 1.000 m<sup>2</sup>, donde se renueve más del 25 % de la superficie iluminada.
- ✿ Reformas de locales comerciales y edificios de uso administrativo donde se renueve la instalación de alumbrado.

Se excluyen específicamente:

- ✿ Edificios y monumentos de valor histórico, cuando la aplicación de estas exigencias supongan alteraciones inaceptables para ellos.
- ✿ Construcciones provisionales para menos de 2 años.
- ✿ Instalaciones industriales, talleres y edificios agrícolas no residenciales.
- ✿ Edificios independientes de menos de 50 m<sup>2</sup>.
- ✿ Interiores de viviendas.

Aún en estos casos, se deben adoptar soluciones, debidamente justificadas en el proyecto, para el ahorro de energía en la iluminación.

Los apartados principales de esta sección son:

- ✿ Valores de eficiencia energética mínima para cada tipo de edificio y utilización. El parámetro utilizado para medir esta eficiencia es el **VEE (Valor de Eficiencia Energética)**:

$$\text{VEE} = \text{W/m}^2 \text{ por cada } 100 \text{ Lux}$$

Los valores de eficiencia energética límite en recintos interiores de un edificio se establecen en la Tabla 2. Estos valores incluyen la iluminación general y la iluminación de acento, pero no las instalaciones de iluminación de escaparates y zonas expositivas.

Zona de no representación o espacios en los que el criterio de diseño, la imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, queda relegado a un segundo plano frente a otros criterios

como el nivel de iluminación, el confort visual, la seguridad y la eficiencia energética.

**TABLA 2.** Valores límite de eficiencia energética de la instalación.

Grupo	Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite
1 Zonas de no representación	Administrativo en general	3,5
	Andenes de estaciones de transporte	3,5
	Salas de diagnóstico (4)	3,5
	Pabellones de exposición o ferias	3,5
	Aulas y laboratorios (2)	4,0
	Habitaciones de hospital (3)	4,5
	Zonas comunes (1)	4,5
	Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	5
	Aparcamientos	5
	Espacios deportivos (5)	5
	Recintos interiores asimilables a grupo 1 no descritos en la lista anterior	4,5
2 Zonas de representación	Administrativo en general	6
	Estaciones de transporte (6)	6
	Supermercados, hipermercados y grandes almacenes	6
	Bibliotecas, museos y galerías de arte	6
	Zonas comunes en edificios residenciales	7,5
	Centros Comerciales (excluidas tiendas) (9)	8
	Hostelería y restauración (8)	10
	Religioso en general	10
	Salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias (7)	10
	Tiendas y pequeño comercio	10
	Zonas comunes (1)	10
	Habitaciones de hoteles, hostales, etc.	12
	Recintos interiores asimilables a grupo 2 no descritos en la lista anterior	10

- ✿ Sistemas de control y regulación:** hace obligatorio el uso de sistemas de control básicos (prohíbe explícitamente el que el encendido y apagado se haga en exclusiva desde los cuadros eléctricos), detección de presencia en zonas de uso esporádico y regulación en las luminarias más cercanas a las ventanas en función de la luz natural.
- ✿ Diseño y dimensionado de la instalación:** con objeto de garantizar la calidad de la instalación de alumbrado se detallan los datos mínimos que deben incluir los proyectos y los parámetros de iluminación se confían a la norma **UNE 12464-1**, con lo que **se convierte en norma de obligado cumplimiento.**
- ✿ Características de los productos de la construcción:** en este apartado se establecen los valores máximos de consumo para cada tipo de punto de luz.

Para las lámparas fluorescentes se confirman los valores recogidos en el Real Decreto 838/2002, que establece que a partir del mes de Agosto 2007 no se podrán comercializar balastos que no sean de bajas o muy bajas pérdidas. Todas las luminarias deberán contar con un certificado del fabricante que acredite la potencia total consumida.

- ✿ **Mantenimiento y conservación:** se hace obligatorio el que todas las instalaciones cuenten con un plan de mantenimiento que garantice el mantenimiento de los niveles de eficiencia energética y los parámetros de iluminación. Este documento incluirá entre otra información el periodo de reposición de las lámparas y la limpieza de las luminarias.

Además es importante tener en cuenta que el CTE (HE 5) prevé que en aquellos edificios donde no se pueda instalar un sistema de captación de energía solar por procedimientos fotovoltaicos, se debe proveer al edificio de un modo alternativo de ahorro eléctrico equivalente a la potencia fotovoltaica que se debería instalar. Entre los modos indicados en el CTE para conseguir este ahorro suplementario está la iluminación.

## 2.2.2. Norma UNE 12464-1 relativa a “Iluminación de los lugares de trabajo en interior”

Afortunadamente, en Septiembre de 2002 se aprobó la redacción por parte de la Comisión de Normalización Europea de la Norma UNE 12464-1 relativa a “Iluminación de los lugares de trabajo en interior”, por lo que a finales de Mayo de 2003 han tenido que ser retiradas todas aquellas normas nacionales que pudieran entrar en conflicto con la nueva norma.

Esta nueva norma, a la que debe acudirse en el origen de todos los proyectos de iluminación para lugares de trabajo en interiores, recomienda el cumplimiento no sólo cuantitativo, sino cualitativo de dos aspectos de la tarea visual que se resumen brevemente:

- ✿ Confort visual.
- ✿ Rendimiento de colores.

Dentro del **confort visual** estarán englobados parámetros tales como la relación de luminancias entre tarea y entorno, o el control estricto del deslumbramiento producido por las fuentes de luz.

Pero lo que de verdad introduce una novedad notable, por lo que significa de mejora para el usuario de las instalaciones, es el aspecto relativo al **rendimiento de colores**. Como todo el mundo probablemente conoce existe una serie de fuentes de luz, masivamente empleadas en la iluminación de interiores, por razones exclusivamente crematísticas que no cumplen con unos índices mínimos de reproducción cromática, y lo que esta norma plantea es la prohibición de dichas fuentes de luz en iluminaciones de tareas visuales.

Así, por ejemplo, se exige un índice de rendimiento en color superior a 80 ( $R_a > 80$ ) en la conocida escala de 0 a 100 para iluminar cualquier tarea visual en salas o recintos en los que la ocupación sea de gran duración o permanente, y no ocasional como podría suceder en corredores o pasillos.

Estas prescripciones recogidas convenientemente en esta nueva norma contribuirán a diseñar y ejecutar instalaciones de iluminación en interiores mucho más "humanas" y protectoras de la calidad de vida y condiciones de trabajo en el quehacer cotidiano.

Seguir estas pautas es cumplir con las recomendaciones de calidad y confort visual y al mismo tiempo crear ambientes agradables y confortables para los usuarios de las instalaciones.

En un gran número de espacios, genéricamente englobados bajo el epígrafe "Lugares de pública concurrencia", la Norma Europea detalla para la parte de Aparcamientos públicos de vehículos (interior) los siguientes requisitos tanto para la iluminancia mantenida como para el índice de reproducción cromática como para la temperatura de color.

## 7. Aparcamientos públicos de vehículos (interior)

		$E_m$ lux	UGR <sub>L</sub>	R <sub>a</sub>	Observaciones
7.1	Rampas de acceso o salida (de día)	300	25	20	- Iluminancias a nivel de suelo - Se deben reconocer los colores de seguridad
7.2	Rampas de acceso o salida (de noche)	75	25	20	- Iluminancias a nivel de suelo - Se deben reconocer los colores de seguridad
7.3	Calles de circulación	75	25	20	- Iluminancias a nivel de suelo - Se deben reconocer los colores de seguridad
7.4	Áreas de aparcamiento	75	-	20	- Iluminancias a nivel de suelo - Se deben reconocer los colores de seguridad - Una mayor iluminancia vertical aumenta el reconocimiento de las caras y por ellos la sensación de seguridad
7.5	Caja	300	19	80	- Evitar reflejos en las ventanas - Impedir el deslumbramiento

### 2.2.3. Real Decreto 208/2005, relativo a la Directiva RAEE sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos

La aplicación de la Directiva europea 2002/96/CE, de 27 de enero de 2003 y la Directiva 2003/108/CE de 8 de diciembre de 2003 mediante el Real Decreto 208/2005 de 25 de Febrero de 2005, tiene como objetivo reducir la cantidad de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) y la peligrosidad de sus componentes, fomentar su reutilización y valorización, mejorando así el comportamiento medioambiental de todos los agentes implicados en el ciclo de vida del producto, es decir, desde el productor hasta el propio usuario final.

Los productos de lámparas que se ven afectados en esta Directiva en la categoría 5, aparatos de alumbrado, del Anexo I B son las siguientes:

- ✿ Lámparas fluorescentes rectas.
- ✿ Lámparas fluorescentes compactas.



- ✿ Lámparas de descarga de alta intensidad, incluidas las lámparas de sodio de presión y las lámparas de halogenuros metálicos.
- ✿ Lámparas de sodio de baja presión.

El coste externalizado de la recogida, reciclado y valorización del residuo histórico es responsabilidad de los fabricantes desde el 13 de agosto de 2005.

## **2.2.4. RoHS. DIRECTIVA sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos**

A partir del 1 de julio de 2006 serán de aplicación las medidas previstas en la Directiva 2002/95/CE sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos, también conocida como Directiva RoHS (transpuesta a la legislación española mediante el Real Decreto 208/2005, de 25 de febrero), medidas que tendrán un impacto significativo en las cantidades de sustancias peligrosas emitidas al medio ambiente. Complementa la Directiva RAEE reduciendo las cantidades de materiales potencialmente peligrosos contenidos en productos eléctricos y electrónicos.

Una de las principales consecuencias de la directiva RoHS deberá ser la restricción de aquellos productos que no cumplan con las cantidades de sustancias contaminantes que en esta Directiva se especifican. Así mismo, reducir los riesgos en la manipulación de los productos en su ciclo de reciclaje.

Se prohibirán las siguientes sustancias en lámparas y equipos:

- ✿ Plomo (Pb).
- ✿ Mercurio (Hg).
- ✿ Cromo hexavalente (Cr VI).
- ✿ Cadmio (Cd).
- ✿ Bifenilos polibromados (PBB).

La Directiva RoHS afecta tanto a las lámparas, luminarias como a los equipos y, conjuntamente con la directiva RAEE, tendrá un impacto significativo en las cantidades de sustancias peligrosas emitidas al medio ambiente. Se ha de tener en cuenta que las lámparas incandescentes y halógenas, a diferencia de la Directiva RAEE, sí están incluidas en RoHS.

La normativa sobre el mercurio y el plomo contempla algunas exenciones en iluminación, basadas en los niveles que se utilizan actualmente en el sector. La razón es que se requiere algo de mercurio para que las lámparas de descarga en gas funcionen eficientemente, así como la ausencia de alternativas técnicas industriales al plomo en determinadas categorías de producto.

### **2.2.5. Real Decreto 838/2002. Requisitos de eficiencia energética de los balastos para lámparas fluorescentes**

El Real Decreto 838/2002 del 2 de agosto traspone la Directiva 2000/55/CE que fue aprobada en el Parlamento Europeo el 18 de septiembre. Esta Directiva regula los requisitos de eficiencia energética de los balastos de lámparas fluorescentes.

La presente Directiva tiene como objeto reducir el consumo de energía de los balastos para lámparas fluorescentes abandonando poco a poco aquellos que sean menos eficientes a favor de balastos más eficientes que permitan además un importante ahorro energético.

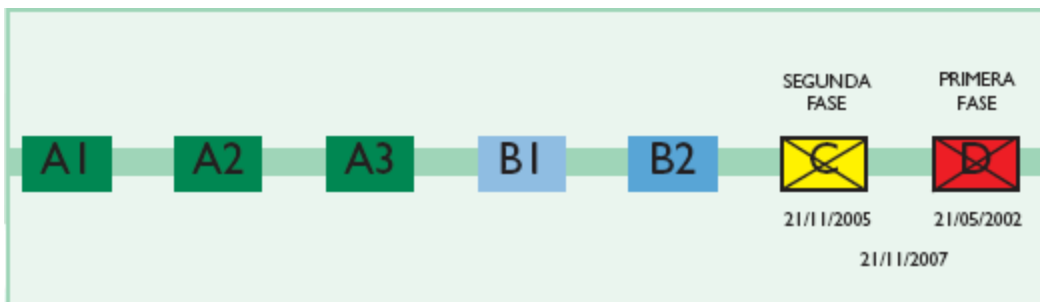
Esta Directiva se debe de aplicar a los balastos de fluorescencia alimentados a través de la red eléctrica. Están excluidos: los balastos integrados en lámparas, balastos que, estando destinados a luminarias, han de instalarse en muebles y los balastos destinados a la exportación fuera de la Comunidad.

Los balastos deber de ir con el marcado "CE". El marcado "CE" habrá de colocarse de manera visible, legible e indeleble en los balastos y en sus embalajes.

Es decisión del fabricante incorporar en el balasto una etiqueta indicando el índice de eficiencia energética.

Se define como Índice de eficiencia energética, la potencia máxima de entrada del circuito balasto-lámpara. Existen 7 niveles de eficiencia, clasificándolas de mejor a peor son:

- ✿ A1, electrónicos regulables.
- ✿ A2, electrónicos de bajas pérdidas.
- ✿ A3, electrónicos estándar.
- ✿ B1, electromagnéticos de muy bajas pérdidas.
- ✿ B2, electromagnéticos de bajas pérdidas.
- ✿ C, electromagnéticos de pérdidas moderadas.
- ✿ D, electromagnéticos de altas pérdidas.



Ésta última está en función de la potencia de la lámpara y del tipo de balasto; por lo tanto, la potencia máxima de entrada de los circuitos balasto-lámpara para un tipo de balasto determinado se define como la potencia máxima del circuito balasto-lámpara con distintos niveles para cada potencia de lámpara y para cada tipo de balasto.

Para calcular la potencia máxima de entrada de los circuitos balasto-lámpara de un tipo determinado de balasto, habrá que situarlo en la categoría adecuada de la lista siguiente:

<i>Categoría</i>	<i>Descripción</i>
1	Balasto para lámpara tubular
2	Balasto para lámpara compacta de 2 tubos

- 3 Balasto para lámpara compacta plana de 4 tubos
- 4 Balasto para lámpara compacta de 4 tubos
- 5 Balasto para lámpara compacta de 6 tubos
- 6 Balasto para lámpara de tipo 2 D

En el siguiente cuadro se establece la potencia máxima de entrada de los circuitos balasto-lámpara expresada en W:

Potencia de lámpara (W)			CLASE						
	50 Hz.	HF	A1	A2	A3	B1	B2	C	D
GRUPO I	15	13,5	9	16	18	21	23	25	>25
	18	16	10,5	19	21	24	26	28	>28
	30	24	16,5	31	33	36	38	40	>40
	36	32	19	36	38	41	43	45	>45
	38	32	20	38	40	43	45	47	>47
	58	50	29,5	55	59	64	67	70	>70
	70	60	36	68	72	77	80	83	>83
GRUPO 4	18	16	10,5	19	21	24	26	28	>28
	24	22	13,5	25	27	30	32	34	>34
	36	32	19	36	38	41	43	45	>45
GRUPO 4	18	16	10,5	19	21	24	26	28	>28
	24	22	13,5	25	27	30	32	34	>34
	36	32	19	36	38	41	43	45	>45
GRUPO 4	10	9,5	6,5	11	13	14	16	18	>18
	13	12,5	8	14	16	17	19	21	>21
	18	16,5	10,5	19	21	24	26	28	>28
	26	24	14,5	27	29	32	34	36	>36
GRUPO 4	18	16	10,5	19	21	24	26	28	>28
	26	24	14,5	27	29	32	34	36	>36
GRUPO 4	10	9	6,5	11	13	14	16	18	>18
	16	14	8,5	17	19	21	23	25	>25
	21	19	12	22	24	27	29	31	>31
	28	25	15,5	29	31	34	36	38	>38
	38	34	20	38	40	43	45	47	>47

En las tablas anexas encontrará de forma rápida y sencilla cómo comprobar la potencia total del sistema (lámpara + balasto). La primera columna nos indica el tipo de lámpara. Las dos siguientes columnas nos indican el consumo de la lámpara bien trabajando a 50 Hz o bien trabajando con balasto de alta frecuencia. Las columnas con las distintas clases de balastos nos indican el consumo total del sistema, (lámpara + balasto). Para los balastos clase A1, A2 y A3 se toma como potencia de la lámpara los datos de la columna HF, y para el resto los de la columna 50 Hz.

	Potencia de lámpara (W)		CLASE						
	50 Hz.	HF	A1	A2	A3	B1	B2	C	D
TL-D	15	13,5	9	16	18	21	23	25	>25
	18	16	10,5	19	21	24	26	28	>28
	30	24	16,5	31	33	36	38	40	>40
	36	32	19	36	38	41	43	45	>45
	38	32	20	38	40	43	45	47	>47
	58	50	29,5	55	59	64	67	70	>70
PL-L	70	60	36	68	72	77	80	83	>83
	18	16	10,5	19	21	24	26	28	>28
	24	22	13,5	25	27	30	32	34	>34
PL-F	36	32	19	36	38	41	43	45	>45
	18	16	10,5	19	21	24	26	28	>28
PL-C	24	22	13,5	25	27	30	32	34	>34
	36	32	19	36	38	41	43	45	>45
	10	9,5	6,5	11	13	14	16	18	>18
PL-T	13	12,5	8	14	16	17	19	21	>21
	18	16,5	10,5	19	21	24	26	28	>28
	26	24	14,5	27	29	32	34	36	>36
PL-Q	18	16	10,5	19	21	24	26	28	>28
	26	24	14,5	27	29	32	34	36	>36
	10	9	6,5	11	13	14	16	18	>18
	16	14	8,5	17	19	21	23	25	>25
PL-S	21	19	12	22	24	27	29	31	>31
	28	25	15,5	29	31	34	36	38	>38
	38	34	20	38	40	43	45	47	>47
	5	4,5	4	7	8	10	12	14	>14
TL-MINI	7	6,5	5	9	10	12	14	16	>16
	9	8	6	11	12	14	16	18	>18
	11	11	7,5	14	15	16	18	20	>20
TL-E	4	3,4	3,5	6	7	9	11	13	>13
	6	5,1	4	8	9	11	13	15	>15
	8	6,7	5	11	12	13	15	17	>17
	13	11,8	8	15	16	17	19	21	>21
TL-E	22	19	12	22	24	28	30	32	>32
	32	30	18,5	35	37	38	40	42	>42
	42	32	19,5	37	39	46	48	50	>50

Lámparas que trabajan únicamente con balastos electrónicos de alta frecuencia.

	Potencia de lámpara (W)	CLASE						
		HF	A1	A2	A3	B1	B2	C
TL-5	14	9,5	17	19				
	21	13	24	26				
	24	14	26	28				
	28	17	32	34				
	35	21	39	42				
	39	23	43	46				
	49	29	55	58				
	54	31,5	60	63				
	80	47,5	88	92				
TL-5 CIRCULA	22	14	26	28				
	40	24	45	48				
	55	32,5	61	65				

## 2.2.6. Norma Europea EN 12464-2. Requisitos generales para el alumbrado de áreas

La siguiente tabla resume los requisitos de iluminación asociados a las diferentes zonas de aparcamiento. En general, la función de una instalación de alumbrado de áreas es proporcionar una iluminación adecuada y suficiente que garantice:

- ✿ unas condiciones de trabajo eficientes,
- ✿ seguridad vial, y
- ✿ seguridad para las personas y los bienes.

Para usar la siguiente tabla, será preciso clasificar el área en función de la complejidad y frecuencia de las actividades, de las estimaciones de tráfico y del nivel de seguridad requerido.

Zonas de aparcamiento				
Tipo de área, tarea o actividad	$\bar{E}_m$ lx	$U_m$ -	$GR_L$ -	$R_a$ -
Tráfico ligero: tiendas, viviendas adosadas, cobertizos para bicicletas	5	0.25	55	20
Tráfico normal: grandes almacenes, edificios de oficinas, fábricas, complejos deportivos o multiusos	10	0.25	50	20
Tráfico pesado: colegios, iglesias, grandes superficies, grandes complejos deportivos o multiusos	20	0.25	50	20

$\bar{E}_m$  : Iluminancia media mantenida  
 $U_m$  : Uniformidad de iluminancia (mín. / media)  
 $GR_L$  : Límite del índice de deslumbramiento  
 $R_a$  : Rendimiento en color  
 $U_s$  : Uniformidad de iluminancia (mín. / máxima)

## 2.3. Cómo se puede ahorrar energía en instalaciones de alumbrado

La luz es una necesidad humana elemental y una buena luz, por lo tanto, es esencial para el bienestar y la salud.

La iluminación en un garaje o aparcamiento debe servir a dos objetivos fundamentales: garantizar las óptimas condiciones para desarrollar las tareas correspondientes, y contribuir a una atmósfera en la que el trabajador se sienta confortable. Todo ello garantizando la máxima eficiencia energética posible.



La iluminación tiene unas características complejas de diseño, de prestaciones técnicas y de cumplimientos de regulaciones y normativas.

Las instalaciones de iluminación de las distintas dependencias que componen un garaje o aparcamiento, deben estar dotadas de sistemas que proporcionen un entorno visual confortable y suficiente, según las tareas y actividades que se desarrollan. Aplicando criterios de calidad adecuados al diseño, instalación y mantenimiento de todos aquellos elementos que intervienen en la obtención de una buena iluminación, obtendremos los resultados de confort visual requeridos, todo esto garantizando la máxima eficiencia energética y, por tanto, los mínimos costes de explotación.

En un garaje o aparcamiento, podemos encontrar una problemática específica, tal como:

- ❁ Luminarias que producen deslumbramientos directos o indirectos.
- ❁ Lámparas de temperatura de color y potencia inadecuada a la instalación, tanto por defecto como por exceso.

Por otro lado, es muy importante la utilización de iluminación eficiente, mediante luminarias de alto rendimiento, que incorporen equipos de bajo consumo y lámparas de alta eficacia luminosa (lumen/vatio), unidas al uso de sistemas de control y regulación cuando sea posible (aparcamientos multinivel o subterráneos) adecuados a las necesidades del espacio a iluminar, lo que permitirá tener unos buenos niveles de confort sin sacrificar la eficiencia energética.

Para realizar un buen Proyecto de Alumbrado en Instalaciones destinadas al aparcamiento de vehículos, tendremos que tener en cuenta los requisitos de los diversos usuarios de dicha instalación.

Conociendo los requisitos generales del usuario, es posible determinar los criterios de alumbrado para cada uno de los diferentes espacios: pasillos, zonas de caja, ascensores, escaleras, etc.



La calidad de la luz (nivel de iluminación, reproducción del color, temperatura del color y grado de deslumbramiento) ha de ser siempre suficiente para garantizar un rendimiento visual adecuado de la tarea en cuestión. El rendimiento visual de una persona depende de la calidad de la luz y de sus propias "capacidades visuales". En este sentido, la edad es un factor importante, ya que con ella aumentan las necesidades de iluminación.

Los efectos estimulantes de la luz son reconocidos por casi todo el mundo. No sólo los distintos efectos de la luz solar, sino también los efectos de la luz en los entornos cerrados. Existen estudios que sugieren que la luz repercute positivamente en la salud de las personas.

Una iluminación de baja calidad puede requerir un mayor esfuerzo y un mayor número de errores o accidentes, con la consiguiente disminución de las capacidades de actuación. Las causas son con frecuencia el escaso nivel de iluminación, el deslumbramiento y las relaciones de luminancia mal equilibradas en el lugar, o el consabido parpadeo de los tubos fluorescentes que funcionan con equipo convencional.

Está demostrado que muchos tipos de accidentes se podrían evitar si se mejorara la visibilidad aumentando el nivel de iluminación, mejorando la uniformidad, evitando deslumbramientos, instalando balastos electrónicos para evitar el efecto estroboscópico o parpadeo.

A continuación se analizan cuáles son las fases de una instalación de alumbrado en las que se puede ahorrar energía, y en cantidades muy



considerables, analizando detenidamente dónde, cómo y cuándo adoptar las medidas más eficaces para llevar a la práctica la consecución del ahorro deseado.

### 2.3.1. Fase de Proyecto

Los garajes y aparcamientos tienen distintas formas y tamaños. La altura de los mismos en el caso de los garajes multinivel o subterráneos varía de uno a otro. Las soluciones básicas de alumbrado son:

- ❁ Líneas con lámparas fluorescentes, Foto 2, en el caso de interior.
- ❁ Alumbrado con lámparas de descarga de alta intensidad utilizando proyectores, Foto 1.



**Foto 1.** Alumbrado con proyectores



**Foto 2.** Alumbrado con lámparas fluorescentes

La primera fase del proyecto es entender el tipo de espacio que vamos a iluminar y las actividades que se van a realizar en él.

En esta fase se debe prestar una especial atención a elegir y cuantificar aquellos criterios que realmente son fundamentales para conseguir una instalación de iluminación eficiente y de alta calidad. De entre todos los parámetros cuantitativos y cualitativos, hay que prestar una especial atención a:

- ❁ la predeterminación de los niveles de iluminación,
- ❁ la elección de los componentes de la instalación,
- ❁ la elección de sistemas de control y regulación.

### 2.3.1.1. La predeterminación de los niveles de iluminación

Deben tenerse muy en cuenta las necesidades visuales del observador tipo, convenientemente recogidas en las Recomendaciones y Normas relativas a tareas visuales a realizar por el ser humano. En resumen todo se reduce a la apreciación de un objeto contra un fondo, ya sean objetos físicos, letras u otros elementos.

#### A) Niveles de iluminación mantenidos

Cuando se realiza el proyecto de iluminación normalmente se establece un nivel de iluminación inicial superior, según los ciclos de mantenimiento, que dependerá de la fuente de luz elegida, de las luminarias así como de la posibilidad de ensuciamiento del mismo. Con el tiempo el nivel de iluminación inicial va decayendo debido a la pérdida de flujo de la propia fuente de luz, así como de la suciedad acumulada en luminarias, paredes, techos y suelos.

Los ciclos de mantenimiento y limpieza se deben realizar para mantener un nivel de iluminación adecuado a las actividades que se realizan y se tendrán que sustituir las lámparas justo antes de alcanzar este nivel mínimo, de este modo aseguraremos que la tarea se pueda realizar según las necesidades visuales.

Por supuesto se satisfarán otros criterios cualitativos simultáneamente, tales como la reproducción de colores, el color aparente de la luz, el ambiente en que se encuentren las personas en su interior, el control del deslumbramiento, la simultaneidad con la luz natural, etc.

#### B) Tiempo de ocupación del recinto

En una tarea visual que se desarrolla dentro de un recinto cerrado, el tiempo de ocupación tiene mucho que ver con el consumo de energía eléctrica. Así, la permanencia de la instalación encendida cuando no hay personas dentro de dicho recinto es uno de los mayores despilfarros energéticos.

### C) Aportación de luz natural

En el caso de aparcamientos multinivel deberá estudiarse la superficie abierta, la orientación respecto al sol, la proximidad de otros edificios, en resumen todo aquello que suponga una



aportación de luz natural, no sólo vital desde el punto de vista psicológico, sino sobre todo desde el punto de vista de ahorro de energía.

Quizás el elemento ambiental más relevante de un aparcamiento sea la existencia o no de luz. Los aparcamientos subterráneos apenas reciben luz solar, y por lo general tienen que conformarse con una cantidad limitada de luz artificial. De esta forma se crean zonas oscuras que a veces se agravan por culpa de la arquitectura. Un rincón oscuro puede incitar al miedo por la imposibilidad de ver lo que sucede o por si habrá alguien merodeando por allí con intenciones delictivas.

#### 2.3.1.2. Elección de los componentes de la instalación

Otro de los elementos básicos en la fase de proyecto es el proceso de estudio y elección de los elementos componentes, tales como **las fuentes de luz, los equipos eléctricos** precisos para el funcionamiento de las fuentes de luz, **las luminarias**, que alojan a unas y otros.

Sea como sea, cuando se comparan sistemas que son equivalentes en términos luminotécnicos, el análisis de costes hace la elección más sencilla. Al realizar tal análisis se debe calcular no sólo el coste inicial sino también los costes de explotación previstos (energía y mantenimiento de la instalación), entre otras razones, porque los costes de la energía son uno de los factores más importantes del coste global de la instalación.

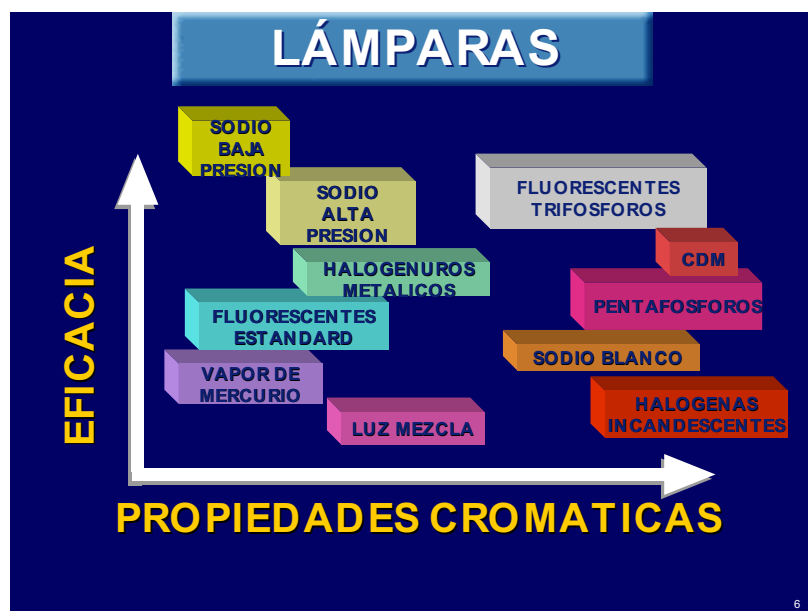
Para realizar un análisis de costes, se necesitan los siguientes datos:

- Número y tipo de luminarias/proyectores necesarios.

- ✿ Precio de la luminaria/proyector.
- ✿ Número y tipo de lámparas necesarias.
- ✿ Precio de la lámpara y equipo auxiliar.
- ✿ Consumo por luminaria/proyector, incluyendo las pérdidas de los equipos.
- ✿ Tarifas de electricidad.
- ✿ Vida útil de la lámpara.
- ✿ Horas de funcionamiento anual de la instalación.
- ✿ Financiación y amortización.

## A) Lámparas

Además de por sus características cromáticas, tanto de reproducción de colores, como de apariencia de su luz, las lámparas se diferencian sobre todo en términos de eficiencia energética por un parámetro que la define: la **eficacia luminosa**, o cantidad de luz medida en lúmenes dividida por la potencia eléctrica consumida medida en vatios. Nada mejor que una gráfica como la de la Fig. 1 para representar de una forma simple y rápida la diferencia entre las distintas fuentes de luz artificial.



**Figura 1.** Cuadro comparativo de eficacia de las lámparas.

Es importante para las prestaciones visuales y la sensación de confort y bienestar, que los colores del entorno, de objetos y de la piel humana sean

reproducidos de forma natural, correctamente y de tal modo que haga que las personas parezcan atractivas y saludables.

Para proporcionar una indicación objetiva de las propiedades de rendimiento en color de una fuente luminosa se ha definido el **Índice de Rendimiento en Color** (Ra o I.R.C.). El Ra se obtiene como una nota de examen; esta nota es el resultado sobre la comparación de 8 ó 14 colores muestra. Un 100 significa que todos los colores se reproducen perfectamente, y conforme nos vamos alejando de 100, podemos esperar una menor definición sobre todos los colores.

<b>Ra &lt; 60</b>	<b>Pobre</b>
<b>60 &lt; Ra &lt; 80</b>	<b>Bueno</b>
<b>80 &lt; Ra &lt; 90</b>	<b>Muy Bueno</b>
<b>Ra &gt; 90</b>	<b>Excelente</b>

Las lámparas con un índice de rendimiento en color menor de 80 no deberían ser usadas en interiores en los que las personas trabajen o permanezcan durante largos períodos.

La “apariencia de color” o **Temperatura de color** de una lámpara se refiere al color aparente (cromaticidad) de la luz emitida. La luz blanca puede variar desde tonalidades cálidas a frías en función de las sensaciones psicológicas que nos producen.

Para las aplicaciones generales la Comisión Internacional de Iluminación divide las fuentes de luz en tres clases según su temperatura de color:

<b>Blanco Cálido</b>	<b>Tc &lt; 3300 K</b>
<b>Blanco Neutro</b>	<b>3300 K &lt; Tc &lt; 5300 K</b>
<b>Blanco Frío</b>	<b>Tc &gt; 5300 K</b>

La elección de apariencia de color es una cuestión psicológica, estética y de lo que se considera como natural. La elección dependerá del nivel de iluminancia, colores del espacio y objetos del mismo, clima circundante y la aplicación.

## B) Balastos

Las lámparas incandescentes y las halógenas directas a red son las únicas que no necesitan de un equipo auxiliar (transformador o reactancia o balasto electrónico) para funcionar. Las lámparas de descarga se utilizan en combinación con diferentes tipos de balastos. Éstos pueden ser *Electrónicos* (también llamados Electrónicos de alta frecuencia) o *Electromagnéticos*. Bajo la categoría de balastos electromagnéticos se encuentran los de cobre-hierro tradicionales para lámparas fluorescentes. Estos balastos deben combinarse con cebadores y habitualmente con condensadores de corrección del factor de potencia.

Los **balastos electrónicos** ofrecen numerosas e importantes ventajas en comparación con los balastos electromagnéticos tradicionales:

- Las pérdidas de potencia en los balastos tradicionales (electromagnéticos) oscilan entre un 6-7 % hasta un 20 %, mientras en los balastos electrónicos puros son de 0 vatios.
- Ahorros de coste: reducción del consumo de energía en aproximadamente un 25 %, duración de la lámpara considerablemente mayor y reducción notable de los costes de mantenimiento.
- Al confort general de la iluminación, añaden lo siguiente: no produce parpadeos; un interruptor de seguridad automático desconecta el circuito al acabar la vida de la lámpara evitando los intentos de encendido indefinidos. El encendido de la lámpara rápido y fluido está garantizado y se evita el potencialmente peligroso efecto estroboscópico.

- Mayor seguridad mediante la detección de sobrecargas de voltaje, una temperatura de funcionamiento significativamente inferior y en la mayoría de los tipos, un control de protección de la tensión de red de entrada.
- Más flexibilidad: con los balastos de regulación, las instalaciones con lámparas fluorescentes pueden regularse, lo que permite el ajuste de los niveles de iluminación de acuerdo a las preferencias personales, además de proporcionar un ahorro adicional de energía.
- Las unidades de balastos electrónicos son más ligeras y relativamente sencillas de instalar comparadas con los balastos electromagnéticos y requieren menos cableado y componentes de circuito (no hay cebadores).
- El funcionamiento de los balastos electrónicos a alta frecuencia, por encima de 16 kHz, que hace aumentar la eficacia del tubo en un 10 %.



**Figura 2.** Algunos tipos comunes de balastos electrónicos.

Los balastos de precaldeo calientan los electrodos antes de aplicar la tensión de arranque. El precalentamiento del electrodo de la lámpara es posible en todas las lámparas fluorescentes. El precalentamiento tiene dos ventajas:

- ❁ Los electrodos de la lámpara sufren muy poco con cada arranque.
- ❁ La tensión de arranque necesaria es inferior que en un circuito de arranque frío.

Por lo tanto, con el precaldeo se pueden realizar tantas conmutaciones como sea necesario.

### C) Luminarias

La eficiencia energética de las luminarias está basada en el máximo aprovechamiento del flujo luminoso emitido por la lámpara, con un tope del 100 %, pero que en casos muy especiales se aproxima al 90 % como máximo. A esta eficiencia contribuyen de modo muy importante el tamaño físico de la lámpara (cuanto más se aproxima a un foco luminoso puntual mayor será su eficiencia dentro de un sistema óptico).

No obstante, no hay que olvidar que además de estas prestaciones iniciales las luminarias tienen como exigencia la conservación de éstas el mayor tiempo posible, ya sea evitando el ensuciamiento interno del sistema óptico, o evitando la degradación de las superficies reflectoras o de las superficies transmisoras o refractoras.

Los deslumbramientos pueden provocar cansancio y dolores oculares pudiendo llegar a producir irritación de ojos y dolores de cabeza. Se debe tener especial atención al deslumbramiento en aquellos lugares donde la estancia es prolongada o donde la tarea es de mayor precisión.

El **Índice de deslumbramiento Unificado** (UGR), es el nuevo sistema que la Comisión Internacional de Iluminación recomienda para determinar el tipo de luminaria que debe usarse en cada una de las aplicaciones atendiendo a la posibilidad de deslumbramiento que ésta puede provocar debido a la construcción de la óptica y la posición de las lámparas. El sistema utiliza una serie de fórmulas para determinar, en función de la luminaria la posición de instalación de la misma,



las condiciones del local, y nivel de iluminación, el posible deslumbramiento producido en los ojos de una persona que esté presente en el local. El resultado final es un número comprendido entre 10 y 31, siendo mayor el deslumbramiento cuanto más alto sea el valor obtenido.

### 2.3.1.3. Elección de sistemas de control y regulación

Además del conjunto formado por lámpara, balasto y luminaria que debe ser lo más eficiente posible, hay una serie de dispositivos, denominados genéricamente sistemas de regulación y control, que tratan de simplificar y automatizar la gestión de las instalaciones de alumbrado. Entre los diferentes sistemas, se pueden destacar:

- ❁ Sistemas automáticos de encendido y apagado.
- ❁ Sistemas de regulación y control bajo demanda del usuario por interruptor, pulsador, mando a distancia, etc.
- ❁ Sistemas de regulación de la iluminación artificial de acuerdo con la aportación de luz natural a través de acristalamientos de diversa índole.
- ❁ Sistemas de detección de presencia o ausencia para encender o apagar la luz, o incluso regular su flujo luminoso.
- ❁ Sistemas de gestión centralizada, automatizada o no.

Un sistema muy utilizado en garajes subterráneos en diversas zonas como puede ser la zona de escaleras, caja, descansillos, etc., son los detectores de presencia. Ejemplo: Occuswitch.

Las principales ventajas de los detectores de presencia son:



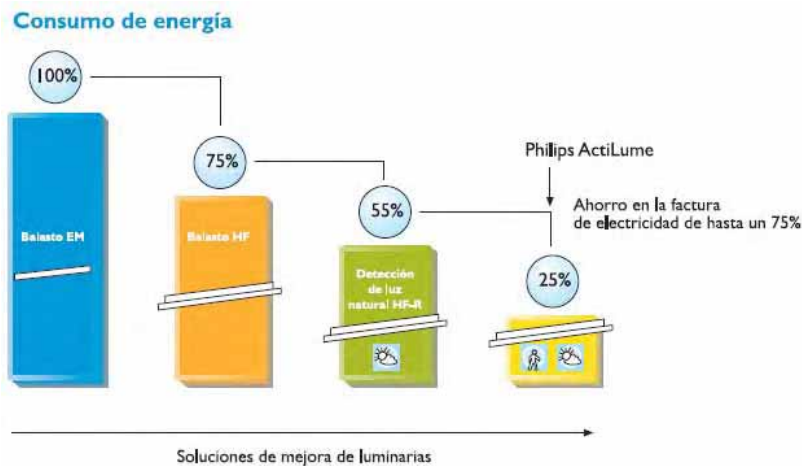
- ✿ Ahorro de energía: mediante este tipo de detectores usted puede maximizar su confort y ahorrar energía. Con un detector de presencia integrado – en función del modelo detectará presencia o ausencia – y/o una fotocélula, le asegura que las luminarias sólo estén encendidas cuando sea necesario.
- ✿ Fácil de instalar: suelen tener un concepto de cableado sencillo, sin cableado vertical, permite el cableado directo o en cascada y opción de regleta con tornillos o conector *wieland*.
- ✿ Fácil de usar y configurar: los equipos suelen venir precableados con las funcionalidades más comunes.
- ✿ Adecuado para diversas aplicaciones.
- ✿ Control automático o manual.



Dado que en estos espacios puede existir un flujo más o menos constante de personas y esto supondría un elevado número de encendidos y apagados, se deben instalar equipos de alta frecuencia de precaldeo de forma que los encendidos no reduzcan la vida de las lámparas. Además para que la instalación sea más confortable y segura para las personas debemos de tratar de que nunca se quede en completa oscuridad sino regulada al mínimo.

Otro sistema de regulación y control tienen otras funcionalidades más avanzadas como es no sólo la detección de presencia sino la regulación en el caso de aportación de luz natural y otra serie de ventajas. Éste puede ser el caso de un aparcamiento multinivel. Ej: Actilume.

El consumo de energía supone entre el 50 % y el 80 % del coste total de un sistema de alumbrado. Según la aplicación, Actilume le permitirá hacer un ahorro de energía de hasta un 75 %. Este ahorro tendrá también un impacto significativo en la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> y ayudará a cumplir con las nuevas directivas de ahorro de energía y alcanzar los objetivos de Kyoto.



Se trata de un sistema de atenuación automático que se ha diseñado para obtener el máximo confort y un ahorro de energía automático. Consiste en un sensor y una unidad de control incorporada en la luminaria que funciona con el nuevo balasto HF- regulador II. Es el primer sistema de control de alumbrado listo para conectar y usar. Se puede presionar el selector de modo para configurar el sistema. Además, la compensación de luz se ha preprogramado dependiendo del lugar donde se coloca la luminaria (zona cerca de la luz o zona sin aporte de luz).

Las ventajas principales de estos sistemas son:

- ❁ Sistema de atenuación automático y asequible que le ofrece un ahorro de energía automático.
- ❁ El alumbrado se regula automáticamente, adaptando los tipos de iluminación a los usos y necesidades del entorno.
- ❁ Fácil de instalar
- ❁ Integrable en la luminaria o en falso techo.



#### 2.3.1.4. Factores a tener en cuenta en las instalaciones de exterior

##### ❁ Integración de alumbrado de áreas en el entorno urbano y rural

El alumbrado de aparcamientos suele considerarse por separado, sin apenas prestar atención al efecto que produce sobre el entorno inmediato. El

resultado puede ser una mezcla de fuentes de luz distintas y una imagen global carente de estética. No es nada raro encontrarlos ocupando una plaza de la ciudad, y con las fachadas de los edificios iluminadas para acentuar sus rasgos arquitectónicos. En situaciones como ésta deberá tenerse mucho cuidado que la luz dispersa del aparcamiento no desvirtúe el alumbrado arquitectónico.



#### ☀ **Comprensión de la terminología sobre contaminación lumínica**

- Resplandor luminoso nocturno: el halo de luz que suele verse sobre las ciudades o las grandes instalaciones de iluminación. Consta de dos componentes: la luz directa de los proyectores emitida hacia el hemisferio superior y la luz refleja en el suelo.
- Luz dispersa: es la luz que traspasa los límites físicos establecidos en el diseño de la instalación de alumbrado.
- Deslumbramiento: tiene su origen en un sistema óptico mal diseñado que no apantalla eficazmente la luz de la lámpara o el reflector.

#### ☀ **Máxima contaminación lumínica permitida en instalaciones de alumbrado exterior**

En las siguientes tablas se indican los límites de contaminación lumínica para las instalaciones de alumbrado exterior, establecidos para minimizar los problemas causados a personas, flora y fauna.

Zona ambiental	Luz sobre inmuebles		Intensidad de lumina-		Luz ascendente	Luminancia	
	Ev lx		y I			ULR	$L_a$ cd/m <sup>2</sup>
	Antes de la hora de restricción <sup>a)</sup>	Después de la hora de restricción	Antes de la hora de restricción	Después de la hora de restricción			Edificio fachada
E1	2	0 <sup>b)</sup>	2.5	0	0	0	50
E2	5	1	7.5	0.5	0.05	5	400
E3	10	2	10	1.0	0.15	10	800
E4	25	5	25	2.5	0.25	25	1000

a) Si no hay horario restringido, los valores más altos no deberán superarse, y los más bajos se considerarán límites preferibles.

**dónde:**

E1 representa las áreas intrínsecamente oscuras, como parques nacionales o enclaves protegidos;  
 E2 representa las áreas de luminosidad baja, por ejemplo, zonas industriales o residenciales de ámbito rural;  
 E3 representa las áreas de luminosidad media, por ejemplo, zonas industriales o residenciales en las afueras de la ciudad;  
 E4 representa las áreas de luminosidad alta, tales como centros urbanos y zonas comerciales.

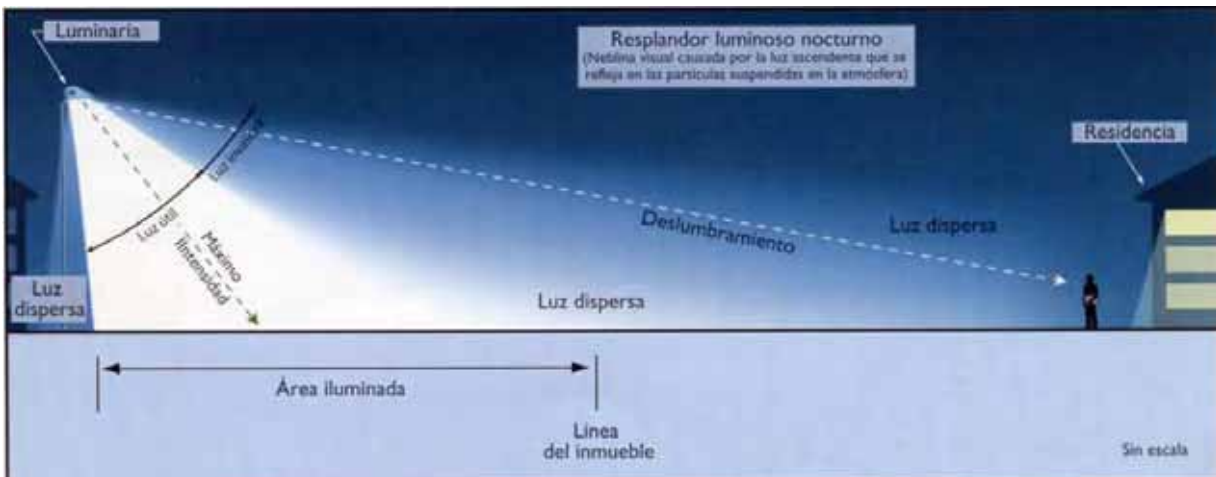
b) Si la luminaria es de alumbrado público (vial), este valor puede elevarse hasta 1 lx.

**y:**

$E_v$  es el valor máximo de luminancia vertical sobre los inmuebles, en lx;  
 $I$  es la intensidad de luz de cada fuente en la dirección potencialmente contaminante, en Kcd;  
 ULR es la proporción del flujo de la(s) luminaria(s) que se emite por encima de la horizontal, cuando las luminarias se encuentran instaladas en su posición;  
 $L_a$  es la luminancia media máxima de la fachada de un edificio, en cd/m<sup>2</sup>;  
 $L_s$  es la luminancia media máxima de las señales, en cd/m<sup>2</sup>.

### 🌟 Posibles soluciones para combatir la contaminación lumínica

Los proyectores con un control preciso de la distribución pueden contrarrestar debidamente la contaminación lumínica aplicando un corte drástico por encima de la horizontal y una intensidad máxima del haz en los ángulos más abiertos. Los proyectores dirigen la luz hacia abajo para garantizar el apantallamiento total de la luz por encima de la luminaria, evitando la intrusión lumínica en las viviendas cercanas.



### 2.3.2. Ejecución y explotación

Esta fase de la instalación posee una importancia decisiva a la hora de respetar todos aquellos principios que han justificado la decisión de una solución en

la fase de proyecto. Para ello, se requiere prestar una atención especial a una serie de circunstancias y datos que se enumeran a continuación.

### 2.3.2.1. Suministro de energía eléctrica

La comprobación y revisión de la existencia de subtensiones o sobretensiones justifica la toma de medidas eléctricas de la red de suministro, tanto durante la fase de ejecución inicial, como durante la explotación de la instalación, pues aunque el Reglamento de Verificación admite tolerancias de un más, menos 7 % en las tensiones nominales de alimentación, una sobretensión de un 10 % puede provocar un exceso de consumo energético de hasta un 20 % además del acortamiento muy significativo de la vida de la lámpara y del balasto.

### 2.3.2.2. Cumplimiento de los niveles proyectados

No deberán tolerarse las deficiencias de los niveles de iluminación proyectados, ni los excesos. Las primeras pueden dar origen a la realización defectuosa de la tarea visual. Los segundos pueden representar consumos excesivos innecesarios, directamente proporcionales a la eficacia luminosa de las lámparas empleadas en la instalación.



### 2.3.2.3. Respeto de las soluciones y sistemas proyectados

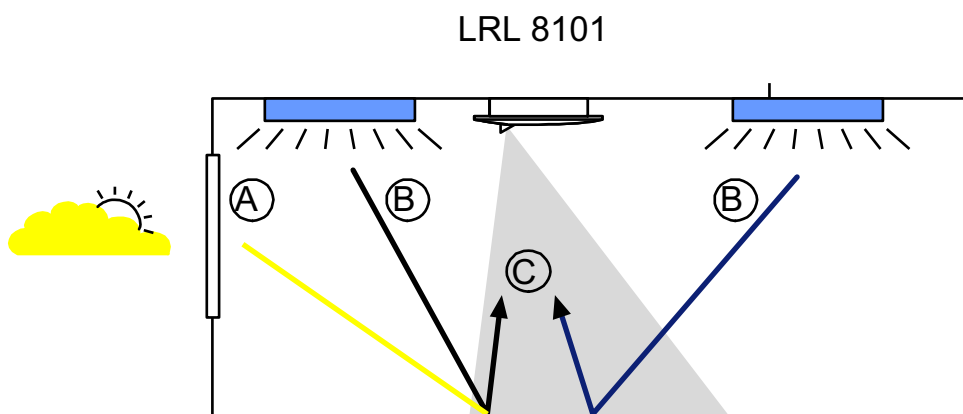
Hay que respetar al máximo las soluciones de Proyecto, pues aunque la tendencia a equiparar componentes y soluciones esté muy extendida en función de las diferencias de precios de adquisición, que a veces son muy importantes, las consecuencias de una falta de respeto del Proyecto puede dar lugar a pérdidas energéticas como consecuencia de los incumplimientos de los parámetros de calidad, que a veces pueden involucrar incluso la renovación de la instalación en un plazo de tiempo inferior al de su amortización.

### 2.3.2.4. Establecimiento de los encendidos y apagados

Barajando las posibilidades que se han mencionado en la fase de Proyecto, se trata de comprobar que dichos supuestos se cumplen en la realidad, es decir, que las zonas iluminadas que fueron así proyectadas soportan una actividad similar a aquella para la que se diseñaron. De acuerdo con ello, utilizando alguno o varios de los sistemas enunciados, se pueden llegar a ahorros energéticos de consumo del orden de hasta un 50 %.

### 2.3.2.5. Regulación de los niveles de luz artificial

La regulación del flujo luminoso para compensar la aportación de la luz natural que penetra por las zonas abiertas de un aparcamiento por ejemplo multinivel, Fig. 3, puede conducir a ahorros enormes de consumo de energía eléctrica, evaluables según la orientación y superficie abierta. Ningún edificio con aportación de luz natural debería proyectarse sin regulación del flujo luminoso o apagado de las fuentes más próximas a los espacios abiertos. Esto se recoge perfectamente en los últimos comentarios al Código de la Edificación.



**Figura 3.** Combinación de luz natural y luz artificial mediante control por célula.

### 2.3.3. Mantenimiento

No por ser la última fase es la menos importante. El capítulo de mantenimiento es el conjunto de todos aquellos trabajos, programados u ocasionales que sirven para conservar el funcionamiento de la instalación y las



prestaciones de la misma dentro de los límites que se consideraron como convenientes en la fase de Proyecto, y que se han tratado de respetar en la fase de Ejecución y Explotación. Así pues, habrá que prestar una atención especial a los siguientes métodos operativos.

### 2.3.3.1. Previsión de operaciones programadas

Las tareas de mantenimiento, tales como reposición de lámparas, limpieza de luminarias, revisión de los equipos eléctricos, y resto de componentes de la instalación requiere una organización que, dependiendo de las condiciones de suciedad o limpieza de la zona a iluminar, de la duración de vida de las lámparas y de las solicitudes a que estén sometidas éstas y los equipos, suponga la adopción de una frecuencia de mantenimiento. Cuando estas tareas se realizan de forma general o por zonas, con un *planning* establecido, se denominan operaciones programadas.



Con estas operaciones programadas se pueden llegar a ahorros equivalentes a lo que supondría el coste del 50 % de las operaciones casuales u ocasionales, es decir, cuando se tiene que acudir de prisa y corriendo para reemplazar una lámpara o componente que ha fallado.

El mantenimiento comprende el reemplazo regular de lámparas y otros componentes con duración limitada, así como el reemplazo temporal de elementos deteriorados o estropeados. Contribuye además a un consumo eficaz de la energía y evita costes innecesarios. Las lámparas pueden reemplazarse individualmente o todas al mismo tiempo (reemplazo en grupo).

Aparte de las lámparas que fallen prematuramente, es mucho mejor cambiar la totalidad al mismo tiempo; con ello se evita grandes diferencias de flujo luminoso entre lámparas nuevas y antiguas.



El reemplazo individual se hace necesario si la contribución del punto de luz en cuestión es indispensable. Se emplea en instalaciones al exterior con pequeña cantidad de lámparas o para alumbrados de emergencia y seguridad.

El mantenimiento de la instalación de alumbrado debe tenerse en cuenta, ya en la etapa de diseño de la misma, debiéndose prevenir con certeza que las luminarias sean fácil y económicamente accesibles para el mantenimiento y cambio de lámparas.

Cuando se cambian las lámparas, hay que tener especial cuidado en que las luminarias vayan equipadas con el tipo correcto. La instalación eléctrica deberá comprobarse y cualquier elemento desaparecido o estropeado será repuesto de nuevo.

### **2.3.3.2. Respecto a la frecuencia de reemplazo de los componentes**

Una de las normas más estrictas en el mantenimiento de una instalación es que se respeten las frecuencias marcadas para las operaciones programadas, pues en caso de no cumplirse, pueden llegar a cometerse errores tales como el de que las lámparas se vayan apagando y haya que recurrir a las operaciones de recambio casuales, o que el consumo se mantenga en un máximo para conseguir resultados inferiores a los necesarios.

### **2.3.3.3. Reemplazo llevado a cabo con componentes correctos**

Uno de los problemas más frecuentes que se observa en el mantenimiento de algunas instalaciones es que al realizarse las tareas de reposición, ya sea casual o programada, se sustituyen elementos de un tipo por otros similares pero de diferentes prestaciones. Esto que es tan evidente en el color de luz de las lámparas, y que se aprecia a simple vista, no es tan visible en los componentes del equipo eléctrico, pudiendo reemplazarse elementos por otros que no sean los correctos y den origen a fallos en la instalación. Está claro que el cuidado que se exige en todas estas acciones tiene un rendimiento muy favorable, pues la instalación se

comporta adecuadamente a lo largo de toda su vida, consiguiéndose los ahorros para los que fue proyectada.

#### **2.3.3.4. Recogida, transporte y reciclaje de los elementos sustituidos**

A pesar de que se ha publicado recientemente la Directiva Europea RAEE para la recogida y reciclaje de sustancias o componentes tóxicos empleados en material eléctrico, y aunque parece que no guarda relación con la eficiencia energética propiamente dicha, las tareas encaminadas a cumplir con esta Directiva permitirán conseguir resultados muy convenientes para la conservación del Medio Ambiente, al tiempo que obligará a los fabricantes a sustituir componentes considerados como peligrosos por otros alternativos.

Como conclusiones de este apartado, se ha pretendido recoger de una forma breve, pero completa, el abanico de posibilidades que pueden barajarse en las instalaciones de iluminación de recintos interiores para conseguir la mayor eficiencia energética y ahorro de consumo posibles, que evidentemente se traducirá en una menor producción de dióxido de carbono y de otros contaminantes a la atmósfera como consecuencia de la reducción de la producción de energía que se habrá ahorrado.

Por último, resaltar el enorme interés de todos los expertos en iluminación en este país y en el mundo por desarrollar instalaciones cada vez más eficientes energéticamente.

#### **2.3.4. Consejos a la hora de elegir las lámparas. Coste Total de Propiedad (CTP)**

A la hora de invertir en una instalación de alumbrado no sólo se deben de tener en cuenta la inversión inicial, coste de lámparas + luminarias + equipos y el coste de la instalación. Se deben de tener en cuenta también los siguientes costes:

- ❁ Costes de reemplazo de las lámparas (mano de obra y precio lámpara).
- ❁ Costes energéticos, precio del kWh. Consumo energético del sistema.
- ❁ Costes de mantenimiento: que serán la suma de los costes laborales, costes operacionales y los costes por alteración o interrupción producida.

Los CTP se pueden reducir:

- ❁ Reduciendo el coste de la instalación.
- ❁ Utilizando lámparas de mayor vida útil (lámparas de larga duración).
- ❁ Utilizando equipos energéticamente más eficientes (balastos electrónicos).
- ❁ Utilizando sistemas de control que permitan un uso racionalizado de la luz.

Los criterios luminotécnicos a tener en cuenta para realizar un proyecto de alumbrado son:

- ❁ **Illuminancia:** la iluminancia evalúa la cantidad de luz que incide sobre una determinada superficie, ya sea horizontal o vertical, y se define como el flujo luminoso incidente (medido en lúmenes) sobre un plano dividido por su superficie (expresada en m<sup>2</sup>). La unidad de medida es el lux (lúmen/m<sup>2</sup>). Existen varios tipos de iluminancia según la superficie en la que se mida, iluminancia horizontal ( $E_{hor}$ ) o vertical ( $E_{vert}$ ).
- ❁ **Illuminancia media:** valores medios de la iluminancia en una superficie determinada ( $E_m$ ).
- ❁ **Uniformidad:** relación entre las iluminancias mínima y máxima sobre una superficie ( $E_{min}/E_{max}$ ). Lo que nos indica este parámetro es la homogeneidad en los niveles de iluminación de una superficie, evitando la sensación de "manchas" y que toda la superficie tenga unos niveles de iluminación homogéneos.

Además de estos criterios luminotécnicos se tendrán en cuenta los definidos anteriormente:

- ❁ Índice de Rendimiento en Color (I.R.C. o Ra).
- ❁ Temperatura de color.
- ❁ Índice de deslumbramiento Unificado (U.G.R.).



La elección de las luminarias estará en función del trabajo que se realice en el espacio a iluminar y de la altura a la que debemos colocar las luminarias.

Los siguientes estudios económicos, comparan el CTP de instalar una lámpara estándar respecto a una lámpara MASTER, manteniendo los mismos niveles de iluminación o aumentándolos en muchos casos.

En cualquier caso vamos a diferenciar los garajes subterráneos o aparcamientos multinivel donde principalmente se utiliza fluorescencia y los aparcamientos al aire libre donde en función del grado de bienestar y situación se utilizan bien lámparas de sodio alta presión o lámparas de halogenuros metálicos cerámicos (Ej: Master City White).

### 2.3.4.1. Garajes subterráneos o aparcamientos multinivel

Las lámparas que se utilizan en este tipo de lugares son principalmente fluorescencia. Hemos realizado diversos supuestos de instalaciones para valorar los ahorros y ventajas de unos frente a otros.

#### A) Fluorescentes estándar Vs Fluorescentes Trifósforo

Las lámparas fluorescentes son las más utilizadas debido a su bajo coste, su versatilidad y su simplicidad de uso. Los ahorros obtenidos por la utilización de uno u otro tipo difieren considerablemente en función del balasto con el que trabajan. A parte del ahorro económico, la utilización de un tubo trifósforo frente a un tubo estándar otorga una mejor reproducción cromática y un mayor flujo lumínico además de una vida más larga.

Tipo de fluorescente	Ra	Eficacia	Contenido en mercurio
Tubo estándar	50-60	67-79	8 mg
Tubo trifósforo	>80	75-93	2 mg

En los siguientes supuestos se muestran cuales son los verdaderos costes totales de propiedad anuales. Se entiende por coste total de propiedad la suma de los costes de las lámparas, costes de electricidad y costes de mantenimiento.

Bajo un ciclo de encendido de 12 horas (dos encendidos diarios):

**A.1** Tubo fluorescente trifósforo 36 W Vs tubo fluorescente estándar 36 W trabajando con **equipo electromagnético**:

<b>Coste de la energía (kWh)</b>	<b>0,08 €</b>
<b>Tiempo de utilización anual</b>	<b>12 h / día – 3600 h / año</b>

<b>Tipo de fluorescente</b>	<b>Estándar T8</b>	<b>Trifósforo</b>
Número de tubos	1	1
Potencia (vatios)	36	36
Vida útil (horas)	7500	12000
Precio medio (€)	3	6
Tasa RAEE (€)	0,3	0,3
Coste de reemplazo (€)	3	3
Costes Energía / año	10,37 €	10,37 €
Costes de Mant. /año	3,02 €	2,79 €
<b>Ahorro anual</b>		<b>0,23 €</b>

**A.2** Tubo fluorescente trifósforo 36 W Vs tubo fluorescente estándar 36 W trabajando con **equipo electrónico**:

<b>Coste de la energía (kWh)</b>	<b>0,08 €</b>
<b>Tiempo de utilización anual</b>	<b>12 h / día – 3600 h / año</b>

<b>Tipo de fluorescente</b>	<b>Estándar T8</b>	<b>Trifósforo</b>
Número de tubos	1	1
Potencia (vatios)	36	36
Vida útil (horas)	7500	19000
Precio medio (€)	3	6
Tasa RAEE (€)	0,3	0,3
Coste de reemplazo (€)	3	3
Costes Energía / año	10,37 €	10,37 €
Costes de Mant. /año	3,02 €	1,76 €
<b>Ahorro anual</b>		<b>1,26 €</b>

Tanto si se dispone de un balasto electromagnético como electrónico, los ahorros en mantenimiento por lámpara instalada son considerables. A este beneficio económico, hay que añadir la mejor reproducción cromática de la gama trifósforo (cumplimiento de la Normativa UNE 12464-1), disminución del contenido en mercurio de la lámpara, siendo de este modo más respetuoso con el medioambiente y una mejora de la eficacia de las lámparas, permitiendo incluso la disminución del número de lámparas instaladas manteniendo el mismo flujo lumínico.

## **B) Fluorescentes estándar Vs Fluorescentes Trifósforo de Larga Vida**

Para lograr un mayor ahorro en CTP, en los últimos años, han aparecido lámparas fluorescentes trifósforos de larga vida. Los ahorros al utilizar estas lámparas son considerables si las comparamos con lámparas estándar o convencionales.

<b>Tipo de fluorescente</b>	<b>Ra</b>	<b>Eficacia</b>	<b>Contenido en mercurio</b>
<b>Tubo estándar</b>	<b>50-60</b>	<b>75-93</b>	<b>8 mg</b>
<b>Tubo trifósforo</b>	<b>&gt;80</b>	<b>70-90</b>	<b>2 mg</b>

En función de los ciclos de encendido y del tipo de balasto, las lámparas de larga vida pueden durar desde 24000 h hasta 79000 horas de vida útil.

A continuación, se muestran dos ejemplos comparativos en función del balasto utilizado en la instalación:

**B.1** Tubo fluorescente trifósforo de larga duración 36 W Vs tubo fluorescente estándar 36 W trabajando con **equipo electromagnético**:

<b>Coste de la energía (kWh)</b>	<b>0,08 €</b>
<b>Tiempo de utilización anual</b>	<b>12 h / día – 3600 h / año</b>

<b>Tipo de fluorescente</b>	<b>Estándar T8</b>	<b>Trifósforo Larga Vida MASTER TLD - Xtra</b>
Número de tubos	1	1
Potencia (vatios)	36	36
Vida útil (horas)	7500	40000
Precio medio (€)	3	10
Tasa RAEE (€)	0,3	0,3
Coste de reemplazo (€)	3	3
Costes Energía / año	10,37 €	10,37 €
Costes de Mant. /año	3,02 €	1,20 €

<b>Ahorro anual</b>	<b>1,83 €</b>
---------------------	---------------

<b>Tipo de fluorescente</b>	<b>Estándar T8</b>	<b>Trifósforo Larga Vida MASTER TLD - Xtreme</b>
Número de tubos	1	1
Potencia (vatios)	36	36
Vida útil (horas)	7500	58000
Precio medio (€)	3	18
Tasa RAEE (€)	0,3	0,3
Coste de reemplazo (€)	3	3
Costes Energía / año	10,37 €	10,37 €
Costes de Mant. /año	3,02 €	1,32 €

<b>Ahorro anual</b>	<b>1,70 €</b>
---------------------	---------------

Tanto con la utilización de tubos de larga vida Xtra o Xtreme, los ahorros anuales por tubo fluorescente instalados son considerables. A este beneficio económico, hay que añadir la mejor reproducción cromática de la gama trifósforo (cumplimiento de la Normativa UNE 12464-1), disminución del contenido en mercurio de la lámpara, siendo de este modo más respetuoso con el medioambiente y una mejora de la eficacia de las lámparas, permitiendo incluso la disminución del número de lámparas instaladas manteniendo el mismo flujo lumínico.

Estos ahorros anuales varían principalmente por el número de horas de encendido, equipos de funcionamiento, etc.

**B.2** Tubo fluorescente trifósforo de larga vida 36 W Vs tubo fluorescente estándar 36 W trabajando con **equipo electrónico**:

<b>Coste de la energía (kWh)</b>	<b>0,08 €</b>
<b>Tiempo de utilización anual</b>	<b>12 h / día – 3600 h / año</b>

<b>Tipo de fluorescente</b>	<b>Estándar T8</b>	<b>Trifósforo Larga Vida MASTER TLD - Xtra</b>
Número de tubos	1	1
Potencia (vatios)	36	36
Vida útil (horas)	7500	55000
Precio medio (€)	3	10
Tasa RAEE (€)	0,3	0,3
Coste de reemplazo (€)	3	3
Costes Energía / año	10,37 €	10,37 €
Costes de Mant. /año	3,02 €	0,87 €
<b>Ahorro anual</b>		<b>2,15 €</b>



Tipo de fluorescente	Estándar T8	Trifósforo Larga Vida MASTER TLD - Xtreme
Número de tubos	1	1
Potencia (vatios)	36	36
Vida útil (horas)	7500	79000
Precio medio (€)	3	18
Tasa RAEE (€)	0,3	0,3
Coste de reemplazo (€)	3	3
Costes Energía / año	10,37 €	10,37 €
Costes de Mant. /año	3,02 €	0,97 €
<b>Ahorro anual</b>		<b>2,05 €</b>

Al igual que en el caso anterior, se logran ahorros en mantenimiento mayores al trabajar con equipos electrónicos.

### 2.3.4.2. Aparcamientos en el exterior

En el siguiente supuesto se muestra cuál es el verdadero coste total de propiedad anual. Se entiende por coste total de propiedad la suma de los costes de las lámparas, costes de electricidad y costes de mantenimiento.

Además de los costes debemos tener en cuenta otras características como el índice de reproducción cromática, temperatura de color, vida útil y eficacia:

	Vapor de Mercurio HPL 125 W	Vapor de Mercurio HPL 250 W	Sodio Alta Presión SON PIA 70 W	Master City White CDO 150 W
<b>Eficacia (lm/W)</b>	50	51	94	90
<b>T de color (K)</b>	4.200	4.200	2.000	2.800
<b>I.R.C (Ra)</b>	>50	>50	25	>80
<b>Vida útil (h)</b>	10.000	10.000	20.000	12.000

#### DATOS GENERALES

Base de cálculo	<b>365 días</b>
Tiempo de funcionamiento	<b>11 h/días</b>
Horas anuales de funcionam	<b>4015 h/año</b>
Número de lámparas	<b>1 unidad</b>
Coste de la electricidad	<b>0,08 euros/kWh</b>
Mano de obra del operario	<b>30 euros/punto de luz</b>

### A) Lámpara de sodio alta presión Vs Lámpara vapor de mercurio

	SODIO ALTA PRESION SON PIA 70W	VAPOR DE MERCURIO HPL 125W
Potencia lámpara (W)	70	125
Potencia balasto (W)	7	12,5
Potencia sistema (W)	77	137,5
Vida útil (horas)	20.000	10.000
Flujo luminoso (lm)	6.600	6.200
P.V.R. (euros)	33,10	8,36
Coste Lámparas (euros)	6,64	3,36
Coste Electricidad (euros)	24,73	44,17
Coste Reciclaje (euros)	0,30	0,30
Coste Mantenimiento (euros)	6,02	12,05
<b>COSTE PROPIEDAD (euros)</b>	<b>37,70</b>	<b>59,87</b>
<b>AHORRO ANUAL (euros)</b>	<b>22,17</b>	

A pesar del coste inicial de las lámparas de sodio alta presión, 4 veces superior al vapor de mercurio, en **tan sólo 12 meses se ha amortizado**. A lo largo de la vida de la lámpara de sodio alta presión se **ahorrarían más de 110 euros**.

El principal ahorro viene motivado por la diferencia en el coste de electricidad (20 euros al año) y por los costes de mantenimiento.

### B) Lámpara MASTER City White Vs Lámpara vapor de mercurio

	MASTER CITY WHITE CDO 150W	VAPOR DE MERCURIO HPL 250W
Potencia lámpara (W)	150	250
Potencia balasto (W)	15	25
Potencia sistema (W)	165	275
Vida útil (horas)	12.000	10.000
Flujo luminoso (lm)	13.500	12.700
P.V.R. (euros)	64,37	18,98
Coste Lámparas (euros)	21,54	7,62
Coste Electricidad (euros)	53,00	88,33
Coste Reciclaje (euros)	0,30	0,30
Coste Mantenimiento (euros)	10,04	12,05
<b>COSTE PROPIEDAD (euros)</b>	<b>84,87</b>	<b>108,30</b>
<b>AHORRO ANUAL (euros)</b>	<b>23,42</b>	

A pesar del coste inicial de las lámparas MASTER CITY-WHITE, 3 veces superior al vapor de mercurio, en menos de **24 meses se ha amortizado**. Además está la calidad de la luz.

El principal ahorro viene motivado por la diferencia en el coste de electricidad (35 euros al año).

## Bibliografía

1. Código técnico de la edificación de “Código Técnico de la Edificación y otras normas relacionadas con el alumbrado”.
2. “Introducción al alumbrado”. Philips Ibérica.
3. “Luz sobre la Norma Europea”. Philips Ibérica.
4. “Manual de Iluminación”. Philips Ibérica.
5. “Revista internacional de luminotecnia”. Philips Ibérica.

## 3.1. ¿Por qué ahorrar agua?

Los dos últimos años (el 2005-2006), se dice que han sido de los peores desde hacía mucho tiempo a nivel de sequía. Según explicó el secretario general para el Territorio y la Biodiversidad, D. Antonio Serrano, de la combinación de todos los datos disponibles "se puede decir con certeza que 2005 fue el año más seco" desde 1887, aunque eso no significa que sea "la peor sequía".

En la Comunidad de Madrid, el año 2006, ha sido el peor de la década dejando los embalses al 40,6 % de su capacidad, un 0,8 % por debajo de los registros del año anterior (41,4 %) y muy por debajo de la media de los últimos 5 años (53,1 %) y de la última década (53,7 %).

Pero todavía hay personas que no entienden porqué ha de escasear el agua, y porqué el precio del agua potable es cada vez más caro, pues miren donde miren encontramos algún medio húmedo como ríos, lagos, estanques, y seguimos haciendo uso del agua como si no pasara nada.

Por desgracia, de las aparentemente inagotables reservas de agua de la Tierra, solamente se pueden emplear, de forma eficiente, pequeñas partes para la producción de agua potable.

El 97 % de las existencias de agua de la Tierra, corresponde al agua salada no potable de los océanos y mares. La mayor parte de los restantes 36 millones de kilómetros cúbicos de agua dulce, está aglomerada sólidamente en forma de hielo en los glaciares y en los casquetes polares de la Tierra. De manera que, sólo queda aproximadamente el 0,5 % de la totalidad de las existencias de agua para la explotación de agua potable.

Los expertos calculan que en un futuro, el despliegue técnico para la producción de agua potable y el consiguiente coste que esto acarreará, aumentarán el precio considerablemente.

Al igual que ha sucedido en otros países, se espera en los próximos meses, un fuerte crecimiento en la demanda de estudios y actuaciones que lleven a la incorporación de medidas correctoras y a la instalación de dispositivos que permitan reducir de este modo, los consumos tan elevados que en muchas ocasiones se tiene en sectores como el de los Garajes y Aparcamientos, especialmente cuando tienen centros o trenes de lavado.

La Comunidad de Madrid, a nivel estadístico, se mantiene desde hace unos años, con unos consumos similares a la media nacional; en este caso incrementó su consumo en un 3 % pasando de los 166 a 171 litros por habitante y día, en el año 2004.

El valor unitario del agua (*cociente entre ingresos por el servicio realizado y el volumen de agua gestionada*) se incrementó un 11,6 % en el año 2004, hasta situarse en 0,96 euros/m<sup>3</sup>.



**Foto 1.** Vista de un garaje público.

El valor unitario del abastecimiento de agua alcanzó los 0,66 euros/m<sup>3</sup>, mientras que el de tratamiento de aguas residuales fue de 0,30 euros/m<sup>3</sup>.

Revisando las cifras y noticias del año 2006 y tras unos años de claras acciones encaminadas a reducir el consumo en la Comunidad de Madrid, ésta ha registrado un descenso del consumo de agua de 18 litros por habitante y día, esto es, se ha gastado un 10,5 por ciento menos que la temporada anterior (2004-2005). Lo que supone que el consumo medio de los madrileños en este año hidrológico, es de 150 litros por habitante y día, cifra altamente interesante cuando la tendencia del país es el incremento de la demanda.

En el sector, hay tres enfoques diferenciados en consumos de agua:

- ✿ Los consumos en mantenimiento, climatización, limpiezas o baldeo, incluso riego y paisajismo, en algunos casos muy específicos.
- ✿ Los consumos de agua para la producción, o como parte de los procesos de lavado de vehículos o limpieza en general.
- ✿ Los consumos de ACS (*Agua Caliente Sanitaria*) y AFCH (*Agua Fría de Consumo Humano*) en consumos sanitarios en aseos, inodoros, duchas de personal, etc.

De entre los mencionados, en este capítulo se realizará un repaso por todas ellas, aunque las más sencillas y económicas de atacar son las de AFCH y ACS, a las que se les dedicará un apartado más amplio, ya que conllevan generalmente un gasto adicional (*el de la energía utilizada para calentarla*), y que además son generales a cualquier tipo de establecimiento, centro, instalación o edificación.

La valoración de una guía, como lo pretende ser ésta, que sirva a nivel genérico para todo tipo de garajes, aparcamientos y centros de lavado o establecimientos de cualquier tipo, nos lleva a enfocar el tema desde una perspectiva muy reducida y generalista, con una visión y consejos generales y actuaciones concretas y polivalentes válidas para cualquier tipo de establecimiento del sector.

Hoy en día, hay sistemas y tecnologías de alta eficiencia en agua, de fácil implementación y que aportan ventajas en todos los sentidos, resultando éstas, unas actuaciones, no sólo altamente rentables para la cuenta de resultados (*pues suelen generar beneficios económicos al siguiente año de su implementación*), sino

también para el medio ambiente, pues la reducción de consumos va paralela a la reducción de los residuos resultantes, reduciendo la cantidad de agua a depurar y, produciendo, por lo tanto, un menor gasto de reutilización.

En este punto y antes de continuar, una variante discriminatoria de los consumos de agua en este tipo de empresas, es cuando se pega el salto a la denominación de grandes consumidores (aquellos con un consumo anual superior a 10.000 m<sup>3</sup>), pues los costes se verán incrementados no sólo por una mayor penalización tarifaria, sino también por una serie de obligaciones, que por ejemplo, el caso del Ayuntamiento de Madrid, obligará a tener un plan de minimización del consumo y a ser auditado por una compañía externa, que certifique las actuaciones, consumos y medidas dispuestas para reducir al mínimo el consumo del establecimiento.

El ahorrar agua permite, casi en la misma proporción, ahorrar la energía utilizada para su calentamiento, aportando beneficios, ya no tanto económicos y muy importantes, sino ecológicos, para evitar la combustión, y reducir así la emisión de gases contaminantes, del denominado efecto invernadero.

Para hacernos una idea de estas emisiones de gases de efecto invernadero, derivadas del consumo de agua, podemos afirmar que la demanda en contadores de **1 m<sup>3</sup> de agua**, implica unas emisiones **mínimas** de más de **0,537 kilogramos de CO<sub>2</sub>**, considerando todo el ciclo de agua; es decir, aducción, distribución, acumulación, consumo, canalización, depuración, reciclaje y tratamiento de vertidos, etc.

Con una simple y sencilla cuenta, cualquiera puede calcular las emisiones provocadas por el consumo de agua; simplemente mirando la factura correspondiente y multiplicando el consumo por la cifra antes indicada; pudiendo calcular también la disminución de las mismas, si realiza actuaciones para economizar ésta.

A lo anterior, además habría que añadir la exigibilidad a corto plazo de nuevas normativas, las cuales obligan a que en un espacio de tiempo muy corto, en concreto de tan sólo dos años para iniciar las modificaciones y tres años para terminarlas, por lo que para el verano del 2008 todas las instalaciones deberán estar

adaptadas, según reza en el **BOCM, N° 146**, del Miércoles **21 de Junio de 2.006**, donde se recoge la aprobación la “**Ordenanza de Gestión y Uso eficiente del Agua en la Ciudad de Madrid**”, la cual fue aprobada por consenso de todo el pleno el día 31 de mayo.

Esta ordenanza, obliga a utilizar agua reciclada en procesos de lavado, prohíbe los procesos de lavado a mano con manguera convencional que utilice agua de red, y limita el consumo de agua a 70 litros máximo, por vehículo, pudiendo utilizarse para ello sistemas de alta presión. En los casos de lavado automático, éstos han de incorporar obligatoriamente el reciclado del agua en sus procesos. A parte del resto de normas en cuanto al consumo de agua sanitaria, griferías temporizadas y de bajo consumo, etc.

### **3.1.1. Objetivos de un plan de reducción del consumo de Agua**

Como se indicaba anteriormente, la ordenanza del Ayuntamiento de Madrid, que lleva ya en vigor casi un año, obliga a todo establecimiento público a incorporar técnicas de bajo consumo de agua, y si fuera un gran consumidor (*más de 10.000 m<sup>3</sup>*), y sea cual fuere su actividad, a realizar un plan de gestión sostenible del agua y de ser auditado por una empresa externa, que certifique que cumple la normativa y en qué grado de cumplimiento lleva su propio plan, siendo visada por el departamento denominado Oficina Azul.

Además, da claras especificaciones del tipo de griferías a instalar y los consumos máximos de las mismas, ofreciendo un plazo máximo para que todos los establecimientos adecuen sus instalaciones e incorporen grifería eficiente en las áreas públicas o de elevada concurrencia, como por ejemplo los aseos públicos, y optimizar sus consumos en toda la instalación.

No sólo la localidad de Madrid, dispone de normativas de uso y gestión sostenible del agua, ininidad de ayuntamientos como el de Alcobendas, (*que fue uno de los primeros de España*), Alcalá de Henares, etc., disponen de normativas al



respecto y en estos últimos días se están realizando infinidad de acciones y actuaciones, para sensibilizar directa e indirectamente al ciudadano a cuidar y hacer un uso racional del agua que poseemos.

Como podemos ver, cada vez más, la sociedad, las autoridades, instituciones, van acotando los excesos de consumo, pues el hecho de que el agua resulte barata, no quiere decir que dispongamos de ella sin ninguna limitación y cada día iremos viendo cómo el Estado, las comunidades autónomas y sobre todo las corporaciones locales, legislan a favor del crecimiento sostenible y el mantenimiento de los recursos naturales, para favorecer a las futuras generaciones.

Un **Programa de Reducción y Uso Eficiente del Agua**, para cualquier establecimiento, empresa, garaje, aparcamiento con o sin talleres o centro de lavado, etc., se implementa para alcanzar distintos objetivos, entre los que se pueden destacar los siguientes:

- ❁ Disminuir el agua requerida para cada proceso, optimizando la utilización de la misma.
- ❁ Disminuir, por lo tanto, de una forma directa los residuos, obteniendo una importante reducción del impacto ambiental.
- ❁ Reducir los consumos adyacentes de energías derivadas de su utilización, como por ejemplo la energía utilizada para calentar o enfriar el agua, así como los de almacenaje y preparación.
- ❁ Disminuir los consumos de fuentes de energía fósiles, tales como el carbón, el petróleo y el gas natural, realizando un efectivo aporte a la protección de la naturaleza.
- ❁ Cumplir la legislación medioambiental aplicable en todo momento y, en la medida de lo posible, adelantarse a las disposiciones legales de futura aparición.
- ❁ Facilitar las posibles implementaciones de sistemas de gestión medioambiental, tipo ISO 14.001, EMAS, etc.
- ❁ Ayudar a la sociedad directa e indirectamente, facilitando el crecimiento sostenible de la misma y aportando un granito de arena vital para futuras generaciones.

- ✿ Obtener una mejor imagen pública para la empresa o gestora, de ser respetuosa con el medioambiente, lo que la posiciona y diferencia del resto de la oferta del gremio, siendo muy apreciado por determinados sectores, pero sobre todo por los clientes y usuarios más exigentes, como signo de calidad.
- ✿ Y por último, la no menos importante actuación, la reducción de costes económicos, que permitirán un mejor aprovechamiento de dichos recursos en otras áreas y facilitará y aumentará los beneficios, haciendo que la empresa sea más competitiva.

### 3.1.2. Situación del sector en temas hídricos

No hay muchos estudios en esta materia y si los hay son muy específicos, por lo que para poder dar una visión un poco generalista, podríamos indicar que la eficiencia hídrica no es una de las preocupaciones del sector, salvo cuando va aparejada con problemas de vertidos a cauce, o problemas de inspecciones por vertidos no autorizados, o excesos de consumo.

De un estudio muy afín, realizado hace algún tiempo por el Instituto de Desarrollo Comunitario de Cuenca, titulado “Estudio Medioambiental sobre el Sector de Talleres de Automoción”, se pone de manifiesto el poco interés de los empresarios del sector, debido principalmente al precio insignificante del agua respecto a otros gastos y consumos de sus instalaciones.

La falta de concienciación y formación medioambiental, unida a lo irrelevante del gasto en agua, hace que por ejemplo sólo un 11,4 % de los talleres de la muestra analizada (*en dicho estudio*), sean conscientes de lo contaminante de sus acciones y los perjuicios que sus acciones no controladas pueden ocasionar a la sociedad. Y si sobre esta situación, reflexionamos de la importancia del componente energético en sus demandas de agua, sólo algunos responsables y empresarios caen, en que una gran parte de dicha demanda es agua caliente, por lo que, si redujera su consumo, paralelamente disminuiría su consumo energético.

Este estudio y en materia de contaminación determina que, sólo un 14,3 % de los responsables de la muestra analizada, son conscientes de en qué actuaciones, áreas o labores pueden producirse vertidos, derrames o contaminaciones por sustancias utilizadas habitualmente en los vehículos, lo que provocaría un alto daño a las depuradoras municipales.

Por lo que, difícilmente puede evitarse la contaminación, si se desconoce cómo se puede producir, al igual que difícilmente podremos reducir la demanda, si se desconoce la manera.

En un proyecto cofinanciado por la CEE, a través del proyecto LIFE-2003, la compañía (EMT) de autobuses del Ayuntamiento de Valencia, ha llevado a cabo un proyecto de varios años de investigación y culminando en uno de demostración, para minimizar el impacto ambiental en sus instalaciones, sirviendo de ejemplo para muchas compañías con centros o grandes flotas de vehículos. El programa denominado URBANBAT, ofrece soluciones al tratamiento, reciclaje, depuración y reutilización, en casi todas las áreas de este tipo de instalaciones.

En un estudio realizado por la División de Tratamiento de Aguas de la compañía ISTOBAL, S.A. finalizado a primeros de año del 2007, se concluyó que se puede reutilizar más del **65 %** del agua utilizada, con la instalación de un reciclador en los procesos de lavado (*puentes, trenes y centros de lavado*), cuando el aclarado utiliza agua desmineralizada y hasta el **75 %** si es agua de red.

Si las instalaciones incluyen una depuradora, este porcentaje sube hasta alcanzar más del **95 %** del agua utilizada.

## 3.2. ¿Cómo ahorrar agua y energía?

Tanto por responsabilidad social, como personal, ecológica o económica, es importante saber qué hacer para reducir la demanda de agua. Este capítulo persigue dar a conocer acciones, técnicas y sistemas que permitan a propietarios, gestores, responsables y técnicos de este tipo de establecimientos, minimizar los consumos de agua y la energía derivada de su calentamiento.

La racionalización y el consumo responsable del agua, no ha de limitarse sólo a la disminución de consumos, sino que ha de enfocarse desde el punto de vista de aprovechamiento de ésta en cualquier área o posible actuación que permita su reaprovechamiento o reciclaje y por su puesto depuración.

La nueva normativa del Ayuntamiento de Madrid,<sup>1</sup> se centra de forma explícita en determinar cómo deberán de ser las nuevas edificaciones e instalaciones industriales, en lo concerniente a las instalaciones de suministro, distribución y calentamiento térmico y por supuesto recuperación y reciclaje.

Específicamente dedica un artículo al lavado y la limpieza industrial de vehículos, lo que es una parte importante del sector y concreta en el Artículo 29:

*1. Queda prohibida la limpieza de vehículos privados o pertenecientes a flotas de vehículos en instalaciones de lavado ubicadas en centros comerciales, garajes, aparcamientos, estaciones de servicio u otros locales o instalaciones industriales, propias o de terceros, mediante manguera convencional o sistemas similares que utilicen agua de la red de abastecimiento.*

*2. El lavado de vehículos en las instalaciones y locales mencionados en el apartado anterior deberá realizarse mediante sistemas de alta presión temporizados que aseguren consumos de agua inferiores a 70 litros por vehículo o bien mediante sistemas autónomos de lavado móvil de vehículos de bajo consumo de agua.*

*3. En las instalaciones de lavado automático de vehículos y otros servicios de limpieza industrial con agua de abastecimiento se establece la obligatoriedad de disponer de sistemas de reciclado de agua en sus instalaciones.*

*4. Dichos sistemas de reciclado de agua serán preceptivos en las nuevas instalaciones, debiendo formar parte del proyecto que se presente junto con la solicitud de licencia urbanística.*

*5. En las instalaciones ya existentes se establece un plazo máximo de dos años para el inicio de las actuaciones necesarias para la adaptación de las instalaciones a los requisitos establecidos en el apartado 1, y un plazo de tres años para la adaptación total de las mismas. A los efectos de permitir la adaptación de*

---

<sup>1</sup> Ordenanza de Gestión y Uso Eficiente del Agua en la Ciudad de Madrid, publicada el Miércoles 21 de Junio de 2.006 en el B.O.C.M. Núm. 146.

*estas instalaciones a lo dispuesto en la presente ordenanza, solamente será necesario tramitar la modificación de la licencia cuando el alcance de las variaciones así lo exija en aplicación de la vigente Ordenanza de Tramitación de Licencias Urbanísticas.*

Muchas veces se plantean actuaciones complejas, normativas internas, campañas de concienciación excesivamente costosas y trucos para intentar reducir los consumos que se tiene de agua y energía, cuando hay actuaciones que pasan desapercibidas por los usuarios y que a la vez aumentan el confort de uso.

Se dispone de muchas opciones cuando se habla de ahorrar agua y energía, y esto ha de hacerse considerando infinidad de factores, desde la optimización de las facturas, pasando por la formación del personal y/o considerando los proyectos en su fase de diseño, a la realización de estudios y eco-auditorías de hidro-eficiencia, sin olvidar el mantenimiento y la implementación de medidas correctoras en aquellos puntos que son significativos, no por volumen de agua ahorrada, sino por posibilidades de ahorro existentes.

### **3.2.1. Acciones y consideraciones para ahorrar agua y energía**

Un paso previo para determinar qué se puede hacer para economizar agua, es el análisis de qué es lo que influye en el consumo, para que éste pueda ser menor. De estudios, encuestas y trabajos realizados por el autor, se pueden exponer una serie de conclusiones:

- ✿ La configuración del trazado de las líneas de conducción o distribución y reparto y las presiones de entrega, hacen que algunos puntos de consumo sean más elevados de lo estrictamente necesario.
- ✿ Los caudales entregados por lo general, suelen ser superiores a los exigidos o necesarios.
- ✿ Hay muchas veces que el agua circula innecesariamente por los circuitos sin demanda, ni criterio.

- ✿ En algunos de los procesos y equipos se podría consumir menos agua de la que se consume sin merma del confort, ni detrimento del servicio ofrecido, pues hoy en día se dispone de tecnologías que lo posibilitan, y que dependen sólo de la selección del equipo adecuado.
- ✿ La calidad del agua que en determinados procesos se utiliza es excesiva, para el uso al que se destina. Por ejemplo, en los inodoros se podría utilizar un agua de menor calidad que la que se utiliza para la ingesta humana. *(Sobre todo si disponemos de agua reciclada)*.
- ✿ En procesos productivos y áreas de trabajo, podría reutilizarse más del 50 % del agua consumida si se reciclara y reutilizara con tratamientos en muchos de los casos de bajo coste.
- ✿ Un bajo coste de suministro, no tiene porqué ir aparejado de un bajo coste de depuración, por lo que, si reducimos el consumo disminuiríamos el tratamiento, y para algunas áreas la concentración es favorable.

Dentro de la infinidad de posibles acciones y temas a considerar, a continuación se detallan algunos de los más importantes que puedan servir a modo de ejemplo, en los consumos de agua sanitaria, muy importantes por ser como decíamos antes, genéricos a cualquier actividad:

- ✿ En las instalaciones de fontanería, tanto de ACS, como AFCH, hay que preocuparse de que cuando se diseñen o reformen, se considere como muy importante la eficiencia; tanto como el diseño y la ergonomía de uso; utilizando los adelantos técnicos más avanzados que en ese momento existan *(ya contrastados)*, pues una instalación una vez construida, será para muchos años. Sin olvidar la facilidad de mantenimiento y sus costes.
- ✿ Prever las necesidades hídricas de producción, detectando en qué procesos se podría, mediante intercambiadores de calor o frío, aprovechar la energía de unos procesos a otros, mezclando incluso sistemas de calefacción o aire acondicionado, con procesos industriales.
- ✿ En los procesos de pintado *(en algunos centros disponen de taller)*, y lavado de chapas, lijado y pulido, es muy habitual utilizar procesos de agua en

circuito abierto, si utilizamos técnicas de recuperación de vertidos, se podrá ahorrar más del 50 % del agua consumida.

- ✿ La reutilización y/o reciclaje de aguas grises, si no se considera en la fase de diseño o al realizar una reforma, posteriormente suele encarecerse por necesitarse obra civil, tanto para la adecuación, como para la canalización de las instalaciones.
- ✿ Es muy interesante la instalación de contadores *(a ser posible electrónicos)*, que permitirán la segregación y control de consumos y fugas, adecuando los diámetros de éstos a las necesidades reales, y no con márgenes de seguridad excesivos, que encarecerán la factura del agua sin aportar nada a cambio. *(En la localidad de Madrid, ya es obligatorio para todos y se dispone de tres años para segregar los consumos comunitarios)*.
- ✿ La limitación de la presión barométrica de las instalaciones, puede suponer un ahorro en las plantas con cotas de altura inferiores de hasta un 20 %; para ello se debe, o bien realizar escalonamientos en las distintas alturas a suministrar agua, o bien limitar la misma por tramos de reparto y distribución. Por el contrario, en determinados procesos si subimos la presión barométrica con grupos de bombeo, podemos ser mucho más eficaces en el lavado y con muchísima menos agua. *(Subir de 150 a 200 bar, una lanza, puede suponer un 10 % de ahorro de agua y un menor tiempo de utilización)*.
- ✿ En consumo sanitario, la adecuación y regulación de temperaturas de reparto en todos los procesos y la regulación termostática de las mismas, garantizará un máximo de confort y un mínimo consumo energético de la instalación. A la hora de diseñar los edificios e instalaciones, hay que intentar concentrar las zonas húmedas o distribuirlas adecuadamente, no segregarlas más de lo necesario. Un circuito con 50 metros de más, genera un volumen de consumo energético en mantenimiento superior al 2 % anual.
- ✿ Otro elemento a considerar, es el tipo de grifería que se utilizará, pensando que las actuales leyes y normas exigen que el agua en circulación por el

punto más alejado de la caldera, esté por encima de 50 °C, lo más probable es tener problemas y accidentes por escaldamiento de los usuarios, pudiéndose evitar con la instalación de griferías termostáticas, las cuales aumentan el confort del usuario, no representan una inversión mucho mayor y ahorran más del 15 % de la energía. *(Siendo obligatorio en Madrid).*

- ❁ Selección de equipos y adecuación de las instalaciones de climatización al tipo de explotación que va a tener el edificio. Hay especialistas que saben exactamente cuál es el tipo más adecuado, las precauciones a tener en cuenta y las opciones más adecuadas a la hora de diseñar las instalaciones.
  - ✓ *Prever el aprovechamiento, canalización y recuperación del agua de las torres de ventilación, y/o de condensación, para ser utilizadas para otros usos (por ejemplo para el riego mezclada con otras aguas).*
- ❁ Utilizar jabones y productos biodegradables, que no contengan cloro ni fosfatos en su composición y emplear la dosis correcta propuesta por los fabricantes.
- ❁ Desarrollo de programas de mantenimiento preventivo que, además de cumplir con la normativa vigente, permitan una corrección y detección inmediata de anomalías, excesos de consumos, fugas, etc., revisando las protecciones de aislamiento de las tuberías cada seis meses y cada vez que algún operario realice algún trabajo de mantenimiento.
- ❁ Prever, programar y comprobar las temperaturas de calentamiento, acumulación y distribución del ACS, adecuándolas a la demanda de agua esperada. *(Es ilógico disponer de agua caliente en el fin de semana si se cierra el centro; ajustarlas de tal forma que el último día sólo se aporte el agua necesaria, programando su arranque para que el lunes esté preparada para su consumo).*
- ❁ Supervisar mensualmente, a la vez que se toman las temperaturas en puntos terminales, como exige el RD. 865/2003. Comprobar si éstos cierran adecuadamente, tienen pérdidas y/o fugas. *(Verificar, sobre todo, los*



*tanques o cisternas de inodoros, pues suelen ser los más dados a tener fugas, por culpa de los flotadores de los grifos o los sistemas de cierre).*

- ✿ Si se utilizan sistemas de tratamiento del agua, verificar la calidad del agua y su composición cada cierto tiempo y sobre todo en épocas estivales, pues la variación de su composición requerirá dosis o ciclos distintos. Aprovechar para comprobar el estado de resinas, sales, etc., de los distintos depósitos, verificando el resultado final del tratamiento.
- ✿ Realizar campañas de sensibilización ambiental dentro del establecimiento, formando al personal para que resuelva los problemas más habituales que pueda encontrarse, demostrando a los clientes su sensibilidad y preocupación por el tema, lo que mejorará la imagen pública del centro.
- ✿ Instalar, prever o implementar equipos y medidas economizadoras de agua, como las que a continuación se detallan, pues facilitarán la minimización de los gastos y consumos de agua y energía, y generarán beneficios por ahorro para toda la vida.
- ✿ Realizar un plan interno de la gestión y uso eficiente del agua y la energía. No ya porque sea digno de que lo puedan solicitar, sino por el propio interés de ver por dónde y de qué forma podemos crecer con los mínimos recursos, tanto naturales, como económicos.
- ✿ Realizar un plan interno de formación, identificando e informando a los empleados de los procesos y protocolos a seguir, para evitar el derrame, vertido y contaminación del agua y en qué procesos o trabajos puede producirse.

### **3.2.2. Acciones para minimizar los consumos de agua, por reutilización en puentes, trenes y centros de lavado**

Uno de los mayores puntos de consumo de agua en este sector, está motivado por la existencia de centros de lavado, puentes, túneles o trenes de

lavado de vehículos, los cuales pueden representar más del **90 %** de los consumos de agua de este tipo de centros.

Vamos a empezar por realizar un repaso rápido de las posibles mejoras que podrían llevarse a cabo en procesos y maquinarias de lavado de vehículos, base de la producción y actividad de muchas empresas de este sector.

En la mayoría de las ocasiones, cuando hablamos de garajes o aparcamientos, y casi siempre que disponen de este tipo de servicios, éstos se basan en las normativas (*DIN 1999, EN 858.1 y EN 858.2*), por lo que ya suelen contar con la etapa de vertidos que indica la normativa, pero casi siempre les falta el depósito de agua pre-tratada, que es de donde podría extraer agua si se instala una recicladora.

Es decir, casi todas las compañías con un lavadero, tienen un pequeño pozo arenoso en la propia pista de lavado, que lleva a un decantador de lodos, y después a un separador de aceites e hidrocarburos por coalescencia. Por lo que el primer paso para poder instalar un reciclador de agua, es disponer de espacio para poder instalar (*enterrado o no*), un depósito adicional.



**Foto 2.** Tren de lavado de vehículos.

### 3.2.2.1. ¿Por qué instalar un reciclador de agua?

El agua es una herramienta fundamental para los profesionales del mundo del lavado de vehículos. A la vista de la realidad actual, de la escasez del recurso en nuestro país y de las nuevas normativas, es imprescindible para el sector reflexionar sobre cómo tratamos el agua de nuestras instalaciones.

Una visión argumentativa del porqué hacerlo, tendría distintos prismas e interpretaciones, como por ejemplo:

#### POR OBLIGACIÓN LEGAL

El agua es un recurso escaso pero estratégico. Las distintas administraciones van forzando la implementación de este tipo de medidas, demostradas como buenas y sostenibles para el futuro que se nos avecina.

Comunidades autónomas, como la Región de Murcia, o Corporaciones locales como la del Ayuntamiento de Madrid, obligan a su implementación, tanto para obra nueva, como para todas las instalaciones ya existentes.

#### POR ECONOMÍA

Instalar un sistema de reciclaje permite reutilizar más del **65 %** del agua empleada en el proceso de lavado. Una posibilidad que reduce considerablemente la factura del agua. Este hecho, que en la actualidad es importante para su negocio, se convertirá sin duda en vital dentro de cuatro años, cuando está previsto que la Directiva Europea del Agua obligue a incrementar su precio. *(Fecha tope máxima: Año 2010).*

En nuestro país se prevé que el coste ascienda de media un 150 %, haciendo que la factura se multiplique por tres o por cuatro, según el municipio. Así, el precio real del agua puede llegar a estar en el entorno de **4,00 €** de media con muchísima facilidad, al tener que repercutir los costes reales de suministro, con el objetivo de ajustar el coste en nuestro país al de otros países de la Comunidad Europea.

La facilidad de amortización de las inversiones es tan elevada, que será raro tener que superar los tres años, para ver totalmente amortizada la inversión. Y si la obra civil es sencilla, lo normal será amortizarlo en el mismo ejercicio. Esto, con los costes actuales del agua, ya que según pase el tiempo, el coste de la misma, reducirá el plazo de amortización a la mitad.

### **POR RESPETO AL MEDIO AMBIENTE**

Evitar el agotamiento de un recurso escaso, que además es indispensable para la vida, y cuidar el entorno natural evitando el vertido de aguas con residuos contaminantes, promover el uso racional y sostenible de los pocos recursos que nos quedan, hace que bajo esta óptica, los sistemas de tratamiento de aguas sean vitales. Así lo establece la Administración, que vela por su utilización en situaciones de restricción de agua y sanciona duramente a las empresas que viertan a la red general aguas con residuos nocivos, como por ejemplo, los hidrocarburos.

### **POR COMPETITIVIDAD E IMAGEN DE MARCA**

Para ser competitivos en el sector de lavado de vehículos, es importante la rapidez, pero también la calidad del acabado final. La rapidez se obtiene con máquinas cada vez más avanzadas tecnológicamente. La calidad se consigue utilizando agua tratada, pero evitando dejar cercos o manchas al secarse el vehículo. Afortunadamente, hoy día es posible acabar con esta situación gracias a la instalación de sistemas desmineralizadores, con mínimo rechazo y agua reutilizable, y sin necesidad de utilización de descalcificadores, con su consiguiente vertido a desagüe de salmueras. (Por ejemplo utilizando un anti-incrustante, en vez de los clásicos descalcificadores).

La comparativa entre uno y otro tratamiento está llena de ventajas para el anti-incrustante:

- ✿ **Ventajas medioambientales:** con el uso del anti-incrustante se produce una aportación insignificante del mismo al rechazo. Con el uso de descalcificadores se produce en cada regeneración un volumen en torno a los 400-800 litros (depende del tamaño del descalcificador) de salmuera. Esta

salmuera puede contener hasta 10 veces la concentración en sal del agua de mar, lo que determina un aumento importante de la conductividad (salinidad) de los vertidos de la instalación.

Este parámetro si bien no es de los más dañinos, sí que es de los más complicados de depurar.

❁ **Ventajas económicas:** una garrafa de anti-incrustante de 10 l puede durar, en función del nivel de actividad del desmineralizador, entre 3 y 6 meses. El equivalente en sacos de sal de 25 kg, dependiendo del grado de dureza del agua, puede estar entre 100 y 180 sacos. Es verdad que, el coste al cliente de una garrafa es elevado (aproximadamente 185,00 Euros), pero haciendo números, es considerablemente menor que el del equivalente de sal (aproximadamente 5 veces menor gasto que con la sal).

❁ **Ventajas de espacio y de uso:** la mano de obra y el trasiego de sacos de sal es mucho más incómodo y costoso, que el de las garrafas de producto anti-incrustante, además de necesitar mayor espacio para su almacenamiento. Por otra parte nada tiene que ver el uso de un producto con el otro. En el caso del anti-incrustante se dispone de una garrafa de 10 litros junto al desmineralizador. Cada vez que se deba realizar la recarga (cada 500 horas de trabajo), se debe coger un volumen definido con la probeta adjunta (1-2 litros, según recomendación del *software*) para depositarlo en el depósito y luego pulsar el botón del equipo para que lo rellene con agua desmineralizada. En el caso de la sal, periódicamente, cada 3-6 días se han de coger 4 o 6 sacos de sal, levantarlos hasta el depósito de sal y cortarlos para su vaciado.

Por tanto en el primer caso cualquier persona puede ocuparse del mantenimiento, mientras que en el segundo, se ha de disponer de fuerza suficiente para levantar un peso considerable varias veces y con frecuencia.

❁ **Ventajas por ampliación de capacidad de acción:** el uso de descalcificadores es un buen sistema para inhibir la incrustación de sales, sin embargo el uso de anti-incrustante permite atajar otra serie de

inconvenientes que pueden afectar a las membranas negativamente; así, pequeñas cantidades de hierro, manganeso, aluminio o sílice, son dispersadas mediante la acción de este producto minimizando el problema de ensuciamiento asociado a estas sustancias.

De esta forma se evita la necesidad de colocar otros sistemas de pretratamiento que serían imprescindibles en caso de trabajar únicamente con descalcificadores. El pretratamiento con descalcificador tiene limitaciones en función de las características del agua de entrada; aguas con salinidades por encima de los 1.500 ppm o con durezas superiores a 80° HF no podrán ser tratadas correctamente. Esto dará lugar a fugas de dureza hacia las membranas y problemas de incrustación en las mismas.

Por último, y como otro factor totalmente independiente, el poder presumir de instalaciones “**Ecológicas**”, y “**Respetuosas Medio Ambientalmente**”, cada vez más, elimina las barreras u obstáculos naturales, que provocan las personas pesimistas en la materia o restrictores de utilizar este tipo de medios.

### 3.3. Tecnologías y posibilidades técnicas para reciclar agua

Hoy en día podemos encontrar infinidad de tecnologías para reducir los consumos de agua, para centrarnos y que este capítulo, pueda aportar algunas ideas concretas, nos centraremos en repasar muy por encima, algunas actuaciones a llevar a cabo en instalaciones de lavado, equipamientos de limpieza y tecnologías economizadoras de agua en consumo sanitario. Pretendiendo aportar ideas fáciles y sencillas para su cómoda implementación en instalaciones ya existentes e ideas a desarrollar en nuevos proyectos.

#### 3.3.1. Recicladores de agua en procesos de lavado

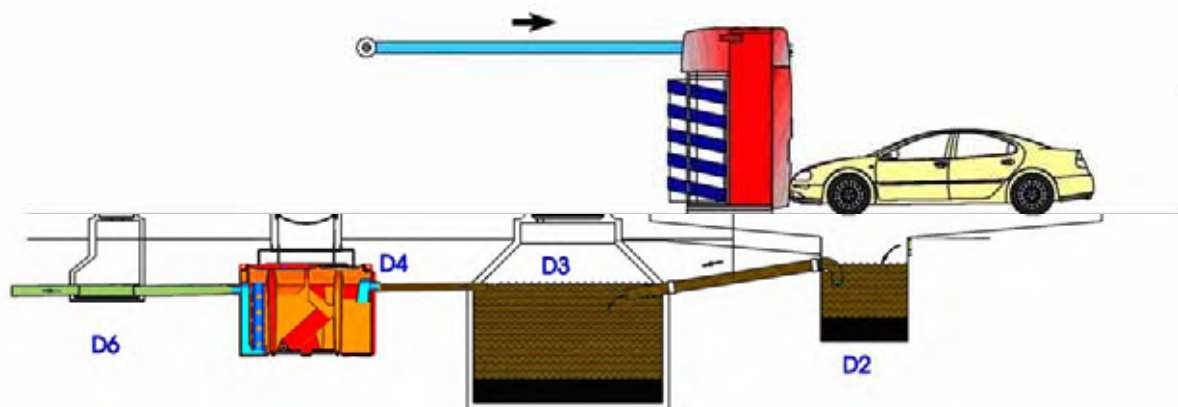
Los recicladores son equipos eficaces e inodoros, cuya misión es mejorar la calidad del agua tras las etapas de vertido para reutilizarla en lavados posteriores. No utilizan productos químicos y requieren un mínimo mantenimiento. Se dispone de

dos tecnologías diferentes como más extendidas: los recicladores basados en procesos Biológicos y los de Filtración en lecho de arena. Todos ellos permiten reutilizar entre un 65 %, cuando los programas de aclarado utilizan agua desmineralizada, a un 75 %, cuando se aclara con agua de red o pozo. Llegando hasta el 96 % cuando se dispone de depuradora propia.

Es muy conveniente el asesoramiento por parte de una empresa o servicio técnico que pueda ofrecer las garantías adecuadas, pues por desgracia como en todas las cosas hay desaprensivos, que se aprovechan del gran auge y demanda que estas necesidades están tomando hoy en día.

Siendo el primer punto a tratar una revisión de las instalaciones, si fueran existentes, para ver la instalación de los equipos y minimizar los requerimientos de obra civil en función del espacio disponible y las necesidades de cada caso. Sin olvidar, la desinfección del agua y un buen pre y post, tratamiento, adaptándolo a cada zona, tipo de agua, etc.

En la instalación de una máquina de lavado de vehículos (puentes, trenes o centros de lavado), es necesaria en cualquier caso una infraestructura de pre-tratamiento del agua de vertido, adaptadas a las normativas **DIN 1999 ó EN-858.1 y EN-858.2.**



**Figura 1.** Ejemplo de instalación según DIN-1999.

**Leyenda:**

- D2: Arenero.
- D3: Decantador.
- D4: Separador de aceites e hidrocarburos ligeros por coalescencia.
- D6: Arqueta de toma de muestras, previa al vertido.

El separador de aceites e hidrocarburos, debe ser prefabricado, con coalescencia y obturador automático (clase I) que garantice un contenido residual inferior a **5 mg/litro**. Es muy importante que las cantidades residuales no superen esta cifra ya que podrían provocar la compactación de los materiales filtrantes, dejando fuera de servicio el reciclador.

### 3.3.2. Reciclador físico de agua

El reciclador es un equipo destinado al tratamiento para la reutilización del agua procedente del lavado de carrocerías de vehículo (*puentes, trenes y centros de lavado*), basado en un sistema de renovación continua, con una capacidad de suministro de agua reciclada desde los 2.500 litros/hora (*1 botella filtrante*), hasta los 15.000 litros/hora (*6 botellas filtrantes*). Incorpora un depósito de rotomoldeo, para almacenamiento de agua reciclada.

La cantidad de agua a tratar en una instalación de lavado depende del tipo de instalación (*puente, tren, etc.*) y de los equipos opcionales *instalados (alta presión, espuma activa, lavado de bajos, etc.)*.



**Foto 3.** Reciclador físico. Modelo de 5 m<sup>3</sup>/h de producción.



Para cada tipo de instalación, será necesario realizar un estudio previo de consumos, pudiendo determinar de esta forma, los equipos y dimensiones más adecuadas.

### ¿Qué aporta un sistema físico?

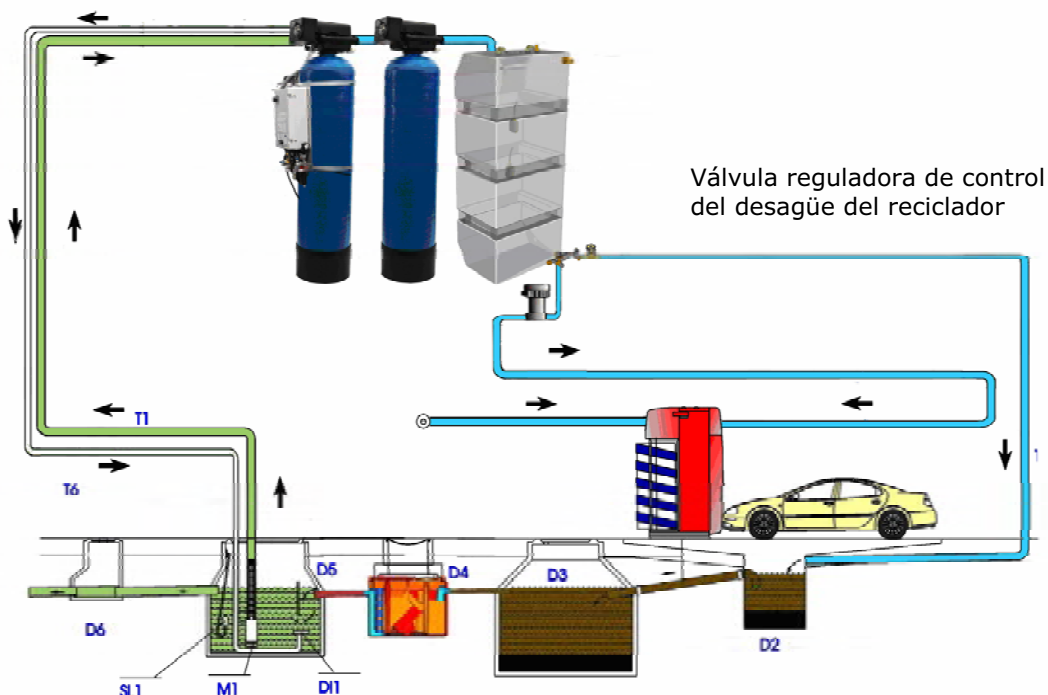
- ✿ Simplicidad de funcionamiento y mantenimiento. Control por válvula automática.
- ✿ Modularidad; posibilidad de ampliar el rango de tratamiento con la incorporación de nuevas botellas filtrantes, muy robustas y estancas (desde 2.500 l/h hasta 15.000 l/h).
- ✿ Previene la aparición de malos olores, incorpora un difusor de aire en el depósito de agua pre-tratada (el de acumulación incorpora pérdida continua), para prevenir la aparición de malos olores, sin adición de productos químicos, lo que posibilita la reducción del coste de mantenimiento.
- ✿ Tamaño de partículas a la salida apto para bombas de alta presión.

### Consumos de energía eléctrica:

En el siguiente cuadro, podemos ver los consumos medios de este tipo de equipos.

<b>Producción m<sup>3</sup>/hora:</b>	<b>2,5 m<sup>3</sup>/h</b>	<b>5,0 m<sup>3</sup>/h</b>	<b>7,5 m<sup>3</sup>/h</b>	<b>10 m<sup>3</sup>/h</b>	<b>15 m<sup>3</sup>/h</b>
Consumo en kW/h:	0,72 kW/h	0,40 kW/h	0,31 kW/h	0,24 kW/h	0,18 kW/h
Coste medio por m <sup>3</sup> producido:	0,07 €/m <sup>3</sup>	0,04 €/m <sup>3</sup>	0,03 €/m <sup>3</sup>	0,02 €/m <sup>3</sup>	0,017 €/m <sup>3</sup>

### Esquema modificado:



**Figura 2.** Ejemplo de instalación de un reciclador físico.

#### **Leyenda:**

- D2: Arenero.
- D3: Decantador.
- D4: Separador de aceites e hidrocarburos ligeros por coalescencia.
- D5: Entrada de agua desde el separador de aceites e hidrocarburos.
- D11: Aireación desde el reciclador.
- M1: Bomba de succión.
- SL1: Detector de nivel.
- D6: Arqueta de toma de muestras, previa al vertido.
- T1: Circuito de alimentación reciclador.

#### **Funcionamiento:**

El agua procedente del lavado es recogida en el depósito arenero, donde se depositan las partículas más pesadas. A continuación, el separador de hidrocarburos retiene los aceites e hidrocarburos ligeros. La electrobomba sumergida, instalada a la salida del depósito de agua pre-tratada, impulsará el agua hacia el reciclador, donde será tratada y lista para ser reutilizada en el ciclo de lavado. La válvula de recirculación, estará ajustada a unos 15 litros/minuto para garantizar la renovación del agua reciclada en el depósito y evitar así los malos olores.

Para un correcto funcionamiento y acabado de los vehículos, es recomendable que la fase de enjuague final se realice con agua de red, pozo o desmineralizada.

### 3.3.3. Reciclador biológico de agua

El reciclador biológico, al igual que el anterior, tiene por fin proporcionar agua reciclada, procedente del lavado de carrocerías de los vehículos, basado en un sistema biológico de renovación continua; suelen tener una capacidad de suministro de agua reciclada de unos 6.000 litros/hora.

Incorpora un depósito de acumulación de agua reciclada, para funcionar como una red de abastecimiento cuando la máquina de lavado demande agua, realizando una renovación del agua del sistema de manera controlada.

El proceso biológico reduce en gran medida la materia orgánica (DQO) proveniente en su mayoría de detergentes, ceras, aceites e hidrocarburos, reduciendo de esta forma la contaminación del agua.



**Foto 4.** Reciclador biológico de 6 m<sup>3</sup>/hora de producción.

Ello se consigue, gracias a la utilización de microorganismos adaptados que descomponen gran parte de las sustancias que contiene el agua de lavado. Se trata de organismos no patógenos, por lo tanto no existe peligro en su utilización.

Su funcionamiento está basado en la combinación de tres potentes acciones complementarias entre sí:

1. Proceso biológico, se emplean un tipo de microorganismos adaptados (bacterias) que reducen hasta en un **50 %** la materia orgánica del proceso de lavado (*detergentes, ceras, hidrocarburos*).
2. Proceso de oxigenación constante, realizada de forma continua por el paso del agua a través del sistema venturi del reactor.
3. Proceso de decantación, realizada aprovechando los depósitos especificados en la obra civil de la etapa de vertido.

#### **Consumos de energía eléctrica:**

En el siguiente cuadro, podemos ver el consumos medio de esta propuesta:

<b>Producción m<sup>3</sup>/hora.:</b>	<b>6,0 m<sup>3</sup>/hora</b>
Consumo en kW/h:	0,371 kW/hora
Coste medio por m <sup>3</sup> producido:	0,0365 €/m <sup>3</sup>

#### **Funcionamiento:**

El agua procedente del lavado es recogida en el depósito arenoso, donde se depositan las partículas más pesadas. A continuación el agua irá pasando por los dos decantadores de lodos, donde se crean las condiciones necesarias para el trabajo de los microorganismos, generando un fango activo que se deposita en dichos decantadores.

La electrobomba sumergida instalada en el depósito de agua pre-tratada, impulsará el agua hacia el depósito del reciclador, donde será oxigenada y lista para ser utilizada en el ciclo de lavado. Esta oxigenación se realiza de modo temporizado, para conseguir un nivel de oxígeno de al menos 2 ppm.

Esquema modificado de un circuito con reciclador biológico:

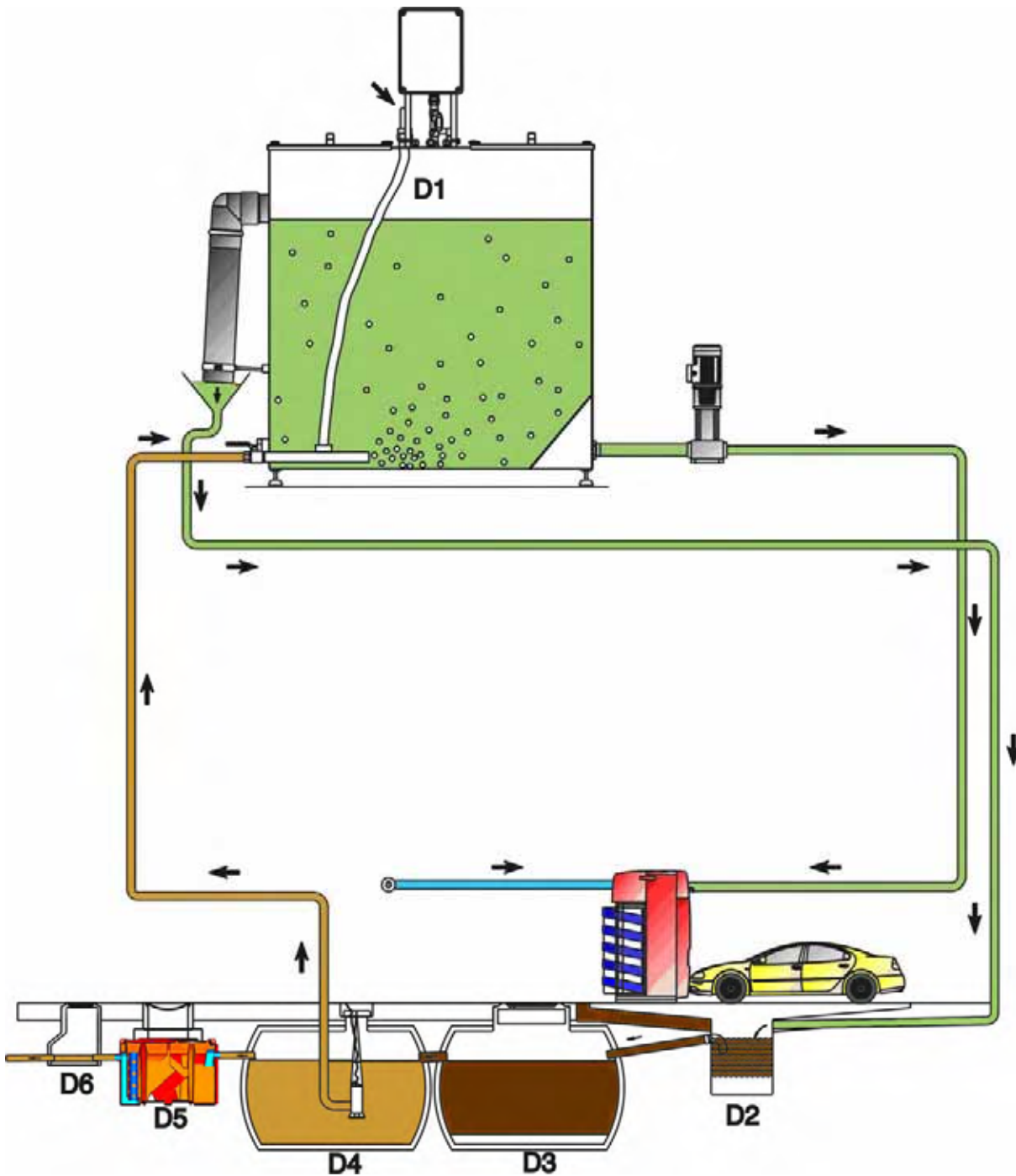


Figura 3. Ejemplo de instalación de un reciclador Biológico.

**Leyenda:**

- D2: Arenero.
- D3: Decantador de lodos.
- D4: Agua pre-tratada y alimentador del reciclador biológico.
- D5: Separador de aceites e hidrocarburos.
- D1: Aireación desde el reciclador.
- M1: Sistema reciclador.
- D6: Arqueta de toma de muestras, previa al vertido.

### 3.3.4. Infraestructura de pre-tratamiento

El buen funcionamiento de estos planteamientos propuestos, siempre han de ir acompañados de unas instalaciones acorde con las necesidades de la instalación; por ello si no fueran suficientes, se deberían adecuar, para su correcto funcionamiento. (Según norma UNE EN 858.1 y 858.2.).



**Foto 5.** Separador de hidrocarburos por coalescencia clase I, de 6 l/s.

Además, es necesario que el agua a reciclar proceda exclusivamente del lavado de carrocerías de vehículos. Las aguas procedentes del lavado de motores, talleres, aguas fecales, etc., no son aptas para su reciclado y pueden producir un mal funcionamiento del equipo.

El equipo se debe instalar en un lugar convenientemente ventilado y protegido contra riesgo de heladas.

En caso de conexión directa a redes de agua potable, deberán observarse las normativas vigentes con respecto a las protecciones contra retornos de aguas a las redes de distribución, tanto públicas como interiores.



**Foto 6.** Deshidratador de lodos.

Los residuos procedentes del lavado de vehículos, y almacenados en los depósitos decantadores y separadores de hidrocarburos, tales como lodos, hidrocarburos ligeros, etc., deben ser tratados como materiales peligrosos.

Ello implica la gestión de dichos residuos por empresas certificadas y acreditadas. No obstante, al objeto de minimizar costes de gestión de estos residuos, así como para automatizar el sistema, existen equipos deshidratadores de lodos, que consiguen reducir la humedad de un lodo procedente del lavado de vehículo, cuyo **97 %** es agua, en un amplio porcentaje, consiguiendo así reducir por cada 1.000 kg de lodo generado a 250 kg de lodo a tratar.

### 3.3.5. Depuración físico-química

Como se comentaba anteriormente, la depuración, como última etapa del proceso, antes de verter a cauce, exige unos niveles de calidad de las aguas, que son reguladas por los ayuntamientos y las cuencas hidrográficas. Por lo que entre otras consideraciones, se deberán observar escrupulosamente las cifras marcadas por las normativas.

Por ello, estos equipos, son necesarios en muchos casos; ya que se precisa adecuar la calidad y parámetros de las aguas a verter, a las exigencias de la normativa o las necesidades de reciclaje.

La contaminación más importante de las aguas viene provocada como consecuencia del aporte de sustancias físicas, químicas y biológicas debidas a los procesos de lavado.

Estas alteraciones, se producen como resultado del proceso industrial: color, olor, temperatura, materia en suspensión, formación de espumas, alteraciones químicas y alteraciones biológicas.

A diferencia de otros equipos de reciclaje donde la calidad del agua de salida depende del nivel de contaminación del agua de entrada al equipo, los equipos de depuración físico-químicos aseguran unos parámetros de salida para distintos niveles de contaminación del agua de entrada.

Ello permite controlar la polución provocada como consecuencia de la actividad de lavado (*Buenas Prácticas Medioambientales*) y reutilizar el agua en nuevos ciclos de lavado.

Así mismo, estos equipos de depuración, garantizan el cumplimiento de las exigencias legales en cuanto a los parámetros del vertido al alcantarillado y a los cauces públicos.





**Foto 7.** Depuradora físico-química de 5 m<sup>3</sup>/hora.

#### **Ventajas de utilizar este tipo de depuradoras:**

- ❁ Equipo de funcionamiento automático.
- ❁ Mantenimiento sencillo.
- ❁ Reducción de la contaminación por el proceso industrial. *(Evita sanciones administrativas)*.
- ❁ Sin necesidad de etapa de vertidos la cual requiere importante obra civil.
- ❁ Recomendable en instalaciones donde no se puede realizar vertido.
- ❁ Equipos compactos, no requieren mucho espacio.
- ❁ Posibilidad de usar agua reciclada en bombas de alta presión mediante postratamientos.
- ❁ Sin problemas de olores.
- ❁ Fácil transporte *(en contenedor)* e instalación.
- ❁ Posibilidad de reubicación del equipo.

### 3.3.6. Ejemplo de amortización

Las inversiones medias utilizadas son bastante bajas comparativamente con lo que aportan, oscilando entre los 5.000 € de los sistemas biológicos, a los 9.000 € de los sistemas físicos. Lo que provocaría amortizaciones de plazo muy corto.

No obstante, el problema, suele ser que hay que hacer por norma general, obra civil, (salvo que sea un proyecto de obra nueva), por lo que la mano de obra y los trabajos, aumentan considerablemente los plazos de amortización. No se puede dar una idea exacta del trabajo a realizar, *(pero una orquilla orientativa, podría estar entre los 15.000 y 40.000 máximo)*, de ahí que será prioritario, valorar la instalación por una empresa especializada, antes de poder calcular la inversión total y su amortización.

Sobre datos estadísticos, podríamos indicar que el plazo oscilaría entre los 6-8 meses a un máximo de 4-5 años, cuando la obra civil es muy considerable.

No obstante, determinando un ahorro medio mínimo del **60 %** podrá ver su factura y los ahorros que podría generar, con estas instalaciones de reciclaje y depuración de aguas, para incorporarlas a sus procesos de lavado.

## 3.4. Tecnologías de ahorro de agua y energía en ACS y AFCH

El nivel tecnológico de los equipamientos sanitarios que hoy en día están disponibles es impresionante, pero por desgracia muchas de estas técnicas y tecnologías no se conocen, con lo que su implementación se hace imposible por desconocimiento.

Este capítulo pretende dar un repaso a las posibilidades técnicas más exitosas y fáciles de implementar, y que más rápida amortización tienen *(en cuanto a ACS y AFCH, se refiere)*. Es muy habitual el mancharse o ensuciarse en estas actividades laborales, por lo que el nivel de uso del agua en el entorno sanitario es muy

elevado, suponiendo en muchos de los establecimientos el 70 % de la demanda total. *(Cuando no se cuenta con procesos de lavado).*

En la Comunidad de Madrid, cada vez hay más Ayuntamientos que exigen la incorporación de medidas economizadoras de agua en los edificios de nueva construcción, como es el caso de Madrid, Alcobendas, Alcalá de Henares, Getafe, etc., donde para obtener la licencia de obras, o la de apertura, se necesita documentar que el proyecto incorpora grifería de bajo consumo.

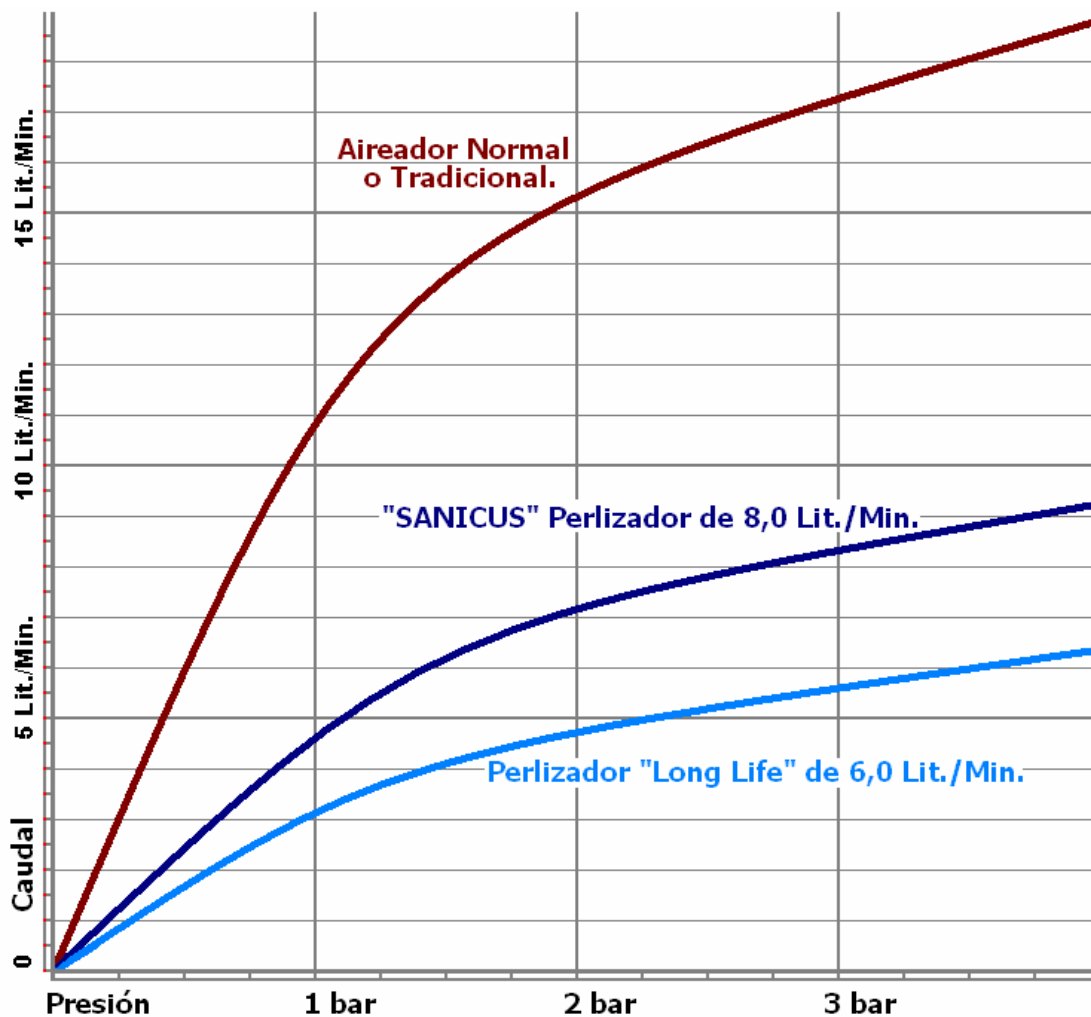
Las tecnologías existentes permiten acelerar el agua y crear turbulencias sin aportación de aire en cabezales de ducha, que mejoran el confort al generar una sensación de hidro-masaje por turbulencias, consumiendo mucha menos agua que con los sistemas tradicionales de masaje por cantidad y presión de agua, economizando hasta el **65 %** del agua que actualmente consumen algunos equipos, sin pérdida ni detrimento del servicio.

En el caso de los grifos, éstos suelen llevar un filtro para evitar las salpicaduras (*rompeaguas o aireadores*), disponiendo de tecnologías punteras como los Perlizadores y Eyectores, que reducen el consumo de agua un mínimo del 50 % en comparación con los equipos tradicionales y aportan ventajas, como una mayor eficacia con los jabones, por su chorro burbujeante y vigoroso, a la vez que son anti-calcáreos y anti-bloqueo, pudiendo ser sustituidos en cualquier grifería existente, Fig. 4. Aunque también hay griferías que ya lo incorporan.

### 3.4.1. Clasificación de equipos

En primer lugar hay que agrupar los distintos tipos de equipos sanitarios más utilizados a nivel de suministro de agua, en dos grandes grupos:

**Equipos completos y accesorios o adaptadores para equipos ya existentes;** estos últimos aportan tecnología economizadora al implementarlos sobre grifos ya en uso, teniendo un menor coste y aprovechando el equipo al que se le aplica; mientras que los primeros están pensados para obra nueva o remodelación.



**Figura 4.** Consumos de griferías normales y ecológicas con Perlizadores.

La siguiente información, pretende recoger la gran mayoría de las tecnologías existentes a modo de guía básica de las más difundidas y las que son más eficaces, aunque puedan resultar desconocidas.

### 3.4.2. Grifos monomando tradicionales

Siendo hoy en día el tipo de grifería más utilizada por excelencia, no quiere decir que no existan técnicas y tecnologías economizadoras para mejorar los consumos de agua y energía de este tipo de sanitarios, tan utilizados por todos.

El hecho de que el agua que se utiliza en un grifo monomando sea fría, no quiere decir que ésta no contenga agua calentada. (Como por ejemplo en un

*monomando de lavabo, al estar posicionado el mando o palanca en el centro, cada vez que abrimos éste, consumimos un 50 % de agua fría y 50 % de agua caliente, aunque a ésta no le demos tiempo a llegar a salir por la boca del grifo).*

Este problema está contrastado y demostrado, indicando que más del 60 % de los usuarios que utiliza un lavabo en un centro público, lo hace abriendo en su posición central y durante un tiempo medio inferior a 30 segundos, no agarrando la maneta, sino empujándola desde abajo hacia arriba, hasta el final del recorrido, dándole golpecitos hacia abajo, para ajustar el caudal (*si es que éste fuera muy elevado*).

Hay tecnologías que permiten reducir los consumos de agua de estos grifos y a la vez derivar los consumos de agua caliente no premeditada a consumos de agua fría. La solución consiste en la sustitución del clásico cartucho cerámico que incorpora, por otro “**Ecológico**” de apertura en frío en su posición central y en dos etapas.

Como se puede apreciar en la Foto 8, al accionar la maneta, ésta se encuentra en su posición central un freno a la apertura y además ofrece sólo agua fría, debiendo girar la maneta hacia la izquierda, para obtener una temperatura de agua más caliente. Esto ofrece ahorros generales superiores al 10 % de la energía media total que suele utilizar un lavabo normal, y un ahorro de un 5 % en agua aproximadamente.

Este equipo o cualquier otro tipo de grifería, ya sea de lavabo, fregadero, etc., y si tiene una edad menor de unos 20 años, además incorporará un filtro en su boca de salida de agua, denominado filtro rompeaguas o aireador y que tiene por objeto evitar que el agua al salir del grifo salpique.

Otra de las soluciones que hay para ahorrar agua y energía, consiste en la sustitución de este aireador, por un “**PERLIZADOR**”, el cual, a parte de cumplir con el objetivo del anterior, aporta ventajas como: ser más eficaz con los jabones líquidos, ser más agradable y confortable, aparentar salir más agua de la que realmente sale y, por supuesto, economizar agua y la energía derivada de su calentamiento.



**Foto 8.** Explicación gráfica de los Cartuchos Ecológicos.

Estas tecnologías garantizan ahorros de un mínimo del 50 %, llegando en ocasiones y dependiendo de la presión, hasta ahorros del 70 % del consumo habitual, existiendo versiones normales y antirrobo, para lugares en los que preocupen los sabotajes, posibles robos o vandalismo.

La implementación de Perlizadores de agua en lavabos, bidet, fregaderos, pilas, etc., reduce estos consumos, convirtiendo los establecimientos en más ecológicos, amigables y respetuosos con el medioambiente, y por supuesto, mucho más económicos en su explotación, sin reducir la calidad y/o confort del servicio ofrecido.



**Foto 9.** Perlizadores de distintos caudales y modelos.

### 3.4.3. Grifos de volante tradicionales

Este tipo de equipos está en desuso en obra nueva, aunque sí es fácil encontrarlos en edificaciones con más de 15 años y todavía suelen montarse en zonas de poca utilización, como vertederos, fregaderos, etc., por su bajo precio.

Los problemas clásicos de estos equipos, son los cierres inadecuados, por falta de estanqueidad en las zapatas de cierre, y es habitual el que haya que apretarlos mucho para que no goteen.

Hoy en día, existen técnicas para reconvertirlos en ecológicos, siendo mucho más eficaces y economizadores que un monomando tradicional. *(Desde el punto de vista del consumo de energía, es imposible demandar agua caliente de forma inconsciente, mientras que con un monomando sí, como se explicaba anteriormente).*

Esto se puede lograr con la simple sustitución de la montura clásica de zapatas, por otra montura cerámica que permite la apertura y cierre del agua en un sólo cuarto de vuelta, evitando los problemas de apriete y cierre inadecuados y las fugas y goteos constantes de éstos.

Es una solución muy económica cuando la grifería está bien estéticamente hablando, ya que al cambiar la montura por otra cerámica, ésta queda mecánicamente nueva. El ahorro está cifrado en un 10 % del consumo previo.

A este tipo de equipos, y siempre que su antigüedad no supere los 15 años aproximadamente, también se le podrá implementar los Perlizadores antes comentados, complementando las medidas de eficiencia y totalizando ahorros superiores al **60 %** sobre el estado previo a la optimización.

Por lo general, un grifo de doble mando o *monoblock* cerámico, será más económico y a la vez mucho más eficiente energéticamente hablando, que un monomando, aunque no tan cómodo como lo es éste.

#### **3.4.4. Grifos termostáticos**

Posiblemente son los equipos más costosos, detrás de los de activación automática por infrarrojos, pero a la vez los más eficientes desde el punto de vista del consumo energético, ya que mezclan automáticamente el agua fría y caliente, para lograr la temperatura seleccionada por el usuario. Aportan altísimo confort y calidad de vida o servicio ofrecido, evitan accidentes, y aparte de la función economizadora de energía, también los hay con equipos economizadores de agua.

Es habitual el desconocimiento de este tipo de equipos, salvo en su utilización en las duchas y bañeras, cuando en el mercado hay soluciones con grifería para lavabos, bidet, fregaderos, duchas con temporización, con activación por infrarrojos, o fregaderos de activación con el pie o antebrazo, resultando la solución ideal; aunque requieren una mayor inversión, su rendimiento economizador es para toda la vida. Hoy en día un grifo de ducha termostático, con mango de ducha ecológica, puede encontrarse, desde 70,00 € y con una garantía de 5 años, por lo que ya no es tan elevada la diferencia como para no utilizarlos.

Por otra parte aportan al centro y a los usuarios un mayor nivel de calidad, confort y seguridad, estando recomendado especialmente en todos aquellos



centros donde se corra el riesgo de que el usuario pudiera quemarse por un uso inconsciente del equipo.

### 3.4.5. Grifos electrónicos de activación por infrarrojos

Son posiblemente los más ecológicos, pues ajustan la demanda de agua a la necesidad del usuario, activando el suministro e interrumpiéndolo según esté o no presente el usuario. Está demostrado que el ahorro que generan es superior al **65-70 %**, en comparación a uno tradicional; siendo ideales cuando se utilizan dos aguas, pues el coste del suministro de agua caliente hace que se amortice mucho más rápido que con agua fría solamente.

El coste de este tipo de equipos varía, en función del fabricante y la calidad del mismo, pues los hay muy sencillos y muy sofisticados, siendo capaces de realizarse ellos mismos el tratamiento de prevención y lucha contra la *Legionella*. Existen dos técnicas muy parecidas de activación automática por detección de presencia (*infrarrojos y microondas principalmente*).

Estos equipos están disponibles para casi cualquier necesidad, utilizándose principalmente para el accionamiento en aseos de discapacitados y en aquellos sitios de alto tránsito (*lavamanos por ejemplo*), donde los olvidos de cierre, y accionamientos minimizarían la vida de los equipos normales; a la vez que está demostrado que son los equipos que mejor aprovechan los suministros, ya que los ajustan a la necesidad real del usuario, evitando el más mínimo despilfarro. Suelen generar ahorros importantísimos, siendo por ejemplo en el caso de los lavamanos más del **70 %**, e incluso casi el **80 %**, si incorporan Perlizadores a su salida.

Se pueden utilizar para lavabos, fregaderos, duchas fijas, tanto normales como con equipos termostatizados. También existen versiones para inodoros y urinarios, cubriendo casi cualquier necesidad que pueda plantearse. Las inversiones pueden llegar a ser 10 veces más costosas que un equipo tradicional, pero la eficacia, eficiencia y vida de los productos, se justifica, si se desea tener una imagen innovadora, ecológica y económicamente ajustada en los consumos, produciéndose su amortización en una media de entre los 3 y 5 años.



**Foto 10.** Grifería electrónica por infrarrojos.

Hay variaciones que abaratan las instalaciones de obra nueva con estas tecnologías, las cuales consisten, en centralizar la electrónica y utilizar electroválvulas, detectores y griferías normales, por separado.

El mantenimiento es mucho más sencillo y se reducen considerablemente las inversiones, a la vez que se pueden diseñar las áreas húmedas utilizando griferías de diseño y/o de fabricantes los cuales no tienen este tipo de tecnologías.

### **3.4.6. Grifos de fregaderos**

Las soluciones a incorporar a este tipo de equipos, podrían ser las mismas que a los lavabos, aunque hay casos en los que disponer de un chorro o lluvia en el fregadero, hace que, ergonómicamente, sea más cómoda y eficiente su utilización, pudiéndose lograr esto con los Eyectores Perlizadores, que además incorporan una tobera giratoria que posibilita llegar con el agua a cualquier parte del seno del fregadero o pila.

Estos equipos permiten ahorrar más del 40 % del agua y la energía que consumen habitualmente, y mejoran el confort de utilización sin sacrificar la calidad del servicio, que se ve aumentada por las distintas formas de uso.

### 3.4.7. Grifos temporizados

Los equipos o grifos temporizados, vienen a cubrir una de las mayores preocupaciones en lugares públicos: los daños causados por el vandalismo, la necesidad de una durabilidad elevada por su alta utilización y el exceso de consumo por el olvido de cerrar la grifería.

Utilizándose casi siempre en equipos y zonas de gran uso, vienen a resolver situaciones de cierre automático a bajo coste, por ejemplo en lavamanos, bien por activación con el pie, la rodilla o la mano, debiendo preocuparnos de si los tiempos de activación son adecuados. *(Por ejemplo, 6" es lo más adecuado para los lavamanos).*



**Foto 11.** Mejoras posibles en griferías temporizadas.

En el mercado hay infinidad de fabricantes que ofrecen soluciones muy variadas. A la hora de elegir un grifo de estas características, habrá que tener en consideración, los siguientes puntos:

- ✿ Caudal regulable o pre-ajustable.
- ✿ Incorporación del Perlizador en la boca de salida.
- ✿ Temporización ajustada a demanda (6" en lavabos y 20-25" en duchas).
- ✿ Cabezales intercambiables, anti-calcáreos.
- ✿ Anti-bloqueo, para lugares problemáticos o con problemas de vandalismo.

Sobre este equipamiento y a través de su propio personal especializado de mantenimiento o profesionales específicos, puede optimizarse y regularse los consumos, minimizando éstos entre un 20 y 40 %, pues la gran mayoría de los fabricantes pone tiempos excesivamente largos a los equipos, lo que genera, en muchas ocasiones, hasta tres activaciones por usuario, de entre 12 y 18 segundos cada una, cuando con una pulsación de 6 segundos sería ideal para evitar la salida de agua en tiempos intermedios de enjabonados, frotado y aclarado. Y si bien es cierto que muchos usuarios los utilizan una sola vez, mojándose y aclarándose (*por ejemplo tras realizar una micción*), es muy frecuente ver como el usuario se marcha y sigue saliendo agua.

En muchos de estos equipos, bajar el tiempo de cierre es imposible, salvo que se cambie el Eje de Rubí (*la pieza que ofrece la temporización al grifo*), existiendo en el mercado compañías especializadas en suministrar este tipo de equipos, bien como piezas sueltas o cabezales completos.

A muchos de estos equipos, se les puede implementar un Perlizador en la boca de salida de agua, generando unos mayores niveles de ahorro.

Otra utilización muy habitual de estos equipos es en urinarios, lavabos y duchas empotradas, donde lo más importante es que el suministro de agua, se corte a un tiempo determinado y/o evitar el olvido de cerrarlos.

### 3.4.8. Fluxores para inodoros y vertederos

Los Fluxores vienen a ser como los grifos temporizados para los inodoros, aunque también suelen montarse en vertederos y tazas turcas. Estos equipos utilizan el mismo principio de funcionamiento que los grifos temporizados, estando pensados para sitios públicos de alto tránsito o utilización.

El mayor consumo de estos equipos y algunos problemas de suministro suelen venir dados por factores muy concretos: diseño inadecuado de la instalación o variación de la presión de suministro y falta de mantenimiento del propio elemento.

El diseño de una red de fluxores exige líneas de diámetros concretos y cálculos para evitar las pérdidas de carga de las líneas, siendo muy frecuente ampliar o variar éstas, o realizar tomas para otro tipo de sanitarios, lo que provoca que los consumos o presiones sean inestables; en otros casos, la presión de suministro aumenta, encontrándonos que los tiempos de actuación y los caudales suministrados son excesivos. Incluso superiores a los 9 litros.

Otro de los problemas más habituales en estas instalaciones es la ausencia de mantenimiento de los equipos, cuando con un simple desmontaje, limpieza y engrase con glicerinas específicas, quitando las posibles obstrucciones de las tomas, se puede hacer que el equipo esté como el primer día, ahorrando más del 30 %, y evitando que el eje o pistón se quede agarrotado y/o por sedimentación que tarde mucho en cerrar el suministro.



**Foto 12.** Pistones Ecológicos para Fluxores.

Existen, en empresas especializadas en suministros de equipos de ahorro, unos eco-pistones especiales, Foto 12, a los cuales se les modifica la curva de descarga, produciendo una descarga más intensa pero de menos tiempo, que permite economizar hasta el 35 % del consumo de agua habitual de este tipo de equipamientos, sin perder la eficacia del arrastre, que incluso en algunas tazas antiguas, aumenta.

En la actualidad hay fluxores de doble pulsador, permitiendo la descarga parcial o completa dependiendo de la zona del pulsador que se accione; siendo la solución ideal para obras nuevas o de reforma, y sobre todo en los aseos de mujeres.

### 3.4.9. Regaderas, alcachofas y cabezales de duchas

A la hora de economizar agua en la ducha, suele ser más fácil actuando sobre la salida del agua, que sobre la grifería. Con algunas de estas técnicas puede actuarse sobre duchas de activación temporizada, pero que utilizan regaderas o cabezales normales, conjugando el suministro optimizado de la salida del agua, con el cierre temporizado de la misma.

Hay una primera catalogación que consistiría en el tipo de cabezal de ducha o regadera que se utiliza, con independencia de la grifería que la activa y regula, pudiendo dividirse en dos: cabezales de ducha o regaderas fijas a la pared y mangos de ducha o teléfonos unidos a la salida de la grifería mediante un flexo.

En el primer caso las dos actuaciones más utilizadas son las siguientes:

- Cambio de la alcachofa o regadera de ducha por otra hidro-eficiente y de hidro-masaje por turbulencias, que posibilita ahorros de hasta el 60 % sobre los equipos tradicionales; siendo menor este ahorro, del orden del 35 %, cuando el equipo a sustituir es un equipo pensado para sitios públicos y suele ser accionado por un grifo temporizado.

- ❁ Desmontaje del equipo, sobre todo cuando tiene múltiples chorros o tipos de suministro de agua, intercalándole en la toma, un regulador o limitador de caudal, que tara el volumen de agua que deja pasar por minuto, sin sacrificar el confort de la ducha. Los ahorros suelen ser del orden del 25 %.

En el caso de los mangos de ducha, lo más habitual es sustituirlos por otros, aunque también hay otras opciones:

- ❁ Intercalar un reductor volumétrico giratorio, que aumenta la vida del flexo, evitando torceduras y enredos, a la vez que se ahorra un 35 % del agua consumida por el equipo al que se le aplica.
- ❁ Insertar en la toma de la ducha un limitador de caudal ajustando el suministro a lo deseado; posibilita ahorros del orden del 25 % aproximadamente, pero no valen para cualquier modelo.



**Foto 13.** Distintas duchas y accesorios para economizar agua y energía.

- ✿ Incorporar un interruptor de caudal, para disminuir el agua suministrada durante el enjabonamiento, pero sin perder la temperatura de mezcla obtenida, dejando pasar sólo una parte ínfima de agua para evitar el enfriamiento de las cañerías.
  
- ✿ Cambiar el mango de ducha, por otro ecológico o eficiente, existiendo tres tipos de éstos principalmente:
  - ✓ Los que llevan incorporado un limitador de caudal.
  - ✓ Los que la técnica de suministro de agua se basa en acelerar el agua y realizar el suministro con múltiples chorros más finos y a mayor presión.
  - ✓ Los cabezales de ducha específicos, que suelen ser irrompibles, con suministro de agua a nivel e hidro-masaje por turbulencias, que posibilitan ahorros de hasta el 60 % aumentando el confort y la calidad del servicio ofrecido. Suelen ser más costosos, pero generan mucho más ahorro y duran toda la vida.
  
- ✿ No hay que olvidar que estos componentes son el 50 % del equipo, y una buena selección de la alcachofa o mango de ducha, generará muchos ahorros, pero si se combina con un buen grifo, la mezcla será perfecta. Por lo que en función de a qué tipo de servicio va dirigido el equipo, habrá que valorar si se monta en combinación con un monomando, un pulsador temporizado, un termostático, o un grifo o sistema por infrarrojos, lo que posibilitará que la eficiencia se incremente sustancialmente.
  
- ✿ Por último, hay mezclas de estas técnicas, complementando equipos normales o integrados en diseños propios de los distintos fabricantes.

### 3.4.10. Inodoros (WC)

El inodoro, es el sanitario que más agua consume en la vida cotidiana o a nivel doméstico, siendo el más utilizado en cualquier clase de establecimiento,



aunque por el valor del consumo energético, estén todos los demás por delante de éste. Su descarga media (*estadística*), suele estar en los 9-10 litros.

Los inodoros de los aseos de señoras se utilizan tanto para micciones como para deposiciones, lo que hace que si el sanitario no dispone de elementos para seleccionar el tipo de descarga, ésta sea igual tanto para retirar sólidos, como para retirar líquidos, cuando éstos sólo necesitarían un 20 o 25 % del agua, del contenido del tanque.

Esta circunstancia hace que toda medida que permita seleccionar si se desea retirar sólidos o líquidos, en función de la utilización realizada, permitirá ahorrar más de 60-70 % del contenido del tanque o descarga.

Analizando los distintos sistemas que suelen utilizarse, y tras haber descrito anteriormente las posibilidades existentes para los fluxores (*muy utilizados en la década de los 90*), ahora están más de moda los sistemas de descarga empotrados y que, por norma general, acompañan a lozas de alta eficacia que suelen consumir como mucho 6 litros por descarga.

Casi la totalidad de los fabricantes que ofrecen cisternas o tanques empotrados, ofrecen en éstos, la opción de mecanismos con doble pulsador, algo altamente recomendable, pues cada día se suele ir una media de 5 veces al WC, de las cuales 4 son por micciones y 1 por deposición. Por lo que ahorrar agua es fácil siempre que se pueda discriminar la descarga a realizar, ya que para retirar líquidos se necesita solamente unos 2-3 litros, y el tanque completo sólo se requiere para retirar sólidos.

Esto supone que con independencia del sistema a utilizar para conseguir dicha selección del tipo de descarga a realizar, si ésta se utiliza adecuadamente, el consumo bajará en más del 50 %, respecto a un inodoro con sólo descargas completas.

En el ejemplo siguiente, a nivel estadístico una persona en cómputo diario, tendría los siguientes consumos:

**Tanque Normal:** 5 Descargas x 9 l/Desc. = 45 l/ Día.

**Tanque 2 Pulsadores:** 1 Descargas x 9 l/Desc. = 9 l/ Día.  
4 Descargas x 3 l/Desc. = 12 l/ Día.

Diferencia:  $45 - (9 + 12) = 24$  **litros ahorrados**, lo que supone un 53,33 %.

Lógicamente, esta demanda es a nivel estadístico, por lo que perfectamente se puede afirmar que más del 40 % de estos consumos se realizan en el centro de trabajo, debido a la cantidad de horas que se pasan en él, por lo que la actuación de este ejemplo economizador, supondría un mínimo del 40 % de reducción del consumo por empleado.

Las posibilidades técnicas de que se disponen para producir esta selección de descargas son las siguientes:

#### ❁ **Tanques o cisternas con pulsador Interrumpible:**

Suelen ser de instalaciones recientes, de unos 8-9 años atrás como mucho, y exteriormente no se diferencian de los pulsadores normales, por lo que la única forma de distinguirlos, sin desmontar la tapa, es pulsando sobre el botón de accionamiento, y nada más iniciarse la descarga y empiece a salir el agua, pulsar hasta el fondo de nuevo, viendo si se interrumpe o no la descarga).

Si así fuera, la simple instalación de unas pegatinas que expliquen el funcionamiento correcto del sanitario, a la vez que se aprovecha para realizar campaña de sensibilización y del interés del centro hacia el medioambiente y la responsabilidad social, mejorará la imagen corporativa del centro y se ahorrará más del 30 % del agua que actualmente se utiliza. *(Este hecho de poder interrumpir la descarga es desconocido por la gran mayoría de los usuarios).*

### **Tanques o cisternas con tirador:**

Al igual que el anterior y desde la misma época, algunos de los fabricantes más famosos, empezaron a incorporar la posibilidad de que sus mecanismos de tirador pudieran interrumpirse para ahorrar agua, siendo éstos muy fácil de reconocer, porque al tirar de ellos se quedan levantados, y para interrumpir la descarga hay que presionarlos hacia abajo. Mientras que si se bajan ellos solos, es señal de que el mecanismo no es interrumpible y producirá la descarga completa.

Tanto a los que son interrumpibles como a los que no lo son, puede acoplárseles un contrapeso que rearma el sistema automáticamente, provocando el cierre apresurado del mecanismo, engañando al mismo y aparentando haber salido todo el agua del tanque, posibilitando ahorros de más del 60 % del consumo habitual.

En cualquier caso siempre es recomendable incorporar pegatinas que expliquen el funcionamiento correcto, a la vez que se sensibiliza a los usuarios y se mejora la imagen del centro, tanto para explicar los interrumpibles, como si se instalan contrapesos de acero inoxidable para automatizarlos.

### **Tanques o cisternas con doble pulsador:**

Sin lugar a dudas, la opción más ecológica y racional para el uso de los inodoros. Aunque por desgracia algunos fabricantes no permiten la selección y graduación del tipo de descarga; hay otros que es complicado saber cuál es el botón que descarga una parte u otra; incluso existen unos mecanismos, que hay que pulsar los dos botones a la vez para producir una descarga completa.

En resumen, a la hora de seleccionar el mecanismo para un inodoro, habrá que valorar:

- ✿ El que esté diseñado para lugares públicos, pues la gran mayoría lo están para uso doméstico, y su vida es mucho menor.
- ✿ La garantía debe ser de 10 años, siendo como mínimo 5.
- ✿ Y que los botones se identifiquen claramente, a simple vista, y que sean fáciles de actuar.

Con independencia de las posibles actuaciones comentadas, será vital que las personas se responsabilicen del mantenimiento, comprueben posibles fugas de agua, bien por la vía de que el flotador llena de más el tanque (*lo que con la simple regulación se resuelve*), bien porque las gomas del mecanismo se han aleteado, endurecido o deteriorado, dejando escapar el agua por su asiento (*cambiarlas es muy fácil y su coste mínimo*). También será recomendable colocar pegatinas con independencia del modelo que sea por lo anteriormente comentado.

En el mercado hay infinidad de trucos, técnicas y sistemas que consisten en reservar, ocupar o evitar la salida de un determinado nivel o capacidad de agua, al utilizar la cisterna, aunque con estas técnicas se puede sacrificar el servicio ofrecido.



**Foto 14.** Mecanismo de tirador, contrapesos y M. de doble pulsador.

*Por ejemplo: la inserción de una o dos botellas de agua en el interior de la cisterna; está demostrado que al disponer de menos agua en cada utilización, (se*

*ahorra por ejemplo 1 litro por descarga) al realizar deposiciones y tener que retirarlas, hay muchas ocasiones en que no tiene fuerza suficiente para arrastrar los restos, debiendo pulsar varias veces, consumiendo el agua ahorrada en 7-8 utilizations; aparte de los problemas de estabilidad que puede ocasionar si se caen o tumban, evitando su cierre y que genere fugas constantes.*

### **3.4.11. Nuevas técnicas sin agua**

Hoy en día existen tecnologías que permiten eliminar la necesidad de utilizar el agua para procesos sanitarios, como es el caso de los mingitorios, o urinarios, los cuales se utilizan tres veces más que los inodoros y que son un gran foco de consumo, utilizados por la población masculina, la cual no siempre hace un uso correcto del mismo.

En la actualidad podemos encontrar urinarios secos, sin necesidad de utilizar o consumir agua. Su tecnología consiste en una serie de cartuchos donde se recoge la orina, la cual atraviesa un líquido aceitoso que actúa a modo de trampa de olores, sellando los posibles gases de evacuación o desagüe y evitando los malos olores de las micciones.

En la Foto 15 se puede ver su funcionamiento e imagen de unos de los modelos más utilizados en el mercado americano.

Esta tecnología lo único que requiere es un mantenimiento en cuanto a limpieza diaria, de frotar las paredes de la loza con un trapo impregnado en un líquido de limpieza que no daña la trampa de olores, ya que si se utiliza agua u otros agentes, ésta se estropearía o perdería sus cualidades.

Este mantenimiento requiere una revisión cada cierto tiempo en función del uso del mismo, para reponer la parte de líquido sellante que pudiera haberse perdido o deteriorado y la sustitución del cartucho cada otro cierto tiempo, siendo éste bastante más alejado (según algunos fabricantes cada año).



**Foto 15.** Mingitorio SECO, (No requiere agua para su funcionamiento).

Estos equipos para algunos establecimientos municipales que se utilizan tan sólo unos días pero muy intensamente, como podría ser el caso de un estadio o campo de fútbol, puede merecer la pena, teniendo los técnicos que valorar las ventajas e inconvenientes dependiendo del personal de limpiezas y de mantenimiento que se tenga en la instalación, y valorar la amortización.

### 3.4.12. Tecnología para las redes de distribución

El consumo de agua y la energía derivada de su calentamiento se ve muy afectado por los circuitos de reparto, tanto en su diseño, protección, diámetro, caudal y, por supuesto, por la presión de trabajo, lo que hace que todos estos factores juntos influyan extraordinariamente en la gestión del agua y, por lo tanto, en el consumo adecuado o excesivo.

En primer lugar, a la hora de analizar un circuito de reparto y suministro de agua, ésta, si es caliente, deberá ser lo más corta posible, y si la distancia es

elevada desde el punto de calentamiento al último de consumo, convendrá realizar un anillo de recirculación, para evitar que se derroche agua hasta que salga caliente, y minimizar los tiempos de espera hasta que empiece a llegar con la temperatura adecuada.

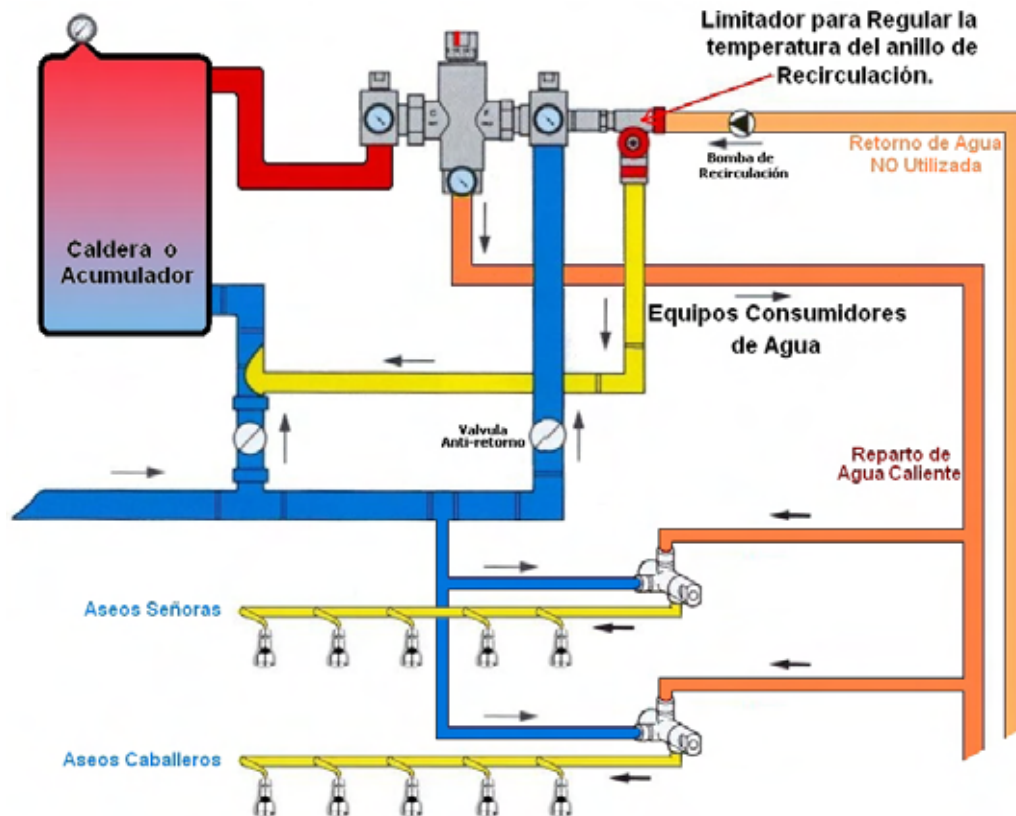
Este anillo conviene que sea lo más corto posible y que se alimente de agua caliente, la sobrante del retorno (*como agua más fría*) y la toma que llega del calentador o acumulador. De esta forma el anillo conseguirá muy fácilmente la temperatura prefijada como tope de demanda, evitando accidentes o escaldamientos con la misma; la composición ideal sería introducir un Mezclador Termostático, con aporte de retorno, como en la Fig. 5, donde el agua no consumida, retorna al mezclador aportándose como agua fría, para que al mezclarse con la caliente, podamos ofrecer el agua a la temperatura deseada.

La eficacia de este circuito es máxima, tanto si la grifería ofrece capacidad de regulación al usuario, como si ésta es agua premezclada sin posibilidad de que el usuario seleccione la temperatura (*muy utilizado con griferías temporizadas*); siendo recomendable en este segundo caso, incluir un mezclador termostático, para ajustar la temperatura con mayor precisión, tanto en verano, como invierno, pues la diferencia de temperatura, varía en más de 10 °C de una época a otra.

De cara al cumplimiento del RD 865/2003, el agua caliente que alimenta al mezclador ha de poder alcanzar al menos los 70 °C para poder realizar los tratamientos de mantenimiento y choque; el anillo de recirculación ha de poder alcanzar los 60 °C en su retorno o en cualquiera de los puntos de salida.

La instalación de anillos de recirculación, con aprovechamiento del agua de retorno y los mezcladores termostáticos, posibilitan ajustar la cantidad de agua consumida a la mínima necesaria; y el aprovechamiento energético de ésta, es el máximo posible, ofreciendo ahorros energéticos superiores al 16 % sobre sistemas tradicionales y minimizando la demanda de agua en espera, que tradicionalmente se derrocha con otros sistemas, por esperar a que salga a la temperatura que el usuario desea.

Con independencia de las temperaturas de consumo y su red de distribución, otro de los puntos de alto consumo de agua y energía está motivado por la presión de los circuitos, y las pérdidas de carga de éstos cuando se consume agua simultáneamente en varios puntos de consumo.



**Figura 5.** Circuito optimizado de termostatación del agua caliente con anillo de recirculación.

En el primer caso, un exceso de presión provoca un aumento del consumo de agua que puede cifrarse perfectamente en un 15 % por cada incremento de presión de 1 bar, considerando como presión media 2,5 bar.

Como ejemplo, una ducha tradicional o normal consumirá de media unos 12,5 litros minuto a 1,5 bar, unos 16 litros a unos 2,5 bares y unos 18,5 litros minuto a unos 3,5 bar de presión.

Como se observa, un mismo equipo consumirá más o menos en función de la presión a la que se efectúa el suministro. Para resolver esto, es recomendable instalar reguladores de presión, pues las líneas de reparto han de considerar los caudales necesarios para que, en simultaneidad, den abasto a suministrar todo el



agua que se demanda, aunque por lo general, los técnicos, ingenieros y arquitectos, utilizan fórmulas estandarizadas que nos alejan de la realidad, existiendo un porcentaje elevadísimo de exceso de presión con lo que ello supone de incremento del consumo.

Para resolver estos problemas, no hay que bajar la presión general, que en algunos casos es una solución válida, sino intercalar en los ramales finales de distribución, los citados reguladores, que ajustarán la presión a la deseada; permitiendo diferenciar zonas donde se requiera más o menos, y sin que esto afecte a líneas bien calculadas o adecuadas.

Estas medidas son recomendables tanto para agua fría como para agua caliente, pues es muy habitual que exista una diferencia de presión entre una línea de suministro y otra, (*desequilibrio de presiones*), lo que puede provocar problemas muy graves en la calidad del servicio ofrecido, por inestabilidad de la temperatura, quejándose los usuarios de que tan pronto sale fría como al momento siguiente muy caliente, o tienen que estar constantemente regulando la temperatura.

Esto se debe a la invasión del agua con mayor presión en el circuito de suministro contrario, ocupando y enfriando la cañería al principio y hasta que se equilibran las presiones, llegando de golpe el agua original, una vez que se ha consumido la que había invadido la cañería contraria, llevándose un sobresalto el usuario, al cambiar de golpe varios grados la temperatura.

La solución pasa por equilibrar las presiones o, si no se pudiera, habría que montar válvulas anti-retorno en las griferías, pues es donde se mezcla este agua y donde se produce el paso de una cañería a otra.

Este problema aparte de ser muy grave en cuanto a la calidad del servicio ofrecido, hace que se consuma mucha más agua y que los tiempos de espera en regulación sean mayores, considerándose que este problema puede aumentar el consumo de agua en más del 10 %; por lo que atajarlo, aportará beneficios tanto económicos, como de calidad en el servicio ofrecido hacia los usuarios de las instalaciones.

Por último no se debe olvidar, que una mala protección o recubrimiento inadecuado o inexistente de la red de distribución de agua caliente, puede generar pérdidas superiores a un 10 % del rendimiento del circuito, por lo que su protección correcta y adecuada y un mantenimiento adecuado, serán claves para reducir la factura energética del centro.

### 3.5. Consejos generales para economizar agua y energía

#### ***En salas de calderas, calentadores y redes de distribución:***

- ✿ Las calderas y los quemadores deben ser limpiados y revisados periódicamente por un técnico cualificado.
- ✿ Mandar revisar la caldera periódicamente, inspeccionando los siguientes puntos:
  - ✓ Las luces de alarma.
  - ✓ Signos de fugas en las tuberías, válvulas, acoples y caldera.
  - ✓ Daños y marcas de quemado en la caldera o chimenea.
  - ✓ Ruidos anormales en las bombas o quemadores.
  - ✓ Bloqueos de los conductos de aire.
- ✿ La revisión debe incluir una comprobación de la eficiencia de combustión y el ajuste de la proporción aire/combustible del quemador para obtener la eficiencia óptima.
- ✿ Indicar al técnico que maximice la eficiencia de la caldera y que le presente una hoja de ensayos con los resultados. El coste aproximado puede oscilar entre los 120 y 250 € por caldera.
- ✿ Estudiar la posible instalación de un termómetro en la chimenea. La caldera necesita limpiarse cuando la temperatura máxima de los gases en la chimenea aumente más de 40 °C sobre la del registro del último servicio. El coste aproximado es de unos 40 €.

- ✿ Ajustar las temperaturas de ACS para suministrar agua en función de la temperatura de cada época del año.
- ✿ Aislar las tuberías de distribución que no contribuyan a calentar las zonas de trabajo.
- ✿ Si se dispone de anillos de recirculación de ACS, medir, verificar y ajustar las proporciones de agua reciclada, en los distintos horarios de demanda punta y valle, a la más adecuada, que garantice el servicio con el mínimo esfuerzo de la caldera. *(Si sus puntas son muy exageradas, valorar la implementación de un programador de maniobra que automatice los cambios de temperatura).*

#### **En los puntos de consumo:**

- ✿ Instalar equipos termostáticos siempre que sea posible, pues aumentan el confort y ajustan el consumo energético a la demanda real.
- ✿ Los equipos temporizados son ideales cuando se trabaja con jóvenes y adolescentes, pues evita olvidos de cierre y soportan mejor el posible vandalismo.
- ✿ Instalar o implementar medidas correctoras del consumo, como perlizadores, alcachofas de ducha ecológicas, reductores volumétricos, etc., reducirá espectacularmente los consumos.
- ✿ Equilibrar las presiones de los circuitos de ACS y AFCH, aumentará la calidad del servicio ofrecido y evitará descompensaciones térmicas por pérdidas de carga.

#### **En el establecimiento en general y en las zonas de empleados:**

- ✿ Promover una mayor participación en la conservación del medio ambiente por medio de actividades de educación ambiental, para empleados y subcontratas, realizando campañas de educación y procesos respetuosos, en su trabajo cotidiano, con ejemplos concretos, reputables y discriminatorios. *(Si se hace mucho hincapié en una tendencia y/o técnica*

*mal utilizada, la persona que lo ejecuta se sentirá mal internamente cuando la practique).*

- ✿ Realizar campañas de sensibilización, transmitiendo a clientes y empleados su preocupación por el medioambiente, mejorará su imagen y disminuirá las facturas de los suministros.
- ✿ Diseñar y colocar pegatinas de sensibilización y uso correcto de equipos economizadores, por ejemplo en inodoros y/o sistemas especiales.
- ✿ Formar, instruir y redactar órdenes de trabajo claras y específicas, para que los empleados tengan presente cómo actuar ante las distintas situaciones que puedan encontrarse.
- ✿ Solicitar la colaboración de los usuarios, con notas de sugerencias y mejoras, y avisos para resolver los problemas y/o averías que puedan surgir y fueran detectados por los clientes, resolviéndolos inmediatamente para demostrar la preocupación por el tema y a la vez minimizar el impacto económico.
- ✿ Un hábito frecuente es tirar al inodoro gasas, compresas, tampones o los envoltorios de éstos, junto con papeles, plásticos o profilácticos, con lo que se pueden producir atascos en tuberías tanto de bajantes como en fosas y sifones, provocar obstrucción en las rejillas de entrada y filtros, ocasionando diversos problemas higiénicos y mecánicos. Es recomendable que todos estos residuos vayan directamente a la basura; para ello, aparte de sensibilizar a los usuarios, los centros han de poner medios para poder facilitar esta labor.
- ✿ Instruir, formar o exigir conocimientos al personal que cuida de la jardinería.

***En la limpieza de las instalaciones:***

- ✿ Incorporar el jabón y/o detergentes a los recipientes después del llenado, aunque no haga espuma, limpiará lo mismo.



**Foto 16.** Máquina de limpieza por agua a presión.

- ✿ Si se necesita agua a presión para realizar la limpieza de determinada área, será preferible utilizar equipos presurizados de alta presión, que ofrecen más de 140 y 190 bares de presión, con un caudal de agua de menos de 7 a 10 litros por minuto (*sería el equivalente a un grifo*), mientras que una manguera consumirá más de 30 litros por minuto (*más de un 75 % de ahorro*). Todo ello con mucha más eficacia.
- ✿ Realizar la limpieza en seco, mediante: aspiración, barrido con cepillos amplios, máquinas barredoras automáticas, etc.
- ✿ Promover medidas para ahorrar en el lavado de trapos y uniformes de personal.

- ✿ Las toallas, sábanas o trapos viejos se pueden reutilizar como paños de limpieza. No se emplearán servilletas o rollos de papel para tal fin, pues se aumenta la cantidad de residuos generados.
- ✿ Utilizar trapos reciclados de otros procesos y absorbentes como la celulosa usada, para pequeñas limpiezas y productos como la arena o el serrín para problemas de grandes superficies.
- ✿ No utilizar las mangueras para refrescar zonas, pues si están muy calientes se evaporará el agua muy rápidamente y los cambios bruscos de temperatura pueden crear problemas de dilatación.

**No hay mejor medida economizadora o medioambiental más respetuosa, que aquella que no consume; limitemos las demandas a lo estrictamente necesario.** *(No habrá que preocuparse de cómo ahorrar, si no se consume).*

## Bibliografía

1. Ecoguía de Buenas Prácticas Ambientales, para el Sector de la Automoción. Instituto de Desarrollo Comunitario de Cuenca, (2005).
2. Instituto de Desarrollo Comunitario de Cuenca, (2006).: Estudio Medioambiental sobre el Sector de Talleres de Automoción.
3. Ministerio de Medio Ambiente, (2003).: Manual de Buenas Prácticas Ambientales en la Familia Profesional de la Automoción.
4. Departamento de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Vivienda del Gobierno de Navarra, (2001).: Chapa y Pintura en Vehículos (Manual de Buenas Prácticas Ambientales).
5. Fundación Ecología y Desarrollo, (2004).: Uso eficiente del agua en la ciudad. (Guía de bolsillo de buenas prácticas – Sector Auto-Lavados).
6. Fundación Ecología y Desarrollo, (2003).: "Guía de ecoauditoría sobre el uso eficiente del agua en la industria". Fundación Ecología y Desarrollo. (Zaragoza), España.
7. IDAE, (2001).: "Ahorro de Energía en el Sector Hotelero: Recomendaciones y soluciones de bajo riesgo" Madrid, España.

8. TEHSA, S.L. (2003).: "Sección de Artículos", Web de la empresa Tecnología Energética Hostelera y Sistemas de Ahorro, S.L. Alcalá de Henares (Madrid), España.
9. Ahorraragua.com (2004).: "Eco-Artículos", Web de la compañía. Madrid, España.
10. Proyecto URBANBAT, (Life-2003).: Empresa Municipal de Transportes, (Ayuntamiento de Valencia). Información disponible en su Web corporativa.
11. Estudio de Reutilización de Aguas en Instalaciones de Lavado de Vehículos. (2007).: Ramón Suso Barambones, miembro de la División de Tratamiento de Aguas, de la compañía ISTOBAL, S.A.
12. ISTOBAL, S.A. (2006).: "Noticias de nuevos productos" de la Web [www.istobal.com](http://www.istobal.com). L'Alcudia, (Valencia), España.
13. Estadísticas del INE, sobre el agua en el años 1998 - 2004.

## 4.1. Objeto

El objeto de este capítulo es describir el ahorro energético en la ventilación de aparcamientos.

## 4.2. ¿Por qué hay que ventilar los aparcamientos?

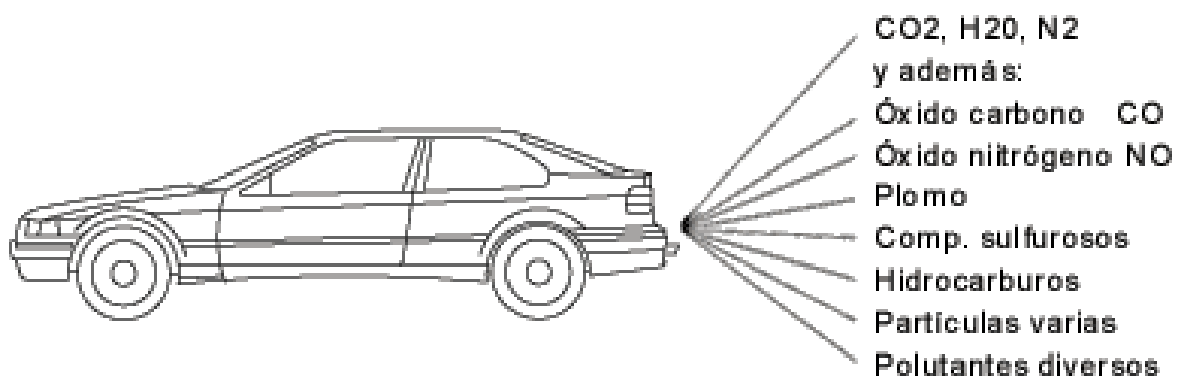
La respuesta fácil a esta pregunta sería "porque la normativa vigente nos obliga a ello". Sin embargo, es evidente que para poder optimizar el diseño de un sistema de ventilación esta respuesta es insuficiente, ya que resulta primordial el conocer cual es el objetivo de dicha ventilación.

El sistema de ventilación de un aparcamiento tiene tres objetivos fundamentales:

- Diluir los contaminantes procedentes de los gases de escape de los automóviles, de modo que su concentración se encuentre dentro de los niveles inocuos para el ser humano.
- Evitar el riesgo de explosividad.
- Extracción de humos en caso de incendios.

Los contaminantes presentes en los gases de escapes de los vehículos pueden clasificarse en dos grandes grupos, los gases nocivos para la salud, y los compuestos volátiles. Por tanto, la ventilación de los aparcamientos no sólo es una cuestión de salubridad, sino de evitar el riesgo latente de explosión.





**Figura1.** Contaminantes de la combustión.

La extracción de humos en caso de incendios también busca proteger al usuario, pero tiene un carácter excepcional, por lo que hablar de ahorro energético en dicho caso carece de sentido. En caso de incendio el objetivo es extraer los humos lo más rápido posible con el fin de poder evacuar el aparcamiento.

### 4.3. ¿Qué parámetro indica la calidad del aire?

La norma UNE100-166-92 que fija los criterios a seguir para el cálculo de ventilación mecánica en aparcamientos, indica que “la ventilación requerida para dilución de CO a niveles aceptables para la salud de las personas es suficiente para controlar satisfactoriamente también las otras sustancias contaminantes”.

Esto se confirma por los datos obtenidos del ASHRAE en su capítulo referido a la ventilación de aparcamientos. A continuación se presentan las tablas que muestran las emisiones producidas por un motor diesel de autobús, que a nuestros efectos es válida ya que cabe esperar que para un vehículo automóvil se cumplan las mismas proporciones de contaminantes, y otra con los valores límites para que dichos contaminantes no sean nocivos para la salud ni impliquen un riesgo de explosión.

**TABLA 1.** Contaminantes contenidos en los gases de escape de un autobús diesel (ppm) según el ASHRAE.

	Punto muerto 0,055 m <sup>3</sup> /s	Acelerando 0,225 m <sup>3</sup> /s	Velocidad Cte. 0,163 m <sup>3</sup> /s	Decelerando 0,143 m <sup>3</sup> /s
CO	215	510	230	130
Hidrocarburos	390	210	90	330
NO <sub>x</sub>	60	850	235	30
Formaldehídos	9	17	11	30

**TABLA 2.** Valores límites de concentración según el ASHRAE.

	IDLH	AMP	ACC	TWA	Limite inferior de explosividad
CO	1650		220	55	12,5%
Hidrocarburos					1,3%
NO <sub>x</sub>	120	45		30	
Formaldehídos	124	12	6	4	7%

IDLH = Valor límite de toxicidad, inmediatamente peligroso para el cuerpo humano.

AMP = Punta máxima de concentración admisible para un corto tiempo de exposición al contaminante.

ACC = Concentración límite aceptable, que no puede excederse durante un periodo de 8 horas.

TWA8 = Promedio ponderado en el tiempo que no puede excederse durante ningún periodo de 8 horas de una semana laboral de 40 horas.

Como puede observarse la relación entre la emisión de CO y el resto de contaminantes es mayor a la relación entre los límites de dichos contaminantes y el CO, de modo que se corrobora que controlando la concentración de CO quedan cubiertos el resto de contaminantes.

Por lo tanto, independientemente de que nuestro sistema de ventilación también esté previsto para la evacuación de humos en caso de incendio, es la

concentración de CO en el aparcamiento lo que nos condiciona su funcionamiento, y consecuentemente el gasto energético.

## 4.4. ¿Cuánto ventilar?

La normativa vigente marca unos caudales de ventilación, en función del número de las plazas de garaje del aparcamiento. Según el nuevo Código Técnico de la Edificación, en la sección HS 3, marca un caudal mínimo de 120 litros/s por plaza, lo que considerando una superficie total neta de 25 m<sup>2</sup> por plaza y una altura libre de 2,6 metros supone unas 6,65 renovaciones hora, mientras que la Ordenanza Municipal del Ayuntamiento de Madrid indica unas 7 renovaciones.

En cualquier caso, dichos caudales se han estimado para evitar tanto el riesgo de explosividad como la intoxicación por inhalación de agentes contaminantes.

## 4.5. Agentes implicados en la ventilación de un aparcamiento

La ventilación forzada de los aparcamientos surge debido a las limitaciones impuestas por su arquitectura para realizar una ventilación natural, y además su diseño está directamente condicionado por ésta. De modo que la búsqueda de un ahorro energético en la ventilación de los aparcamientos, no se limita únicamente a un correcto diseño de sus instalaciones, sino que implica la integración de criterios coherentes con el ahorro a la hora de su diseño arquitectónico.

El motor que menos consume es aquel que está parado, por lo que arquitectura e instalaciones deben ir de la mano en una misma dirección, en la búsqueda de minimizar las necesidades de ventilación forzada, tanto por el aprovechamiento de la ventilación natural cuando sea posible, como mediante el diseño de recorridos que minimicen la permanencia de motores encendidos en los aparcamientos y, por tanto, la emisión de gases de escape.

Las instalaciones deben plantearse como un apoyo a lo ya conseguido mediante elementos pasivos, no como único medio de mejora de la ventilación.

Otro factor determinante en el funcionamiento del sistema de ventilación, es la gestión del aparcamiento. Dicha gestión deberá estar orientada también a evitar la existencia de motores encendidos en el aparcamiento, lo que reducirá los caudales de aire necesarios para ventilar y, por tanto, el consumo energético.

Por ello el sistema de gestión del aparcamiento deberá ser definido en la fase inicial del proyecto, de modo que exista una integración real entre los tres elementos implicados en la ventilación de un aparcamiento.

Arquitectura, instalaciones y gestión, deben retroalimentarse unas de otras, desde el primer momento, para obtener un diseño global óptimo, y no funcionar como elementos independientes.

## 4.6. ¿Cómo ventilar?

Dado que nuestro objetivo es realizar una correcta ventilación del aparcamiento, pero de la manera más eficiente posible, con el fin de lograr un aprovechamiento energético, y que el consumo de energía es debido a los ventiladores, la solución óptima es realizar una ventilación natural en lugar de forzada. Es decir, prescindir de los ventiladores.

Esta propuesta que parece "demasiado evidente", no lo es. No siempre es posible realizar ventilación natural, ya que no se dispone de huecos suficientes para ello, pero se debe resaltar que pese a que se adopte un sistema de ventilación forzada, ésta deberá complementarse con el mayor número de aperturas al exterior posibles, para así minimizar la puesta en marcha de los extractores.

Por otro lado, el movimiento de vehículos en un aparcamiento es variable a lo largo del día y, por tanto, también lo son las emisiones de contaminantes, lo que implica que en el caso de ventilaciones forzadas, debe optarse por un sistema

comandado por la centralita de un sistema de detección de CO, que arranque y pare los ventiladores en función de la concentración de CO.

El ahorro energético es aún mayor si los ventiladores son de caudal variable. Ya que como se muestra en la siguiente gráfica supone un ahorro considerable frente a un sistema de caudal constante en los que los ventiladores se encienden y se apagan, y todavía mayor frente a un sistema de caudal constante continuo.

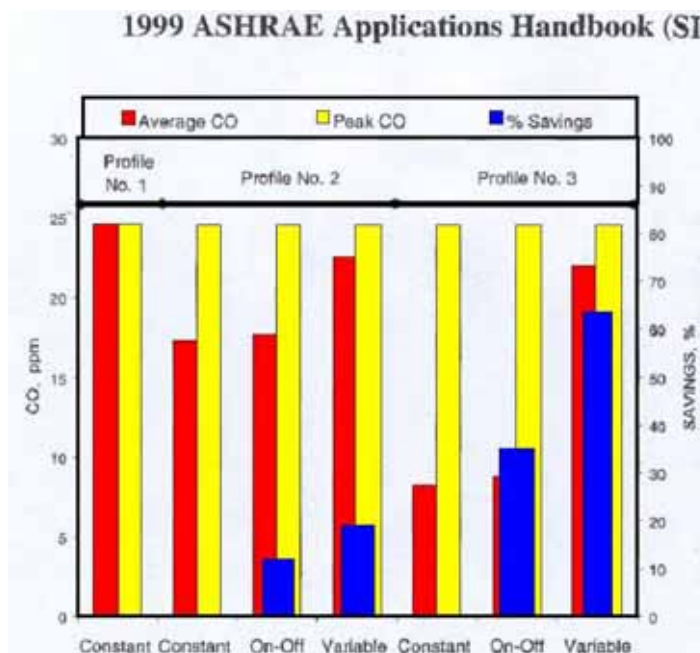


Figura 2.

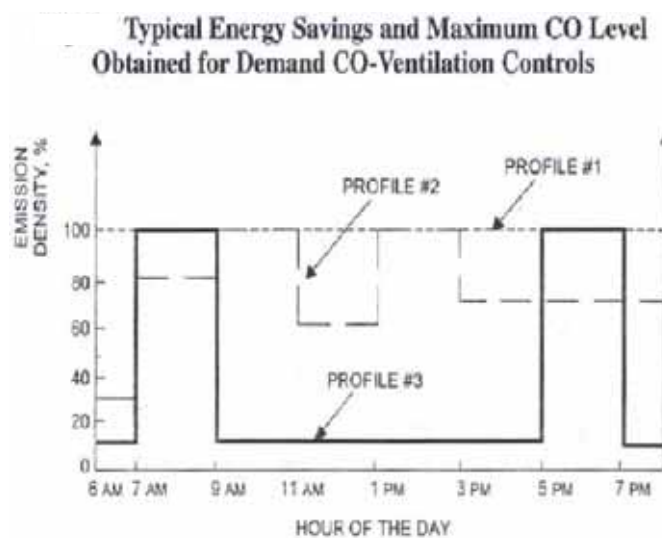


Figura 3.

La concentración de CO dentro del aparcamiento tampoco es uniforme, por lo que es conveniente realizar un estudio de los recorridos de los vehículos con el fin de determinar donde existirá una mayor concentración.

Es probable que si existen retenciones a la salida del aparcamiento, se produzca una mayor concentración de CO en la planta de salida y en las rampas, por lo que reforzar la extracción en dichas zonas junto con un fraccionamiento de los ventiladores conduce a que en lugar de ponerse en marcha toda la instalación a la vez, arranquen sólo aquellos extractores correspondientes a la zona donde se ha detectado un concentración de CO inadecuado.

Por tanto pese a que los caudales y distancias mínimas vienen marcadas por la normativa vigente, entendemos que es fundamental reforzar la extracción en aquellas zonas en las que pueda producirse una mayor concentración de contaminantes.

Existe otro aspecto que parece trivial, pero que no sólo no lo es, sino que marca la diferencia entre que una red de conductos funcione adecuadamente o funcione mal, que es el diseño y cálculo de conductos.

Es imprescindible que los conductos estén equilibrados, es decir que extraigan e impulsen el caudal deseado por cada uno de los elementos terminales, ya que el sistema de ventilación se activará mediante el detector de la zona con mayor concentración de CO, por lo que se debe evitar que existan zonas mal ventiladas.

El desequilibrio provoca que existan zonas excesivamente ventiladas y mal ventiladas simultáneamente, lo que supone un derroche energético. Para evitar el desequilibrio hay que determinar un método de cálculo adecuado y un trazado correcto.

En conductos de impulsión existe un método de cálculo, el de recuperación estática, que consigue un buen equilibrado y una distribución de aire conforme con los valores previstos. En los conductos de extracción, los métodos de cálculo

normalmente utilizados no nos llevan a una situación de equilibrio sino a una regularización del desequilibrio, aceptándolo como algo inevitable. Aunque no existe como en la impulsión un método de cálculo que de forma sencilla nos permite equilibrar, esto no significa que no se pueda conseguir este equilibrado.

En el cálculo de redes de extracción el concepto de recuperación estática no existe, por la razón de que, mientras que, en las redes de impulsión tanto la presión dinámica como estática son positivas, en las de retorno ambas presiones tiene distinto signo. Mientras en una red de impulsión la raíz (magnitud que realmente representa la energía del ventilador) es la presión total, en una de extracción es la estática, o más bien depresión estática por su signo negativo. De modo que en la impulsión una disminución de la velocidad produce un aumento de presión estática, en la extracción esto se traduce en una disminución de la depresión estática. Por esta razón recomendamos que los conductos de extracción se calculen por el método de igual fricción.

Este método no consigue un equilibrio de presión estática de los conductos principales; sin embargo, calculando los ramales a distintas velocidades (con mayor velocidad los primeros y con menor los últimos), de modo que la pérdida de carga sea mayor en los ramales del principio, se consigue que llegue una presión parecida a todos los elementos terminales y, por tanto, se consigue el equilibrado.

Esto no elimina el uso de compuertas de regulación en las rejillas, que nos permiten un ajuste si cabe más fino todavía, pero las posibilidades de regulación que nos permiten las rejillas son limitadas por lo que es imprescindible el preequilibrado mediante el dimensionado correcto de los ramales como hemos explicado.

La ubicación de las salidas del aparcamiento debe estudiarse para minimizar el recorrido de los vehículos de modo que permanezca el mínimo tiempo posible dentro del aparcamiento, evitando así sus gases de escape. Esto es aplicable también a las entradas, si bien es preferible una salida rápida a una entrada rápida, ya que la emisión de contaminantes es mayor si el motor del vehículo estas frío que si está caliente.

Por otro lado debe evitarse la existencia de vehículos con el motor encendido dentro del aparcamiento. Esto puede lograrse con un sistema de control de plazas libres junto con una gestión adecuada que establezca unos criterios de ocupación de las plantas. De este modo, se dejará entrar vehículos únicamente si existen plazas libres y, además, se les podrá dirigir a la zona donde éstas se encuentran. El aparcamiento se llenará por plantas evitando que existan pocos automóviles en cada planta, y que funcionen todos los extractores del aparcamiento.

Gracias a todo esto se consigue una menor entrada de contaminantes en el aparcamiento junto con una mejor ventilación, por lo que el ahorro energético resulta considerable.

## 4.7. Recomendaciones generales

Se debe implicar tanto al diseño arquitectónico como al sistema de gestión en la búsqueda del ahorro energético, mediante los siguientes **elementos pasivos**:

- ❁ La ventilación forzada, debe plantearse como un apoyo a la natural, no como un sustitutivo de ésta. De modo que deberá aprovecharse la posibilidad de abrir huecos de ventilación natural siempre que sea posible, pese a la existencia de ventilación forzada.
- ❁ Minimizar los recorridos de los vehículos dentro del aparcamiento, evitar retenciones y optimizar las circulaciones. Aplicación de criterios de teoría de colas, para la ubicación de las entradas y salidas. Señalización adecuada.
- ❁ Adoptar sistemas de gestión que mediante el apoyo de las instalaciones, como puede ser un sistema de detección de plazas libres, organicen la ocupación del aparcamiento, y la entrada de los vehículos.
- ❁ Evitar la utilización de todas las plantas cuando la ocupación lo requiera.



En cuanto al diseño del **propio sistema de ventilación forzada** es conveniente:

- ✿ Gestionar la marcha de los ventiladores mediante la centralita de un sistema de detección de CO, de modo que no esté siempre funcionando sino únicamente cuando los niveles de CO se encuentren por encima de lo deseado.
- ✿ Independientemente de los caudales y distancias marcados por la normativa vigente, deberán reforzarse aquellas zonas en las que pueda existir una mayor concentración de contaminantes, como pueden ser las rampas.
- ✿ Asociar las zonas del sistema de detección a los extractores de dicha zona de modo que pueda funcionar sólo aquellos extractores pertenecientes a la zona en que se ha dado la alarma.
- ✿ Fraccionar los ventiladores de modo que no cubran zonas demasiado amplias en las que la concentración de CO no sea uniforme.
- ✿ Trazar los conductos de modo que se minimicen las pérdidas de carga, y diseñarlos de modo que se encuentren equilibrados a priori.

## 4.8. Conclusiones

Por tanto, podemos decir que para optimizar el consumo energético en la ventilación de garajes y aparcamientos es necesario:

- ✿ Realizar una elección correcta de aquellos equipos más adecuados y eficientes según la función que vayan a desarrollar, y
- ✿ realizar un diseño profesional de las instalaciones, adaptadas al aparcamiento concreto, que optimice el número de equipos y el consumo de los mismos.

## Bibliografía

- 1999 ASHRAE HANDBOOK, HVAC Applications.
- 2001 ASHRAE HANDBOOK, Fundamentals.
- Reglamento electrotécnico de baja tensión. ITC-29: Prescripciones particulares para las instalaciones eléctricas en los locales con riesgo de incendio o explosión.
- Nuevo Código Técnico de la Edificación.
- UNE 100-166-92 Ventilación de aparcamiento.
- Ordenanza Municipal del Ayuntamiento de Madrid. OPI-93.

## 5.1. Introducción

La energía es el motor de nuestro desarrollo, pero también es la causa de muchos de los problemas medioambientales de nuestro planeta.

Por lo tanto, uno de los grandes retos de nuestra sociedad en el siglo XXI es la integración de las energías renovables en nuestro actual modelo energético.

Y es necesario por dos razones fundamentales:

- ✿ Por la necesidad de disponer de recursos energéticos que reduzcan el alto nivel de dependencia de los combustibles fósiles que colaboren en la solución al actual problema del cambio climático.
- ✿ Por la necesidad de conseguir un modelo energético sostenible, que pueda hacer frente a la muy previsible limitación de la actual oferta de combustibles fósiles.

Otro aspecto favorable que presentan las energías renovables, es su capacidad de creación de empleo de forma descentralizada, ya que de forma mayoritaria los nuevos empleos que se crean en este sector, se distribuyen por el territorio en el que se implantan las energías renovables, creándose una interesante relación entre desarrollo energético e industria.

De entre todas las posibilidades que nos ofrecen las energías renovables, es la energía solar fotovoltaica, una de las opciones con mayor campo de desarrollo. Es una tecnología limpia, fiable, no contaminante, de fácil instalación y poco mantenimiento, que además de ser rentable para aquellos que acometen su

inversión es la única que permite producir electricidad allí donde se consume, en el propio entorno urbano.

Además, la aplicación de la energía solar fotovoltaica en viviendas, edificios y naves industriales tiene un gran interés fuera del ámbito estrictamente energético, ya que proporciona una imagen de respeto con el medio ambiente, cuidado del entorno y calidad de vida, que hace que las inversiones en esta tecnología beneficien a las áreas locales que las acometen.

## 5.2. La energía solar fotovoltaica

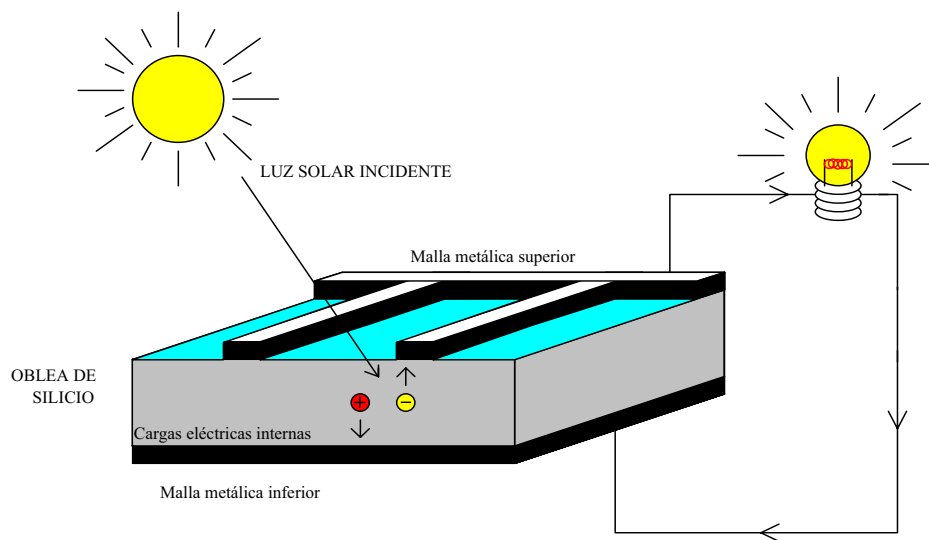
### 5.2.1. Características y conceptos básicos de la energía solar fotovoltaica

La cantidad de energía que se recibe anualmente del Sol se estima del orden de 149 millones de kWh, cantidad muy superior al consumo mundial de energía de nuestro planeta, pero el problema radica en convertirla de una forma eficiente en energía eléctrica.

Los sistemas fotovoltaicos, basándose en las propiedades de los materiales semiconductores, transforman la energía que irradia el Sol en energía eléctrica, sin mediación de reacciones químicas, ciclos termodinámicos, o procesos mecánicos que requieran partes móviles.

El proceso de transformación de energía solar en energía eléctrica se produce en un elemento semiconductor que se denomina célula fotovoltaica. Cuando la luz del Sol incide sobre una célula fotovoltaica, los fotones de la luz solar transmiten su energía a los electrones del semiconductor para que así puedan circular dentro del sólido.

Luego la tecnología fotovoltaica consigue que parte de estos electrones salgan al exterior del material semiconductor generándose así una corriente eléctrica capaz de circular por un circuito externo.



**Figura 1.** Efecto fotovoltaico.

La conexión de células fotovoltaicas y su posterior encapsulado y enmarcado da como resultado la obtención de los conocidos paneles o módulos fotovoltaicos de utilización doméstica e industrial, como elementos generadores eléctricos de corriente continua.

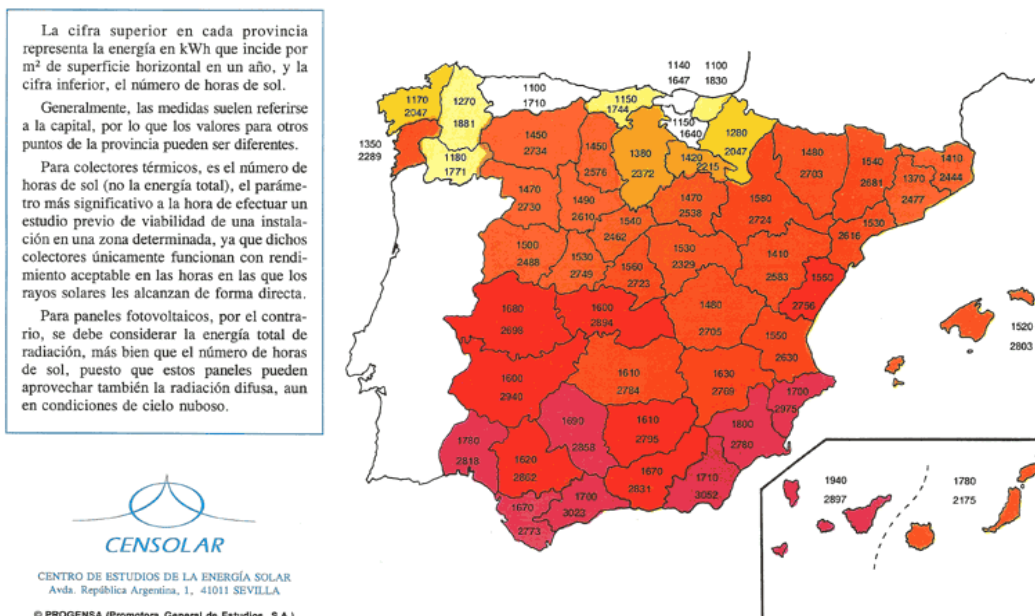
Las condiciones de funcionamiento de un módulo fotovoltaico dependen de algunas variables externas como la radiación solar y la temperatura de funcionamiento, por ello para medir y comparar correctamente los diferentes módulos fotovoltaicos, se han definido unas condiciones de trabajo nominales o estándar. Estas condiciones se han normalizado para una temperatura de funcionamiento de 25 °C y una radiación solar de 1.000 W/m<sup>2</sup>, y los valores eléctricos con estas condiciones se definen como valores pico.

Teniendo en cuenta que la unidad de potencia eléctrica es el vatio (W) y sus múltiplos el kilovatio (1 kW = 1.000 W) y el megavatio (1 MW = 1.000.000 W), la potencia de un módulo fotovoltaico se expresa en vatios pico (Wp), refiriéndose a la potencia suministrada a una temperatura de 25 °C y una radiación solar (irradiancia) de 1.000 W/m<sup>2</sup>.

Por otro lado, la energía producida por los sistemas fotovoltaicos es el resultado de multiplicar su potencia nominal por el número de horas pico, dado que no todas las horas de Sol son de la intensidad considerada como pico, es decir  $1.000 \text{ W/m}^2$ . Y se mide de igual forma que en el resto de sistemas energéticos, en vatios hora (Wh) y sus múltiplos en kilovatios hora ( $1 \text{ kWh} = 1.000 \text{ Wh}$ ) y megavatios hora ( $1 \text{ MWh} = 1.000.000 \text{ Wh}$ ).

El número de horas pico de un día concreto se obtendrá dividiendo toda la energía de ese día (en  $\text{Wh/m}^2$ ) entre  $1.000 \text{ W/m}^2$ .

## MAPA SOLAR DE ESPAÑA



**Figura 2.** Mapa solar de España.

Para tener una idea, la suma total de la energía que produce el Sol durante un día sólo equivale en España a unas 5 horas solares pico durante el verano y entre 2 y 4 durante el invierno, según la zona.

### 5.2.2. Usos de la energía solar fotovoltaica

Hay dos formas de utilizar la energía eléctrica generada a partir del efecto fotovoltaico:

- En instalaciones aisladas de la red eléctrica.
- En instalaciones conectadas a la red eléctrica convencional.



**Foto 1.** Instalación fotovoltaica aislada.

Mientras que en las primeras la energía generada se almacena en baterías para así disponer de su uso cuando sea preciso, como por ejemplo en electrificación de:

- Viviendas rurales.
- Sistemas de Telecomunicación.
- Sistemas de Señalización.
- Sistema de bombeo de agua.



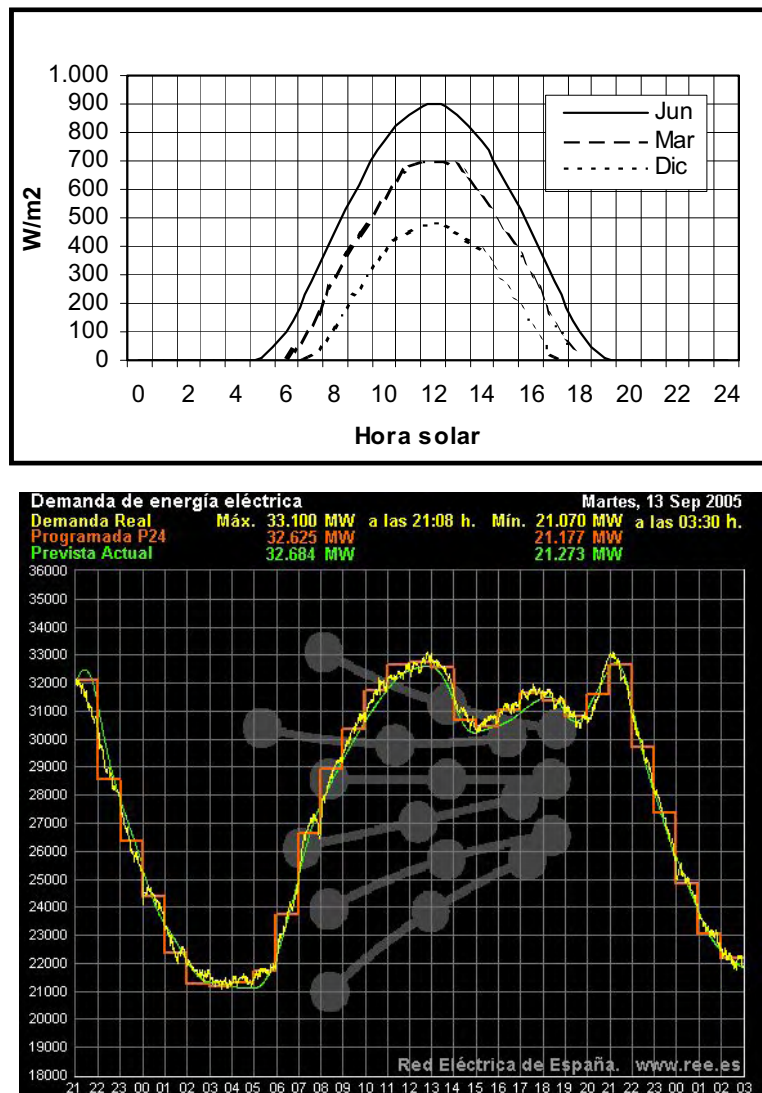
**Foto 2.** Instalación conectada a red.



En las segundas toda la energía generada se envía a la red eléctrica convencional para su distribución donde sea demandada.

En los núcleos de población que disponen de fluido eléctrico, la conexión a red de los sistemas fotovoltaicos es una solución idónea para contribuir a la reducción de emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) a la atmósfera.

Esta aplicación se ajusta muy bien a la curva de demanda de la electricidad. El momento en que más energía generan los paneles, cuando hay luz solar, es cuando más electricidad se demanda.



**Figura 3.** Radiación Solar Diaria y Curva de la demanda energía eléctrica en España (13-9-05).



Para que estas instalaciones sean viables, sólo es necesario disponer de:

- Una superficie soleada y bien orientada.
- La existencia de una línea de distribución eléctrica cercana con capacidad para admitir la energía producida por la instalación fotovoltaica.

En las instalaciones conectadas a red, el tamaño de la instalación no depende del consumo de electricidad de la vivienda o edificio, simplificando enormemente su diseño. Para dimensionar la instalación es necesario conocer la inversión inicial, el espacio disponible y la rentabilidad que se quiere obtener.

Es importante recordar que el consumo de electricidad es independiente de la energía generada por los paneles fotovoltaicos. El usuario sigue comprando la electricidad que consume a la distribuidora al precio establecido y además es propietario de una instalación generadora de electricidad que puede facturar los kWh producidos a un precio superior.

Los elementos que componen una instalación conectada a red son:

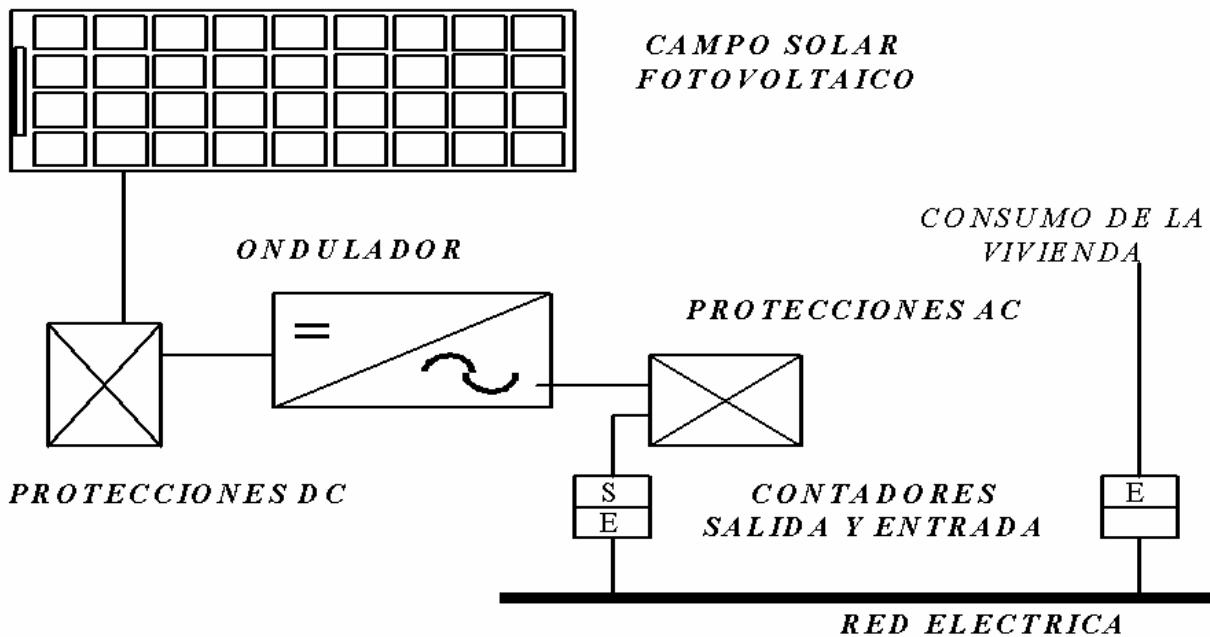
- **Generador fotovoltaico:** transforma la energía del Sol en energía eléctrica, que se envía a la red. Actualmente, en el mercado se pueden encontrar tres diferentes tecnologías:

**TABLA 1.** Tecnologías fotovoltaicas en el mercado.

Tecnología	Eficiencia
Silicio monocristalino	13-15 %
Silicio policristalino	11-13 %
Silicio amorfo	7 %

- **Cuadro de protecciones:** contiene alarmas, desconectores, protecciones, etc.

- ✿ **Inversor:** transforma la corriente continua producida por los paneles en corriente alterna de las mismas características que la de la red eléctrica.
- ✿ **Contadores:** un contador principal mide la energía producida (kWh) y enviada a la red, para que pueda ser facturada a la compañía a los precios autorizados. Un contador secundario mide los pequeños consumos de los equipos fotovoltaicos (kWh) para descontarlos de la energía producida.



**Figura 4.** Esquema de un sistema fotovoltaico conectado a red.

### 5.2.3. Aplicaciones de la energía solar fotovoltaica conectada a red

Las principales aplicaciones de los sistemas conectados a la red eléctrica son las que se describen seguidamente.

#### 5.2.3.1. Sobre tejados y cubiertas existentes

Se emplean sistemas prefabricados de fácil instalación donde se aprovecha la superficie de tejado existente para sobreponer los módulos fotovoltaicos.



**Foto 3.** Sistema fotovoltaico sobre tejado inclinado.

Los módulos fotovoltaicos siempre irán colocados sobre una estructura, que dependiendo de la zona geográfica, será de acero galvanizado o acero inoxidable.

Para cubiertas de chapa o uralita:

La cubierta puede ser inclinada o plana, en el primer caso, y si la inclinación de la cubierta es suficiente para conseguir una inclinación óptima para los módulos fotovoltaicos, estos últimos se colocarán sobre una estructura superpuesta a la cubierta.



**Foto 4.** Estructura sobre tejado inclinado de uralita.

En el caso de que la cubierta sea plana o la inclinación de la misma no es suficiente para conseguir una inclinación óptima de los módulos, estos se colocarán sobre una estructura que permita obtener dicha inclinación.



**Foto 5.** Estructura sobre tejado plano de uralita.

En ambos casos, la estructura que sujeta los módulos habrá que anclarla, de tal manera que el campo fotovoltaico quede perfectamente sujeto.

En la mayor parte de las naves industriales, las cubiertas están soportadas por unas vigas principales o pórticos y sobre estos se colocan las "correas" o vigas, más pequeñas que las principales, y que son sobre las que se sujetan las cubiertas.

En estas "correas" se anclarán las estructuras sobre las que van colocados los módulos fotovoltaicos.

Para evitar posibles goteras, siempre se utilizan arandelas de goma. La fijación de esta arandela de goma se asegurará con arandelas y tuercas metálicas, y luego se repasará la zona con una silicona resistente.

En el caso de cubiertas planas donde no se pueda perforar por motivos de impermeabilización, la colocación de las estructuras se hará sobre contrapesos, que en la mayor parte de los casos se tratará de dados de hormigón prefabricado.



**Foto 6.** Sistema fotovoltaico sobre tejado plano no perforable.

Si la instalación es sobre un tejado inclinado al sur, se ocupan unos 10 m<sup>2</sup> por cada kWp instalado. Pero si se trata de una cubierta plana, como hay que salvar las sombras de unos módulos a otros, se necesitarán hasta 20 m<sup>2</sup> por cada kWp instalado.

El peso del sistema fotovoltaico instalado, oscila entre 15 y 30 kg/m<sup>2</sup> dependiendo de que incluya o no los dados de hormigón.

### 5.2.3.2. Sobre el terreno

Utilizando estructuras soportes fijas o con seguimiento del sol.

Un sistema con seguimiento azimutal (este-oeste) puede incrementar hasta un 35 % la producción del sistema fotovoltaico.

Los sistemas con seguimiento al incorporar partes mecánicas, requieren un mayor mantenimiento que los sistemas fijos.





**Foto 7.** Instalación fotovoltaica sobre seguidor solar.

### 5.2.3.3. Integración en edificios

Por integración fotovoltaica debemos entender la sustitución de elementos arquitectónicos convencionales por nuevos elementos arquitectónicos que incluyen el elemento fotovoltaico, y que por lo tanto son generadores de energía.



**Foto 8.** Instalación fotovoltaica integrada en muro cortina.

Si en cualquier tipo de instalación es conveniente cuidar su incorporación al entorno, en las aplicaciones urbanas conectadas a red, en las que se unen exigencias urbanísticas a las motivaciones medioambientales, es donde la integración tiene más relevancia.



**Foto 9.** Instalación fotovoltaica integrada en cubierta.

La demanda de energía del sector terciario en la Unión Europea está creciendo de forma significativa, por lo que la integración de sistemas fotovoltaicos en edificios, con aportaciones energéticas en las horas punta, contribuye a reducir la producción diaria de energía convencional.



**Foto 10.** Instalación fotovoltaica integrada en lamas.

La integración de los sistemas fotovoltaicos en los edificios puede venir por instalarlos a modo de:

- ☀ Recubrimiento de fachadas.
- ☀ Muros cortina.
- ☀ Parasoles.
- ☀ Pérgolas.
- ☀ Cubiertas.
- ☀ Lucernarios.
- ☀ Lamas en ventanas.
- ☀ Tejas.



**Foto 11.** Instalación fotovoltaica integrada en parasoles.

Para conseguir una mejor integración del elemento fotovoltaico, es necesario considerar esta posibilidad desde el inicio del diseño del edificio. De esta manera se podrá conseguir mejorar el aspecto exterior y el coste del edificio al poderse sustituir elementos convencionales por los elementos fotovoltaicos.

En esta aplicación, a veces es necesario sacrificar parte del rendimiento energético por mantener la estética del edificio.



## 5.2.4. Mantenimiento de las instalaciones fotovoltaicas

El mantenimiento se reduce a la limpieza de los paneles, cuando se detecte suciedad, y a la comprobación visual del funcionamiento del inversor.

Sólo con los sistemas con seguimiento solar, que incorporan elementos mecánicos, es necesario revisarlos regularmente.

Y aunque las primeras instalaciones fotovoltaicas no llevan más de 20 años funcionando, se estima que la vida media de una instalación fotovoltaica conectada a red es superior a treinta años.

## 5.2.5. Garantía de los equipos

Todos los fabricantes de equipos fotovoltaicos garantizan sus productos por un mínimo de 2 años contra cualquier defecto de fabricación.

Además, y dado que los módulos fotovoltaicos son los elementos clave de la instalación, casi todos los fabricantes garantizan su potencia durante 25 años.

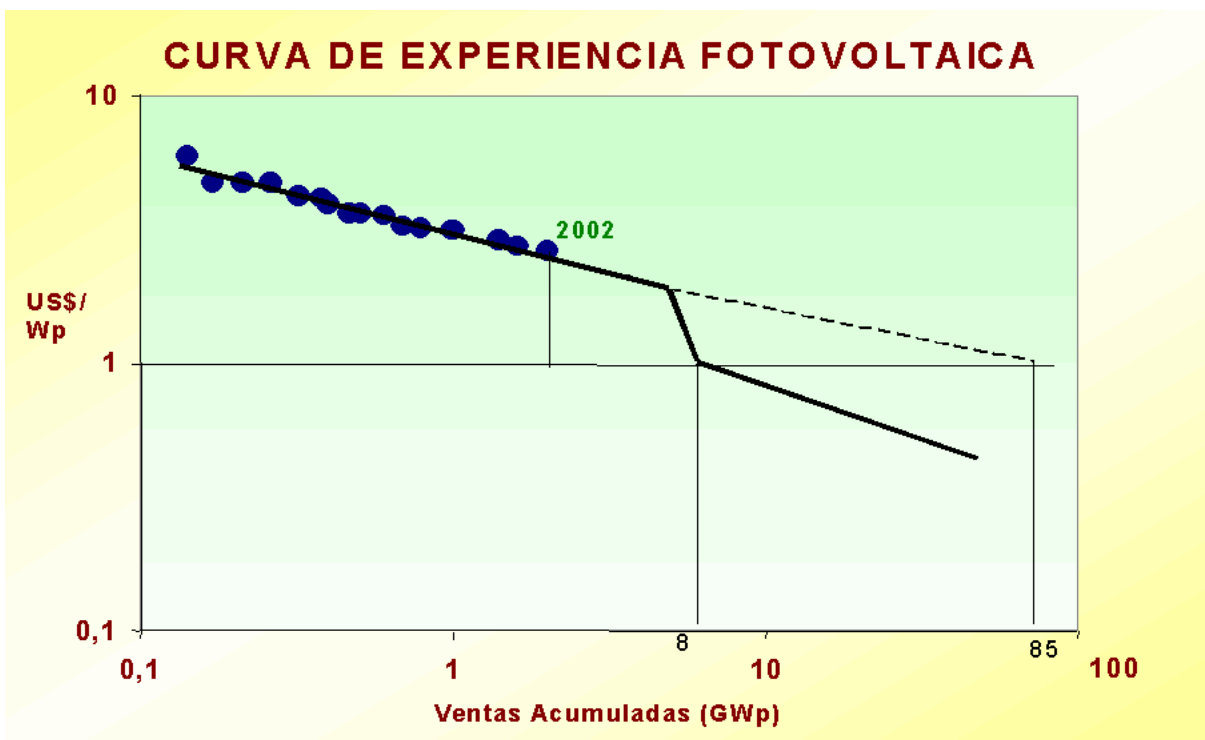
## 5.3. Desarrollo de la energía solar fotovoltaica

Toda nueva tecnología tras pasar por las fases de madurez conceptual, y madurez técnica, llega a su madurez económica (donde el producto, mediante un crecimiento continuo y sostenido de su aplicación, se convierte en un producto asequible para la sociedad).

El periodo de madurez conceptual para la conversión fotovoltaica se inició hacía el año 1904 cuando Albert Einstein publica su artículo sobre el efecto fotolumínico. Cincuenta años más tarde, en el año 1954 se puede decir que comienza la fase de madurez técnica, cuando los investigadores D.M. Chaplin, C.S.

Fuller y G.L. Pearson de los Laboratoris Bell en Murray Hill, New Jersey, producen la primera célula de silicio.

Hoy, el periodo de madurez técnica está terminado, y no porque esté todo investigado y no se observen nuevas líneas de investigación, al contrario, el trabajo pendiente por hacer en I+D+I es muy importante; sin embargo, la actual tecnología de silicio cristalino, nos proporciona una sólida base para avanzar en la fase de madurez económica, aquella que con una ayuda decidida de los países industrializados nos permita alcanzar rápidamente los costes deseados para esta tecnología.

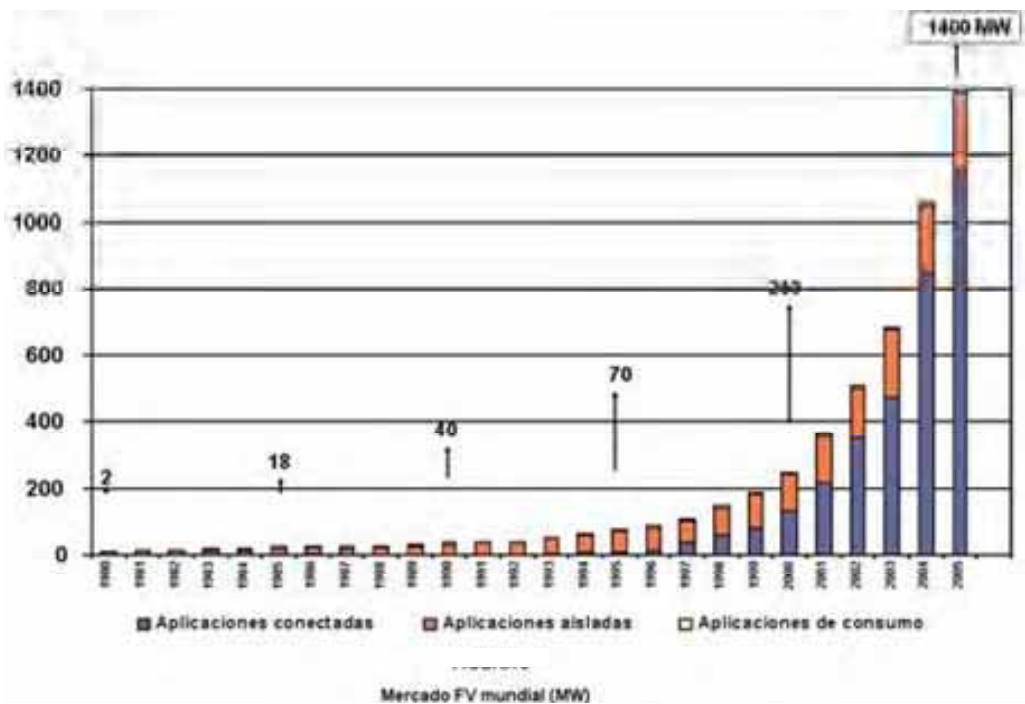


**Figura 4.** Curva de Experiencia FV.

La energía solar fotovoltaica está siguiendo una curva de experiencia similar a la de cualquier otra nueva tecnología, como puede ser la aviónica, la telefonía móvil o la propia eólica, con reducciones de precio según va aumentando su consumo. En el caso concreto de la fotovoltaica, se están manteniendo unas reducciones constantes de precio del 5 % anual.

Pero el papel de la investigación puede ser concluyente si a medio plazo aparecen, nuevas y revolucionarias tecnologías que produzcan un salto cuantitativo o escalón descendente en la curva de experiencia.

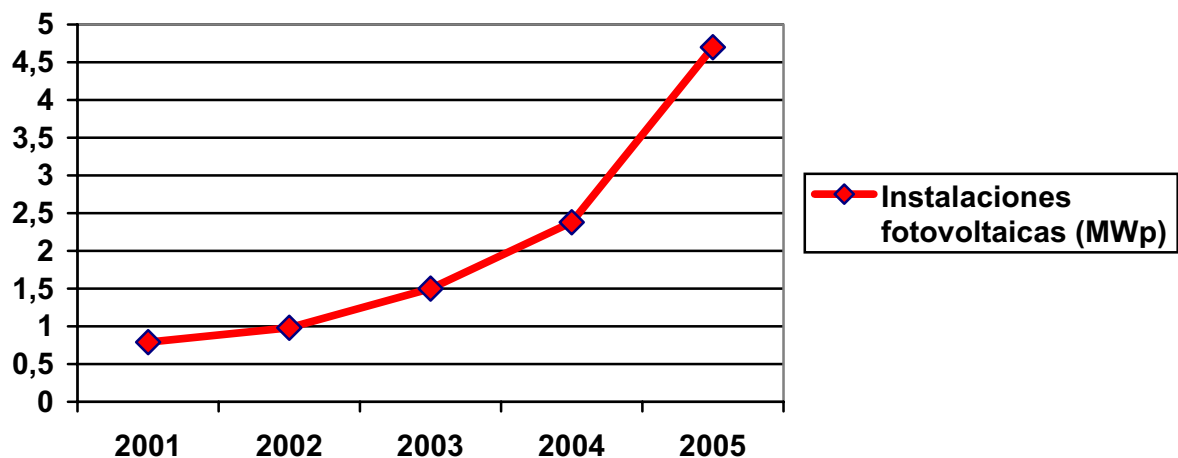
Como se indica en la Fig. 5, el mercado fotovoltaico mundial ha venido creciendo en los últimos años, del orden del 38 % anual de media y se espera que, globalmente, mantenga este crecimiento exponencial en los próximos años.



**Figura 5.** Potencia instalada en el Mundo

España, por su parte, también ha mantenido este crecimiento, estimándose que durante 2005 la potencia total instalada fue de 23 MWp. Lo que supuso alcanzar, a finales del 2005, una potencia total instalada de 59 MWp.

Por su parte, en la Comunidad de Madrid ha habido un significativo incremento de las instalaciones fotovoltaicas, pasando de tener instalados 0,75 MWp en el año 2001, a contar en la actualidad con 4,7 MWp, Fig. 6.



**Figura 6.** Potencia instalada en la Comunidad de Madrid.

En España, actualmente sólo se lleva cumplido el 15 % del objetivo fijado por el Gobierno para el año 2010, según el nuevo "Plan de Energías Renovables 2005-2010".

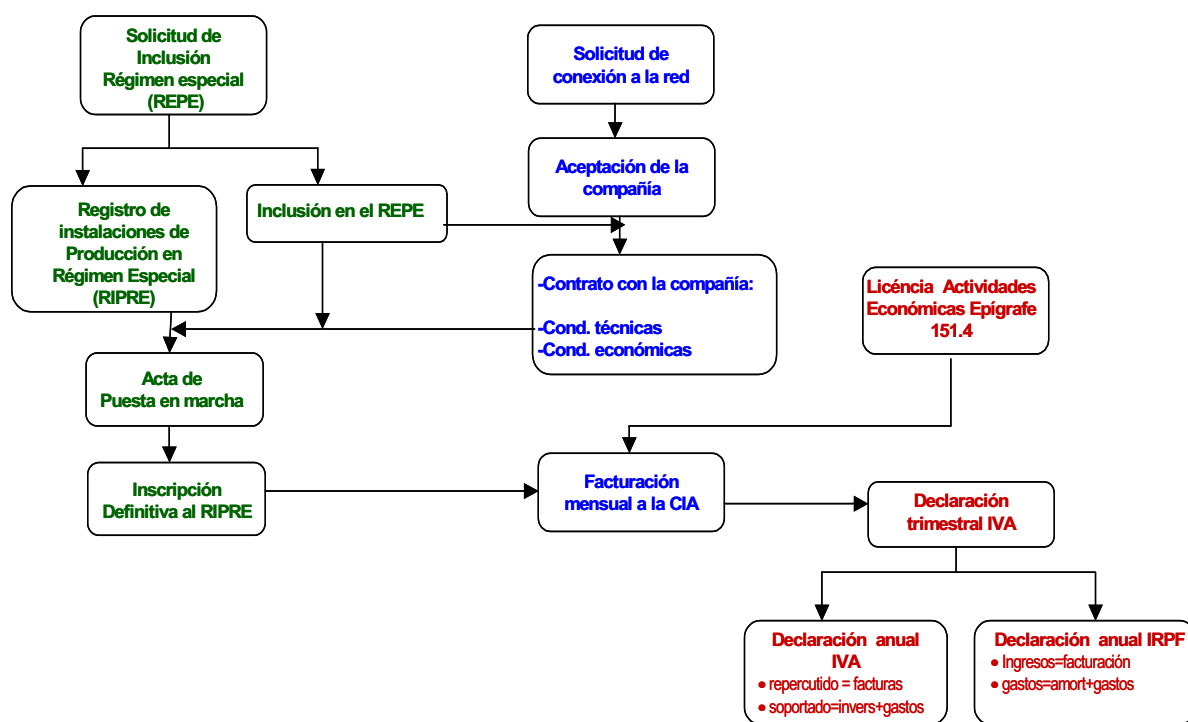
**TABLA 2.** Objetivos 2010 para la Energía Solar Fotovoltaica.

SOLAR FOTOVOLTAICA. OBJETIVOS 2010			
COMUNIDAD AUTÓNOMA	SITUACIÓN ACTUAL 2004 (MWp)	INCREMENTO 2005 - 2010 (MWp)	POTENCIA EN 2010 (MWp)
ANDALUCÍA	7,86	43,38	51,24
ARAGÓN	0,67	16,08	16,75
ASTURIAS	0,34	8,93	9,27
BALEARES	1,33	16,41	17,74
CANARIAS	1,20	16,04	17,24
CANTABRIA	0,07	9,14	9,21
CASTILLA Y LEÓN	2,73	25,60	28,33
CASTILLA - LA MANCHA	1,78	11,64	13,42
CATALUÑA	4,11	52,48	56,59
EXTREMADURA	0,54	12,85	13,39
GALICIA	0,51	23,49	24,00
MADRID	2,38	29,33	31,71
MURCIA	1,03	19,03	20,06
NAVARRA	5,44	14,20	19,64
LA RIOJA	0,15	9,08	9,23
COMUNIDAD VALENCIANA	2,83	31,25	34,08
PAÍS VASCO	2,40	23,70	26,10
NO REGIONALIZABLE	0,77	-	0,77
<b>TOTAL (MW)</b>	<b>37</b>	<b>363</b>	<b>400</b>

## 5.4. Legislación y Normativa

La demanda social a favor de la energía fotovoltaica se ha traducido en el establecimiento de normativas técnico-administrativas que regulan su instalación y priman la electricidad que generan y vierten a la red.

Actualmente, este proceso técnico administrativo es claro, sencillo y asequible incluso para particulares. En la Fig. 7 se muestra un diagrama de todos los pasos a seguir cuando se quiere instalar un sistema fotovoltaico conectado a red.



**Figura 7.** Proceso técnico administrativo de conexión a red

La legislación aplicable actualmente, viene regulada por:

- ✿ El Real Decreto 436/2004, de 12 de Marzo, 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.

(Este Real Decreto sustituye al 2818/1998 que hasta ahora regulaba en esta materia).

- ✿ El Real Decreto 1663/2000, de 29 de Septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a red de baja tensión.
- ✿ La Resolución de 31 de Mayo de 2001, de la Dirección General de Política Energética y Minas, por la que se establece modelo de contrato tipo y modelo de factura para instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- ✿ El nuevo Código Técnico de la Edificación (CTE) que tiene por objeto establecer las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios para satisfacer los requisitos básicos de seguridad estructural, seguridad en caso de incendio, seguridad de utilización, higiene, salud y protección del medio ambiente, protección contra el ruido y ahorro de energía y aislamiento térmico, establecidos en artículo 3 de la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE), así como determinar los procedimientos que permiten acreditar su cumplimiento con suficientes garantías técnicas.

El CTE se aplica, con las limitaciones que en el mismo se establecen, en las obras de edificación de nueva construcción, excepto aquellas construcciones de escasa entidad constructiva y sencillez técnica que no tengan, de forma eventual o permanente, carácter residencial ni público y se desarrollen en una sola planta salvo en los aspectos relacionados con la seguridad de las personas. Cuando se trate de intervenciones en edificios existentes, ya sean de reparación, reforma o rehabilitación, y sin perjuicio de lo que en cada caso pueda establecerse, las exigencias básicas establecidas en el Código se aplicarán en tanto sean compatibles con la naturaleza de la intervención.

En lo referente a la contribución fotovoltaica, es aplicable a los edificios de nueva construcción o rehabilitados dedicados a actividades administrativas, de ocio, hostelería, sanitarias y comercio a partir de una superficie construida de 10.000 m<sup>2</sup>. Siendo la contribución fotovoltaica mínima para producir energía eléctrica, función de la zona climática y de la superficie construida.

Así su ámbito de aplicación será para edificios de usos específicos que superen los siguientes límites fijados:

**TABLA 3.** Ámbito de aplicación.

Tipo de uso	Límite de aplicación
Comercial hipermercado	5.000 m <sup>2</sup> construidos
Comercial multitienda y centros de ocio	3.000 m <sup>2</sup> construidos
Comercial gran almacén	10.000 m <sup>2</sup> construidos
Oficinas	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

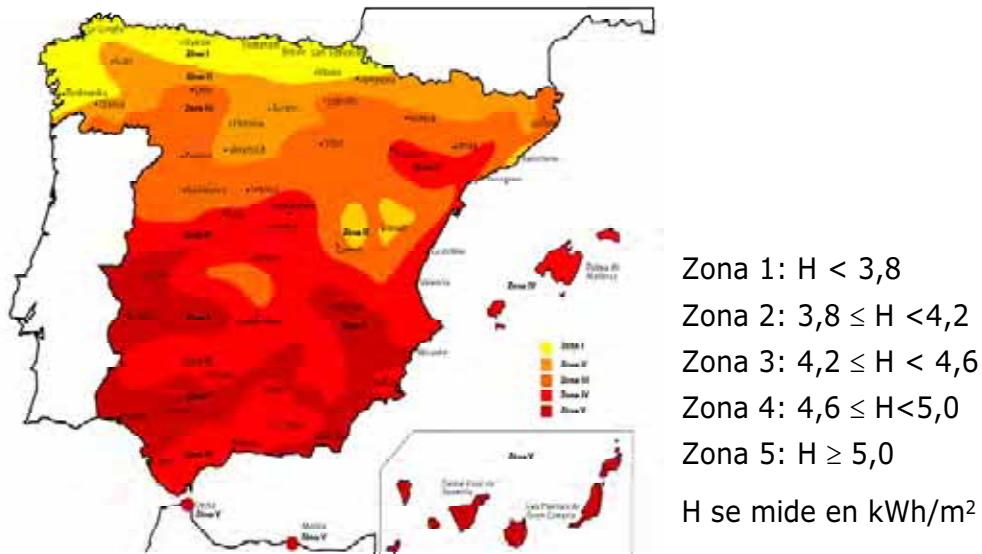
Para Energía Solar Fotovoltaica, el CTE fija la potencia pico mínima a instalar, en función de:

- ❁ La zona climática.
- ❁ La superficie construida.
- ❁ Tipo de uso del edificio.

$$\text{POTENCIA PICO (kWp)} = C \times (A \times S + B)$$

↙
↘
↘
↘

Coeficiente climático
Superficie construida (m<sup>2</sup>)
Coeficientes de uso



**Figura 8.** Zonas climáticas.

**TABLA 4.** Coeficientes de uso y coeficientes dinámicos.

Tipo de uso	A	B
Comercial hipermercado	0,001875	-3,12500
Comercial multi tienda y centros de ocio	0,004688	-7,81250
Comercial gran almacén	0,001406	-7,81250
Oficina	0,001223	1,35870
Hoteles y hostales	0,003516	-7,81250
Hospitales y clínicas privadas	0,000740	3,28947
Pabellones de recintos feriales	0,001406	-7,81250

Zona climática	C
I	1
II	1,1
III	1,2
IV	1,3
V	1,4

## 5.5. Análisis de rentabilidad

A la hora de calcular la rentabilidad de una instalación fotovoltaica hay que tener en cuenta una serie de aspectos muy relevantes:

- ✿ El precio de venta de la energía producida.
- ✿ La compensación del IVA.
- ✿ La deducción fiscal.



**El precio de venta** de la energía está regulado por el Gobierno, y actualmente, tras la aprobación en Marzo del 2004 del Real Decreto 436/2004, por el que se establece la nueva metodología de tarifas para la producción de energía eléctrica en Régimen Especial está fijado en:

1.- Para instalaciones fotovoltaicas de hasta 100 kW de potencia del campo solar (equivale aproximadamente a unos 100 m<sup>2</sup> de superficie de captación), cada kWh producido y suministrado a la red eléctrica se facturará durante el año 2006 a 0,44 euros.

Este precio, que se garantiza durante los primeros 25 años de vida del sistema y es actualizado por el Gobierno anualmente. Posteriormente, y durante el resto de la vida del sistema fotovoltaico, se garantiza el 80 % del citado precio.

2.- Para instalaciones fotovoltaicas de más de 100 kW de potencia del campo solar, cada kWh producido y suministrado a la red eléctrica se facturará durante el año 2005 a 0,2198 euros.

Esta tarifa la pagan en último término todos los consumidores de electricidad en España, que pagan un porcentaje infinitesimal de su facturación eléctrica para este propósito.

Para el cálculo de la tarifa, se considera como potencia de una instalación fotovoltaica o potencia nominal, la suma de las potencias de los inversores instalados.

**El IVA** de la inversión se compensa con el de la factura que emitimos mensualmente a la Compañía Distribuidora.

Y además hay que tener en cuenta que por Ley podemos **deducirnos** hasta un 10 % de la inversión a través del Impuesto de Sociedades, cuando se trata de empresa, y del Impuesto de la Renta cuando se trata de personas físicas.

## Ejemplo práctico

Considerando una instalación tipo de 125,6 kWp (100 kW), superpuesta sobre un tejado inclinado al sur con una inclinación de 20°, en la Comunidad de Madrid:

Superficie necesaria: 1.250 m<sup>2</sup>.

Peso aproximado: 14 kg/m<sup>2</sup>.

Producción estimada: 161.380 kWh/año (Datos de radiación "Censolar").

Precio neto (llave en mano): 753.300 euros.

IVA: 120.528 euros.

Coste de mantenimiento primer año: 1.500 euros. (IPC estimado 2,5 %).

Si consideramos la posibilidad de financiar el 80 % la inversión a través de un crédito a 10 años:

- ✿ Sería necesaria una inversión inicial de 150.660 euros + IVA.
- ✿ Recuperaríamos el IVA con la facturación de electricidad u otras actividades de la empresa.
- ✿ Los ingresos por venta de electricidad cubrirían la amortización del préstamo.

## Bibliografía

ASIF (2003): "Energía Solar Fotovoltaica en la Comunidad de Madrid. Comunidad de Madrid". España.

ASIF (2002-2005): "Informes anuales". España.

Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (2004): "RD 436/2004" BOE. España.



# Aparcamientos robotizados y semiautomáticos. Una estrategia hacia la sostenibilidad y eficiencia energética

## 6.1. Introducción

La sostenibilidad y el ahorro energético son vistos cada vez más como los principales argumentos de la construcción, la ingeniería y la arquitectura en el siglo XXI.

En el fondo de la cuestión late la necesidad de recuperar de manera generalizada criterios de actuación guiados por una visión global y por el sentido común en la relación con el medioambiente, que nos lleven a la racionalidad, a la economía de medios y al equilibrio natural.

No es tanto un reto tecnológico como un desafío ético. Todo desarrollo humano que eluda este problema y no sea medioambientalmente sostenible carecerá de validez moral.

Por otro lado, si queremos conciliar los modelos de desarrollo que manejamos, a principios del siglo XXI, con la naturaleza, estamos obligados a definir un nuevo orden con nuevas tipologías y dotarlas, en muchos casos, con nuevas tecnologías.

La función de la tecnología es servir de puente entre los aspectos éticos que nos abocan a la sostenibilidad ambiental y la armonía ecológica, y el desarrollo imprescindible para la mejora social.

Tres son los vectores clave que impulsan este enfoque:

- El manejo de la ecología como un sistema.

- ✿ La ampliación del ámbito de lo sostenible más allá del mero ahorro energético.
- ✿ La interacción entre los seres humanos, el espacio y la tecnología en el marco de un modelo sostenible.

Como consecuencia, se plantean cuestiones como la ocupación del suelo y el espacio, la rehabilitación, la reutilización y el reciclaje, la importancia de tener en cuenta el origen, la manipulación y la carga energética de los materiales de construcción, el consumo de agua, el ahorro de materia y energía incorporada a los procesos de construcción o la salud de los usuarios de los edificios.

La construcción de edificios o recintos, en superficie o subterráneos, dedicados al uso de aparcamiento no puede mantenerse por más tiempo al margen de todos estos planteamientos, más aún cuando se trata de un sector estratégico en el desarrollo de nuevos modelos de movilidad, regeneración urbana y crecimiento de la ciudad.

En este contexto la utilización de sistemas mecánicos de aparcamiento supone la aportación de una herramienta tecnológica para el desarrollo de soluciones innovadoras adecuadas a la demanda de sostenibilidad.

Las tecnologías mecánicas de aparcamiento cumplen, a principios del siglo XXI, casi cien años de historia y han sido extensamente implantadas en muchos países de nuestro entorno desde hace más de cincuenta. Estados Unidos, Japón, Alemania o Italia cuentan con cientos de miles de plazas de aparcamiento resueltas con estos sistemas.

Se trata de una tecnología sencilla experimentada y fiable en cuanto se refiere a su componente mecánica, y de última generación en cuanto a la aplicación de sistemas electrónicos e informáticos a su gestión y mantenimiento. Su evolución ha ido enriqueciendo el repertorio de soluciones, a lo largo de un siglo, con variantes y sistemas, cada vez más flexibles, fiables, autónomos y adecuados al desarrollo de los últimos conceptos urbanísticos y de movilidad. Nuevas soluciones,

verdaderamente innovadoras, fundamentadas en la compactación del espacio y la automatización parcial o total de los procesos de aparcamiento, y especialmente efectivas en el ámbito de la eficiencia energética y la sostenibilidad porque hacen posible:

- La reducción del impacto producido por la ocupación del suelo.
- La revitalización de áreas consolidadas de la ciudad.
- La rehabilitación de la edificación existente.
- La reducción del consumo de materiales de construcción y por extensión de la energía consumida en su producción, transporte y puesta en obra.
- La reducción del consumo energético en los procesos operativos de aparcamiento.
- La reducción del consumo energético en los procesos de mantenimiento.
- La reducción del consumo energético en los procesos de remodelación y adecuación.
- La reducción de residuos en la demolición.
- El reciclado y reutilización de los materiales tras la demolición y el desmontaje.

La verdadera sostenibilidad lo abarca todo. Si este nuevo enfoque ecológico no logra cambiar la manera en que los aparcamientos son planteados dentro de la estrategia urbana y de movilidad, cómo son proyectados, cómo son construidos, cómo se usan, cómo se mantienen, cómo se reutilizan o reciclan; estaremos haciendo una aproximación ingenua y superficial al problema de su eficiencia energética.

## 6.2. Tipos de sistemas de aparcamiento mecánico

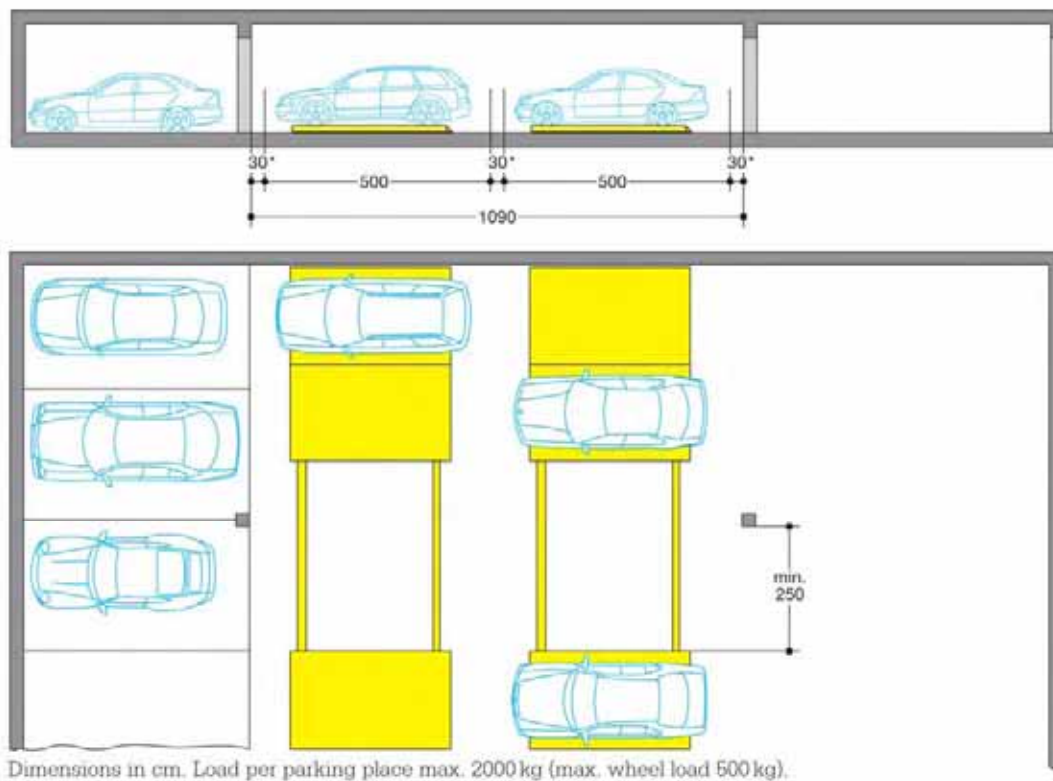
La tecnología aplicable al desarrollo de aparcamientos mecánicos se caracteriza, en primera instancia, por ser abierta y flexible. Se dispone de una amplia caja de herramientas con dispositivos que, combinados, permiten crear aparcamientos a la medida, según los requerimientos específicos de cada situación: ubicación, uso, usuario, normativa y coste.

## 6.2.1. Sistemas semiautomáticos para la compactación horizontal del espacio de aparcamiento

Se trata de sencillos sistemas de plataformas móviles, deslizantes o giratorias, que permiten aprovechar espacios disponibles en aparcamientos existentes o planificar nuevas instalaciones con dobles o triples filas de aparcamiento.

### 6.2.1.1. Plataformas deslizantes con movimiento lateral

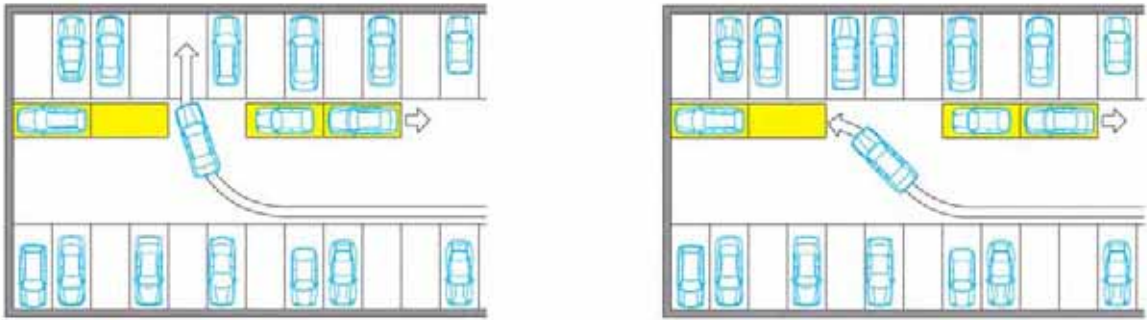
Se usan para crear varias filas independientes de aparcamiento, una tras otra.



**Figura 1.** Esquemas en planta y sección de plataformas deslizantes con movimiento lateral.

### 6.2.1.2. Plataformas deslizantes con movimiento longitudinal

Estas plataformas se disponen aprovechando espacios en las zonas de circulación.



**Figura 2.** Esquema en planta de la posible circulación de los vehículos en sistemas con plataformas deslizantes con movimiento longitudinal.

### 6.2.1.3. Dispositivos de ayuda al aparcamiento

Se trata de mecanismos guiados que permiten desplazar el vehículo dentro de espacios estrechos.

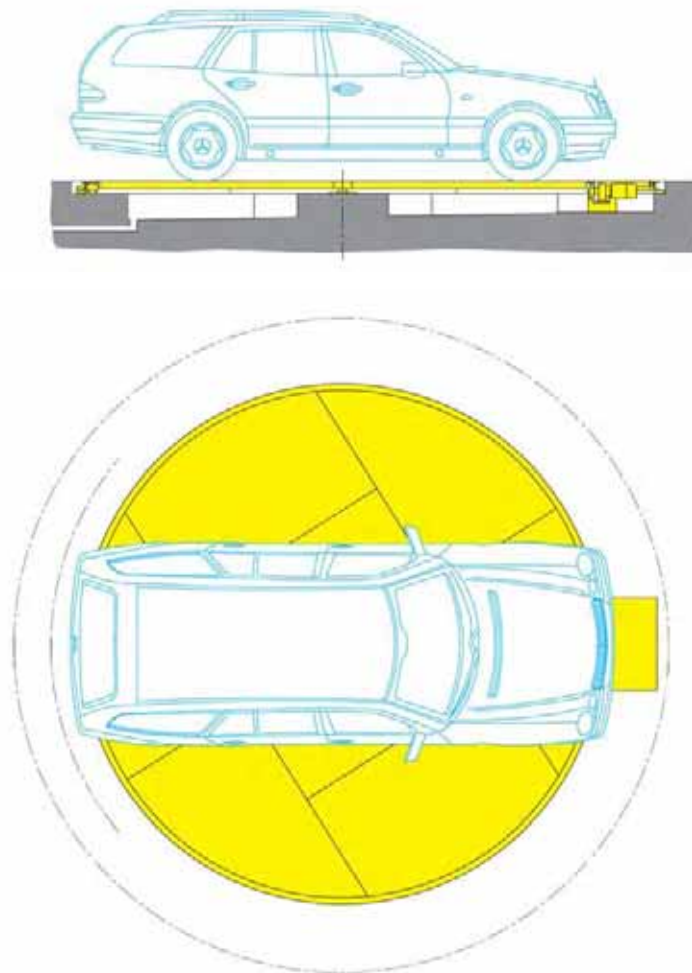


**Figura 3.** Dispositivo *Easy Park* en una plaza estrecha.



#### 6.2.1.4. Plataformas giratorias

Permiten aparcar en plazas donde la maniobra no es posible por medios convencionales.



**Figura 4.** Plataforma giratoria.

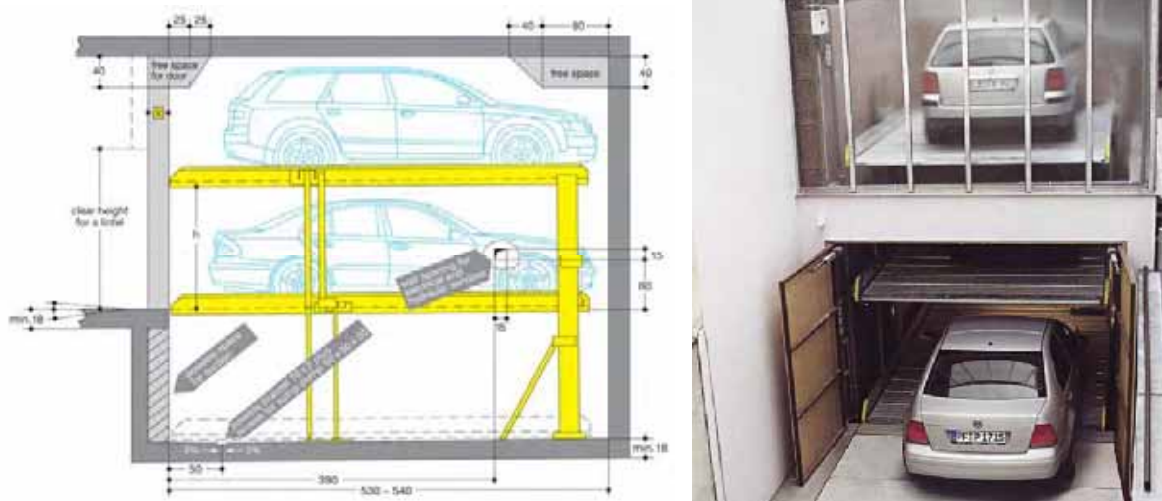
#### 6.2.2. Sistemas semiautomáticos para la compactación vertical y horizontal del espacio de aparcamiento

Se trata de sistemas mecánicos que permiten el apilamiento de vehículos en dos o tres alturas. En sus variantes más complejas permiten también crear varias filas independientes, una tras otra, de plazas de aparcamiento. Su condición de semiautomáticos la determina el que los usuarios accedan y circulen en el aparcamiento por medios convencionales, como en un aparcamiento

convencional y sean ellos mismos los que aparquen su vehículo en estos dispositivos situados dentro del aparcamiento.

### 6.2.2.1. Sistemas Parklift

Se trata de dispositivos hidráulicos en los que se produce un movimiento vertical, de elevación y descenso de los vehículos, que permite apilarlos en dos o tres alturas, bajo el suelo, por encima del suelo o en situaciones intermedias con foso. Existen once variantes dentro de esta familia destinada a aprovechar tanto el espacio y la altura disponibles en locales existentes como a mejorar el aprovechamiento del espacio en proyectos de nueva implantación.



**Figura 5.** Esquema y vista del sistema *Parklift*.

### 6.2.2.2. Sistemas Combilift

Constituyen la familia más avanzada de sistemas semiautomáticos de aparcamiento. Se trata de dispositivos hidráulicos de desplazamiento vertical que jugando con otros que permiten el desplazamiento horizontal de los vehículos situados en el nivel de acceso posibilitan la compactación de todo el espacio hasta en tres alturas para obtener hasta 29 plazas de aparcamiento sobre diez espacios convencionales.

Los sistemas de la familia Combilift se pueden disponer uno tras otro para crear hasta tres filas independientes creando bloques compactos de hasta tres alturas y tres filas en fondo con un solo acceso convencional. Hay cinco modelos de Combilift con una veintena de variantes.



**Figura 6.** Esquemas y vista del sistema *Combilift*.

### 6.2.3. Sistemas robotizados para la compactación del volumen de aparcamiento

Un aparcamiento robotizado es un sistema mecánico de almacenamiento de vehículos gestionado por un dispositivo informatizado de control. El usuario deposita su vehículo en un punto de recepción / entrega y se va. El sistema resuelve automáticamente el aparcamiento y posteriormente la entrega del vehículo sin intervención del usuario.

Para resolver cada implantación con el equilibrio óptimo de todos sus requerimientos, de uso, de usuarios, normativos, de espacio, de acceso, de coste; se necesita un amplio repertorio de herramientas y soluciones estándar que se puedan combinar a la medida de nuestras necesidades.

Existen tres grandes familias de sistemas robotizados:

### 6.2.3.1. Sistemas Levelparker

Se trata de sistemas mecánicos que funcionan rotando en horizontal o vertical (tipo noria) las plazas en espacios compactos de aparcamiento. Todas las plazas rotan simultáneamente y el aparcamiento es realizado directamente desde un elevador que introduce el vehículo en el recinto y lo deposita en una plaza libre situada junto a él. En esta familia hay dos tipos y una decena de variantes.

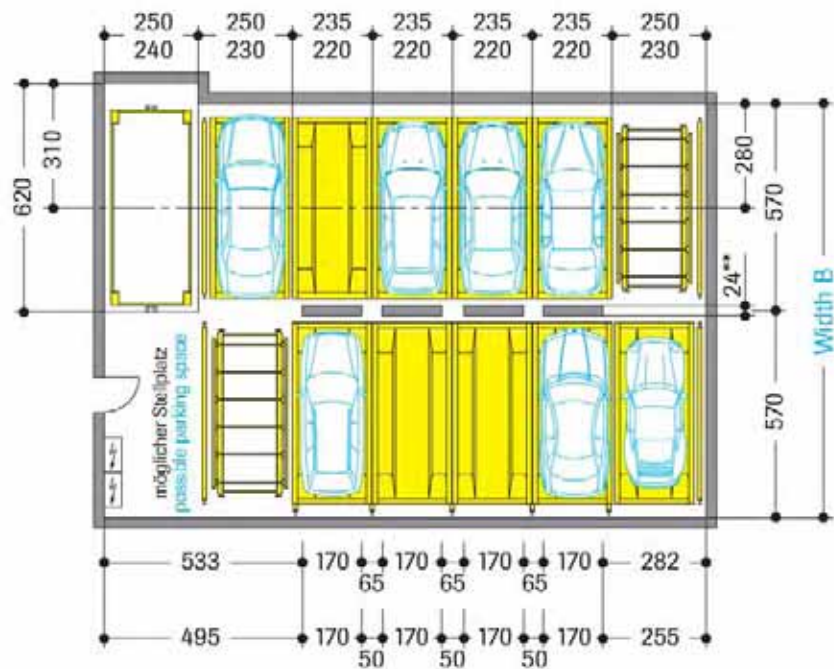
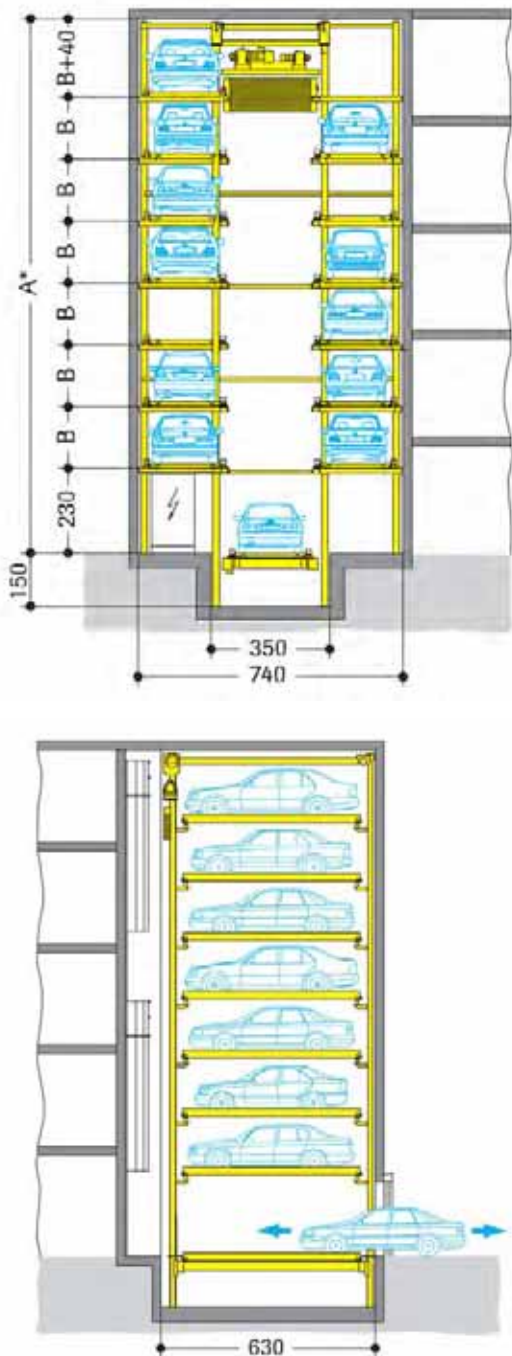


Figura 7. Vista y esquema de un sistema *Levelparker* de aparcamiento.

### 6.2.3.2. Sistemas Parksafe

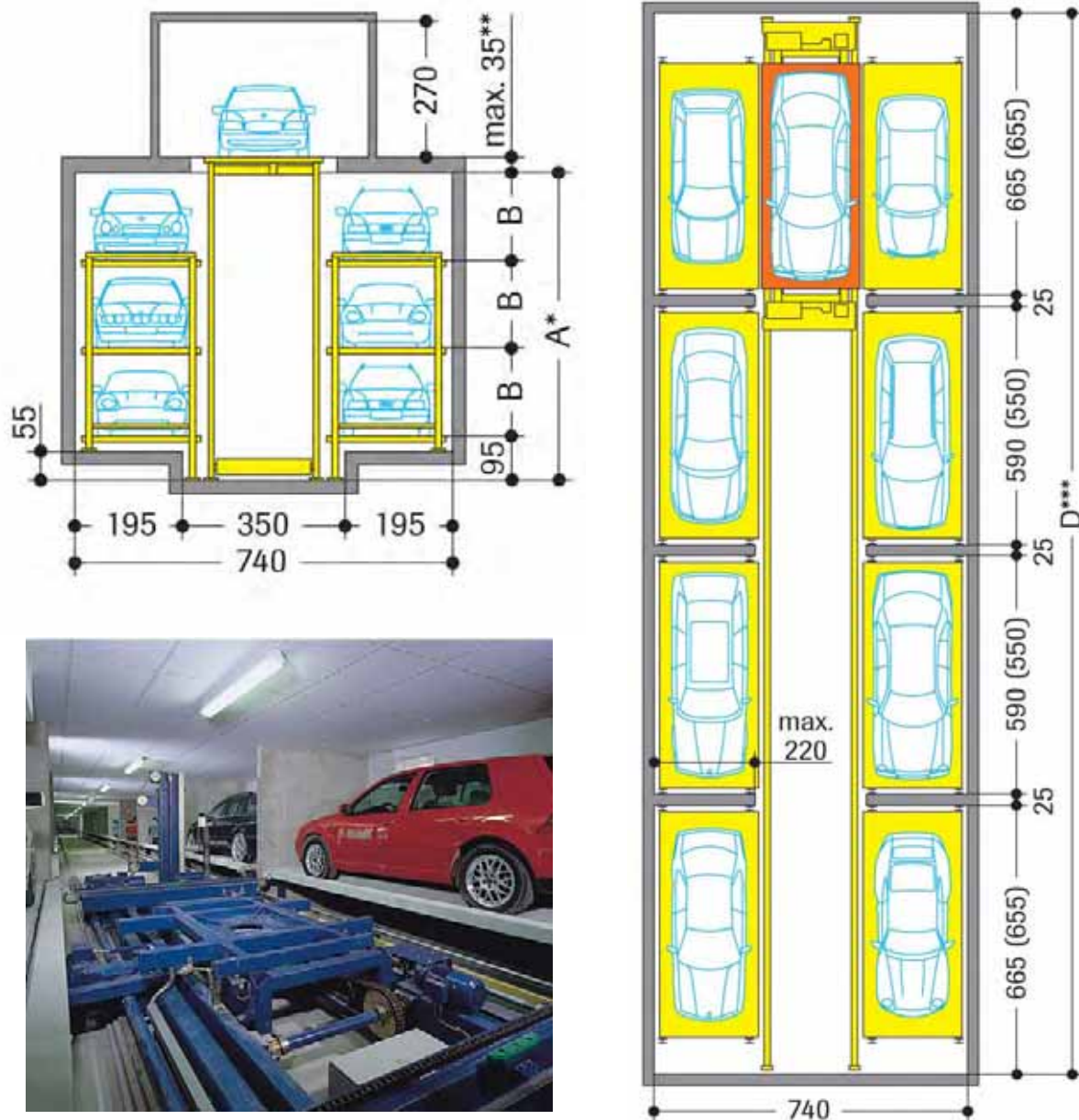
Se trata de sistemas dotados con un elevador que lleva integrado un robot de distribución de vehículos que alimenta estructuras de aparcamiento situadas a ambos lados. El robot puede, a su vez, estar equipado con una lanzadera que permite disponer dos o tres filas de vehículos. Dentro de esta familia hay cuatro tipos y más de cuarenta variantes.



**Figura 8.** Secciones y vista de un sistema *Parksafe*.







**Figura 10.** Sección, planta y vista de un sistema *Multiparker* con disposición longitudinal de aparcamiento.

- ❁ El aparcamiento sea viable donde no lo es un sistema convencional, desde el punto de vista técnico o económico.
- ❁ El aumento del número de plazas de aparcamiento viables con un aumento proporcional de la rentabilidad.

- ✿ La reducción del volumen de la unidad básica de aparcamiento que hace posible multiplicar las posibilidades de implantación.
- ✿ El aumento de la calidad de los procesos de aparcamiento.
- ✿ El incremento de la calidad del espacio de aparcamiento.

La compactación del espacio destinado a aparcamiento tiene tres componentes básicas:

### ✿ **Optimización del aprovechamiento horizontal del espacio**


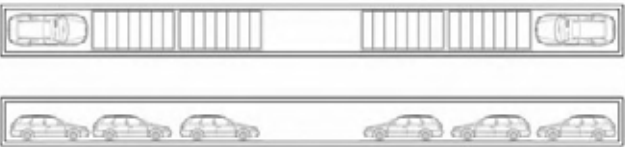
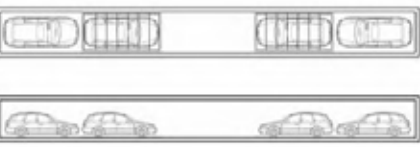
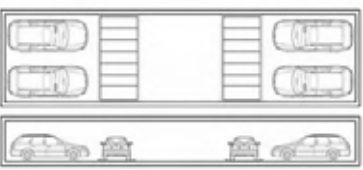
Los ratios estándar de ocupación por plaza de aparcamiento convencional oscilan entre 25 m<sup>2</sup> y 30 m<sup>2</sup> por plaza. De esta superficie aproximadamente entre un 45 % y un 50 % corresponde a la plaza de aparcamiento y el resto a la repercusión que sobre la misma tienen los elementos de acceso y circulación, rodada y peatonal, de la instalación.

La superficie útil de una plaza de aparcamiento en un sistema mecánico no difiere sustancialmente de la de una plaza convencional de aparcamiento, es más, en términos generales los sistemas mecánicos gestionan plazas consideradas grandes para un aparcamiento convencional. La plaza convencional tipo sería un espacio de 2,50 m x 5,00 m = 12,50 m<sup>2</sup> y la plaza mecanizada tipo oscila entre los 2,50 m x 5,20 m = 13 m<sup>2</sup>, de un sistema semiautomático, y los 2,30 m x 5,35 m = 12,30 m<sup>2</sup> de un sistema robotizado.

La optimización horizontal del espacio de aparcamiento, se consigue reduciendo sustancialmente la repercusión que, sobre cada plaza de aparcamiento, tienen las superficies dedicadas a elementos de acceso y circulación del aparcamiento. En este sentido los sistemas mecánicos de aparcamiento permiten la distribución del aparcamiento en dobles y triples filas, y la reducción proporcional al número de plazas que se obtienen añadiendo filas, de las superficies dedicadas a rampas y zonas de circulación. De este modo del 50 % de la superficie del aparcamiento



destinado a espacios comunes se puede pasar a una repercusión del 25 % y hasta del 15 %, sólo mediante la optimización horizontal del espacio, lo que supone de un 25 % a un 35 % de optimización total del espacio horizontal reduciendo la repercusión por plaza de aparcamiento a valores entre 18,75 m<sup>2</sup>/plaza y 16,25 m<sup>2</sup>/plaza.

	DISPOSICIÓN DE LAS PLAZAS	SUPERFICIE ÚTIL / PLAZA	SUPERFICIE ÚTIL / PLAZA (%)
<b>DISPOSICIÓN CONVENCIONAL</b>		25,00 m <sup>2</sup>	100 %
<b>COMPACTACIÓN HORIZONTAL</b>		8,30 m <sup>2</sup>	33,20 %
		12,5 m <sup>2</sup>	50 %
		16,0 m <sup>2</sup>	64 %

**Figura 11.** Aprovechamiento horizontal del espacio.

### ❁ Optimización del aprovechamiento vertical del espacio

El apilamiento de vehículos en dos o tres alturas, en los sistemas semiautomáticos, y hasta 18 alturas en los sistemas robotizados permite un aprovechamiento vertical máximo del espacio de los aparcamientos. Este tipo de dispositivos permite ajustar las alturas de apilamiento para conseguir el máximo rendimiento en número de plazas, entre alturas de 1,75 m para vehículos normales de altura 1,65 m, y 2,60 m para furgonetas, pasando por

alturas intermedias de 1,85 m y 2,00 m para vehículos todo terreno, SUV y monovolumen. La superficie de ocupación en planta permanece invariable y, por ello, el apilamiento supone una reducción proporcional de la repercusión total de superficie por vehículo.

Las ratios de superficie por plaza que se pueden obtener con apilamientos mediante la aplicación de sistemas semiautomáticos oscilan entre 8,5 m<sup>2</sup>/plaza para sistemas triples tipo Combilift y 12,5 m<sup>2</sup>/plaza para sistemas dobles tipo Parklift. La aplicación de sistemas en doble fila hace descender la superficie media hasta 7,7 m<sup>2</sup>/plaza.

La aplicación de sistemas robotizados permite apilamientos de mucha más altura, los ratios de superficie por plaza se reducen radicalmente. Un sistema robotizado con tres niveles de apilamiento puede tener una repercusión de 6 a 7 m<sup>2</sup>/plaza. Habitualmente se disponen en configuraciones de 5 a 7 niveles lo que arroja cifras de repercusión entre 4 m<sup>2</sup>/plaza y 2,5 m<sup>2</sup>/plaza. El acceso a los sistemas robotizados se resuelve con elevadores verticales cuya repercusión en superficie es mínima.



### **Compactación del volumen de aparcamiento**

Si los datos sobre la repercusión en superficie por plaza que se obtienen mediante la compactación horizontal y vertical del espacio de aparcamiento ilustran sobre el significativo aumento de rendimiento que se obtiene con la aplicación de sistemas mecánicos, los datos más significativos sobre la ocupación del espacio son los que se refieren al volumen total de los aparcamientos.

El volumen total útil del aparcamiento, el volumen útil por plaza de aparcamiento y el volumen de construcción por plaza de aparcamiento van a permitir calcular la eficiencia en la ocupación del espacio, el volumen y la masa de construcción por plaza de aparcamiento, la energía consumida en los procesos de construcción y las emisiones correspondientes de gases de efecto invernadero.



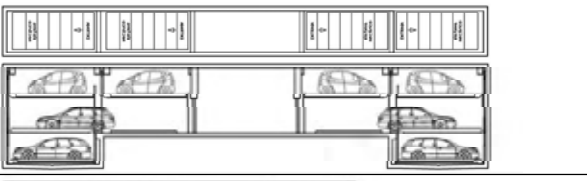
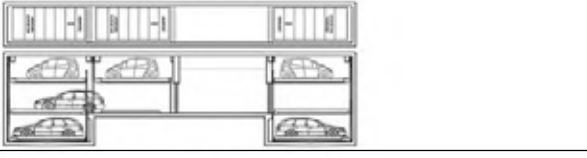
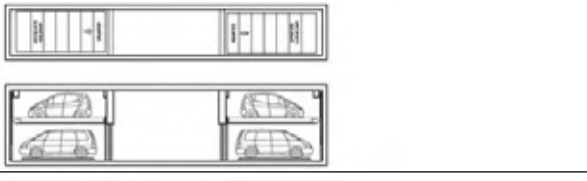

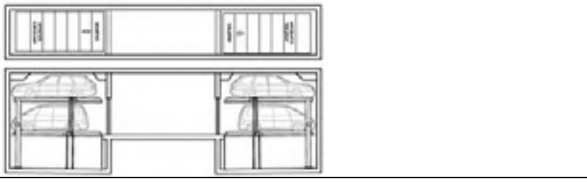


	DISPOSICIÓN DE LAS PLAZAS	SUPERFICIE ÚTIL / PLAZA	SUPERFICIE ÚTIL/ PLAZA (%)
DISPOSICION CONVENCIONAL		25,00 m <sup>2</sup>	100 %
COMPACTACIÓN VERTICAL		8,30 m <sup>2</sup>	33,20 %
		7,7 m <sup>2</sup>	30,80 %
		7,90 m <sup>2</sup>	31,60 %
		12,50 m <sup>2</sup>	50 %
		12,50 m <sup>2</sup>	50 %
		12,50 m <sup>2</sup>	50 %
		12,25 m <sup>2</sup>	49 %
		8,30 m <sup>2</sup>	33,20 %

Figura 12. Aprovechamiento vertical del espacio.

Se toma como referencia el volumen útil por plaza de aparcamiento convencional que, considerando una plaza con 25 m<sup>2</sup> de repercusión y un promedio de 2,40 m de altura libre, es de 60 m<sup>3</sup>/plaza.

La utilización de sistemas semiautomáticos de aparcamiento permite reducir el volumen útil por plaza hasta un 70 % del valor de referencia.

La combinación de disposiciones en filas múltiples y el apilamiento en dos y tres alturas de los vehículos reduce el volumen útil por plaza a valores que, según el sistema y la configuración aplicados, oscilan entre 23 m<sup>3</sup>/plaza y 35 m<sup>3</sup>/plaza, es decir, entre un 30 % y un 58 % del valor de referencia.

La utilización de sistemas robotizados de aparcamiento permite reducciones del volumen útil por plaza de hasta un 50 %, oscilando normalmente entre un 30 % y un 40 %. La posibilidad de apilar en altura combinada con la de disponer múltiples filas en sentido transversal o longitudinal permite reducir el volumen útil por plaza a valores que oscilan entre 38 m<sup>3</sup>/plaza y 42 m<sup>3</sup>/plaza, es decir, entre un 63 % y un 72 % del valor de referencia.

Es importante señalar que los valores óptimos de compactación de volumen para los sistemas semiautomáticos se obtienen con configuraciones que sólo son aplicables sobre superficies de aparcamiento superiores a 800 m<sup>2</sup>. En este caso se obtienen índices de compactación óptimos e incluso muy superiores a los que se obtienen con sistemas de aparcamiento robotizado.

Sin embargo, los sistemas robotizados obtienen sus índices óptimos de compactación a partir de superficies de 150 m<sup>2</sup>, lo que los hace especialmente efectivos en espacios reducidos en situaciones donde incluso los sistemas semiautomáticos son difíciles de implantar.

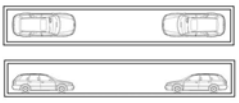




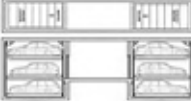


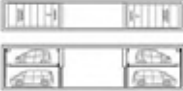


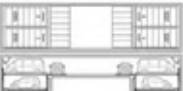

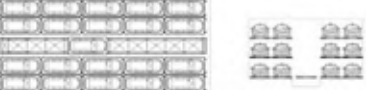



		DISPOSICIÓN DE LAS PLAZAS	SUPERFICIE ÚTIL / PLAZA	ALTURA MEDIA EQUIVALENTE	VOLUMEN ÚTIL/PLAZA	% DE AHORRO EN VOLUMEN ÚTIL/PLAZA	
CONVENCIONAL	DISPOSICION CONVENCIONAL		25,00 m <sup>2</sup>	2,40 m	60 m <sup>3</sup>	0 %	
SEMIAUTOMÁTICOS	COMPACTACIÓN HORIZONTAL		8,30 m <sup>2</sup>	2,40 m	20 m <sup>3</sup>	66 %	
			12,5 m <sup>2</sup>	2,40 m	30 m <sup>3</sup>	50 %	
			16, m <sup>2</sup>	2,40 m	38,4 m <sup>3</sup>	64 %	
							
	COMPACTACIÓN VERTICAL		8,30 m <sup>2</sup>	3,00 m	25 m <sup>3</sup>	59 %	
			7,7 m <sup>2</sup>	2,4 m	18,5 m <sup>3</sup>	70 %	
			7,90 m <sup>2</sup>	2,5 m	19,84 m <sup>3</sup>	68 %	
			12,50 m <sup>2</sup>	3,00 m	37,50 m <sup>3</sup>	37 %	
			12,50 m <sup>2</sup>	3,00 m	40,00 m <sup>3</sup>	34 %	
			12,50 m <sup>2</sup>	4,00 m	50,00 m <sup>3</sup>	17 %	
			12,25 m <sup>2</sup>	2,13 m	26,10 m <sup>3</sup>	57 %	
			8,30 m <sup>2</sup>	5,00 m	41,50 m <sup>3</sup>	31 %	
	ROBOTIZADOS	COMPACTACIÓN EN VOLUMEN		13,52 m <sup>2</sup>	2,92 m	40,00 m <sup>3</sup>	44 %
				13,60 m <sup>2</sup>	3,36 m	45,80 m <sup>3</sup>	24 %
			12,00 m <sup>2</sup>	3,60 m	43,50 m <sup>3</sup>	28 %	
			12,00 m <sup>2</sup>	3,25 m	39,85 m <sup>3</sup>	44 %	

Figura 13. Compactación del volumen del aparcamiento.

### 6.3.1. Optimización de aparcamientos. Actuaciones para mejorar el aprovechamiento del espacio en aparcamientos existentes

A menudo es posible actuar en instalaciones antiguas de aparcamiento de muy variada tipología y aplicar tecnologías mecánicas para mejorar sustancialmente el aprovechamiento del espacio disponible.

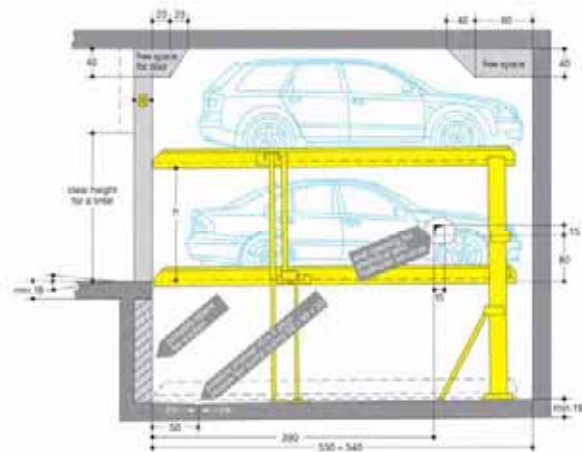
Se trata de edificios, locales e instalaciones de aparcamiento privado y público, destinados a usuarios habituales, residentes y oficinas, o de rotación, en garajes de edificios, en locales y naves, en patios de manzana, aparcamientos en superficie en áreas comerciales, aparcamientos en talleres y concesionarios de automóviles, y muchos otros donde la compactación y el agotamiento del espacio útil disponible permite multiplicar el número de plazas de aparcamiento.

La aplicación de sistemas mecánicos de aparcamiento a la mejora del aprovechamiento del espacio en aparcamientos existentes se fundamenta en:

- La reducción de los espacios de circulación y acceso.
- Aprovechamiento de la altura libre de los recintos de aparcamiento existente.

La mayoría de estas actuaciones se resuelven con sistemas semiautomáticos, cuya instalación es muy sencilla por tratarse de unidades modulares, adaptables y ajustables a las dimensiones de los espacios disponibles, combinables entre sí en todas sus variantes.

Con esta tecnología se pueden resolver todo tipo de casos, desde añadir algunas plazas individuales en pequeños garajes privados hasta multiplicar por dos y tres el número de plazas de aparcamientos públicos.



**Figura 14.** Implantación de un sistema *Parklift* en un aparcamiento existente.

### 6.3.2. Rehabilitación. Creación de espacio de aparcamiento en procesos de recuperación de edificación existente

La rehabilitación del patrimonio edificado de las áreas consolidadas de nuestras ciudades es, desde hace una década, un objetivo prioritario de todas las corporaciones municipales y un área de actividad en pleno crecimiento del sector inmobiliario a escala nacional.

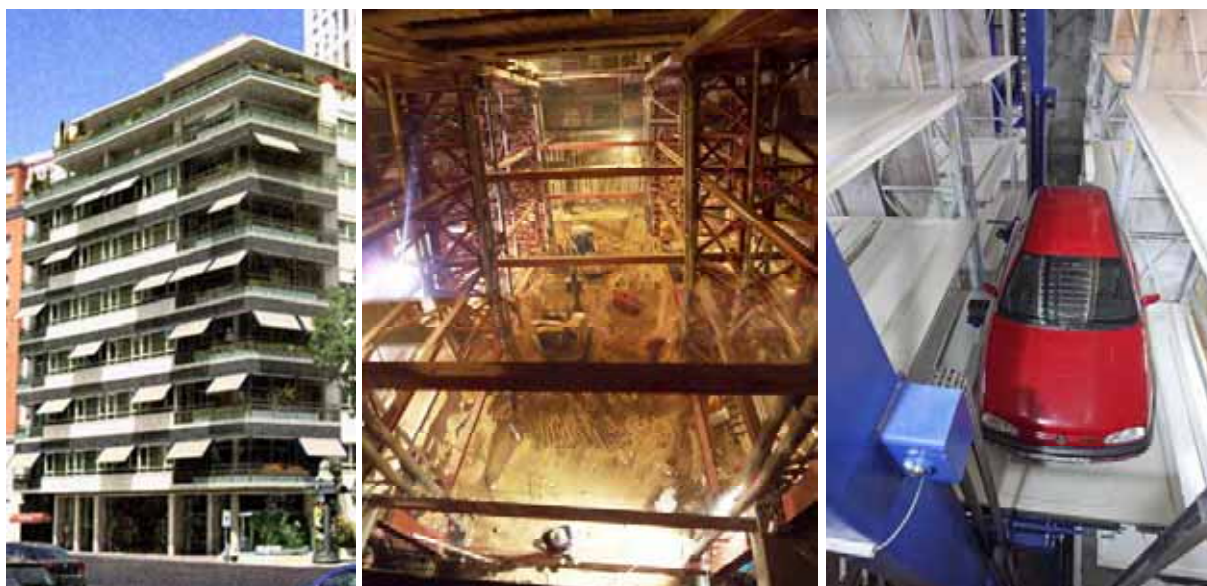
Los procesos de rehabilitación producen una intensificación del uso de los edificios y por extensión un aumento de la densidad de ocupación para usos residenciales y terciarios de la ciudad, que debe ir acompañada de una dotación proporcional de servicios, y en particular de aparcamiento para residentes y trabajadores. La aplicación de sistemas robotizados y semiautomáticos de aparcamiento ha demostrado ser la única alternativa técnica y económicamente viable para resolver las muy diversas fórmulas de implantación que son imprescindibles para culminar con éxito la dotación de los edificios y espacios rehabilitados.



### 6.3.2.1. Aparcamientos en y bajo la edificación

La construcción de aparcamientos dentro de edificios existentes o bajo ellos, teniendo además en cuenta que muchos de estos edificios en nuestros cascos históricos gozan de algún grado de protección y de un régimen especial de obras admisibles, exige un repertorio de soluciones muy variado sobre sistemas muy compactos y eficientes. En muchos casos la única posibilidad de dotar a estos edificios es la implantación de microaparcamientos robotizados (entre 30 y 70 plazas), utilizando procedimientos constructivos compatibles con su preservación y rehabilitación. Sólo los aparcamientos mecánicos permiten resolver el acceso de vehículos y su alojamiento bajo los edificios con las restricciones de espacio y las limitaciones constructivas que caracterizan a los procesos de rehabilitación.

Se dispone de técnicas de construcción eficientes para consolidar estos edificios a la vez que se habilitan dentro o bajo ellos los espacios necesarios para la instalación de estos sistemas compactos de aparcamiento y un desarrollo normativo de rango superior, el Código Técnico de la Edificación, que por primera vez regula su implantación bajo edificios con distintos usos.

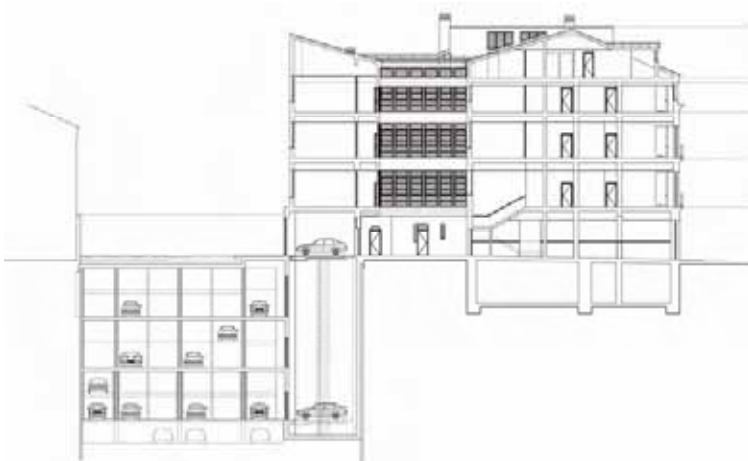


**Figura 15.** Construcción de un aparcamiento robotizado con 59 plazas bajo un edificio existente. Castellana 68, Madrid.



### 6.3.2.2. Aparcamientos bajo espacios libres, patios y jardines

En muchas de nuestras ciudades la dotación de aparcamiento no ha sido obligatoria hasta el último cuarto del pasado siglo, y a partir de entonces y hasta hoy, la dotación obligatoria, una plaza por vivienda o unidad de superficie de uso terciario, ha quedado ampliamente superada por el aumento creciente del parque de vehículos privados. En consecuencia la mayor parte de los espacios libres de nuestras ciudades, en un porcentaje objetivamente escandaloso, ha ido transformándose en espacio de aparcamiento en superficie hasta que su agotamiento ha puesto en crisis el modelo. La recuperación de estos espacios como áreas de circulación restringida o peatonales es un objetivo prioritario de todas nuestras administraciones y la vía más eficiente para el aumento de la calidad ambiental de nuestras ciudades, y esto no es posible si simultáneamente no se implementa una solución alternativa, dentro de estas zonas, al aparcamiento de residentes y una solución periférica al flujo de visitantes, mediante aparcamientos disuasorios y transporte público.



**Figura 16.** Construcción de un aparcamiento robotizado con 39 plazas bajo el patio de un edificio protegido en la C/ Santa Isabel, 21 (Madrid).

Pero, igual que pasa con los edificios consolidados, los espacios libres de la ciudad consolidada, centro histórico, ensanches y zonas de crecimiento, requieren nuevas fórmulas de implantación de aparcamiento subterráneo para poder ser recuperadas para el uso cívico. Los sistemas robotizados aportan soluciones viables y adecuadas a los pequeños y complejos espacios, placitas, solares residuales, y jardines, del centro histórico. Los espacios disponibles bajo el viario y los patios de manzana de los ensanches requieren modelos a la medida resueltos con sistemas compactos robotizados y semiautomáticos. Las zonas de expansión metropolitana, donde se disparan las densidades de uso, necesitan soluciones compactas y flexibles de aparcamiento para residentes que resolvemos con sistemas semiautomáticos.

### 6.3.3. Obra nueva

La implantación de sistemas mecánicos de aparcamiento en edificios de nueva construcción resuelve los objetivos fundamentales de:

- El aumento de la rentabilidad mediante el aumento del número de plazas y la optimización del aprovechamiento del espacio.
- El aumento de la calidad del aparcamiento.
- La reducción de costes.

El proyecto de obra nueva que incorpora sistemas mecánicos de aparcamiento:

- Reduce muy significativamente el volumen construido y coste de construcción por plaza, ahorro que supera el coste de la tecnología mecánica de aparcamiento.
- Multiplica el número de plazas viables dentro de las limitaciones de volumen construido que determinen las normas urbanísticas.
- Reduce proporcionalmente el volumen de un aparcamiento en zonas donde la excavación es especialmente costosa o compleja.
- Aporta un enorme valor añadido al aparcamiento en seguridad para los vehículos y los usuarios, facilidad de uso, calidad ambiental y economía.

La dotación de aparcamiento más allá de los mínimos prescritos por la normativa es un factor de garantía sobre la preservación de la calidad ambiental para el espacio libre de las áreas de nuevo desarrollo, que suelen transformarse en aparcamientos en superficie pocos años después de consolidarse un nuevo área residencial. En el caso de la construcción de vivienda protegida la posibilidad de promover un número de plazas, de libre comercialización, por encima de la dotación obligatoria permite obtener una rentabilidad complementaria para el promotor, lo que es un claro incentivo para la promoción de vivienda protegida.

### **6.3.3.1. Creación de espacio de aparcamiento en nueva edificación**

La utilización de sistemas de aparcamiento mecánico en nueva edificación, tanto en edificios construidos en solares de tamaño ajustado o geometría compleja como en los que no tienen una especial limitación de espacio, es un hecho común en muchos países de nuestro entorno, que responde, no sólo a factores de necesidad, sino a una estrategia orientada hacia la consecución de la máxima calidad y el máximo rendimiento de los aparcamientos.

Es en este tipo de proyectos de nueva implantación donde se pueden plantear desde el origen la compatibilidad geométrica, estructural y constructiva entre el aparcamiento mecánico y el edificio en el que se aloja para conseguir los mejores rendimientos y la máxima reducción del volumen de obra, los consumos energéticos y el impacto ambiental.

### **6.3.3.2. Creación de aparcamientos en espacios libres de edificación privados o públicos**

Los espacios libres de edificación son a la vez una necesidad vital y un lujo en nuestras ciudades. Plazas, calles, patios de manzana, patios de colegio, instalaciones deportivas, parques, etc., son los espacios donde se desarrollan las actividades cívicas, culturales, deportivas y de ocio que equilibran el balance de calidad de vida y calidad ambiental de nuestras ciudades, y también son, tradicionalmente, bolsas de subsuelo potencialmente utilizables para usos dotacionales. La ciudad contemporánea pretende recuperar su superficie para el peatón y estratificar los usos del subsuelo racionalizando la explotación del espacio subterráneo.



**Figura 17.** Construcción de un aparcamiento robotizado con 55 plazas bajo un edificio de nueva planta en el casco histórico. C/ Huertas 39, Madrid.





**Figura 18.** Aparcamiento semiautomático para residentes en un edificio de viviendas de nueva planta.



**Figura 19.** Aparcamiento robotizado para residentes bajo jardín público. Plaza de la Cruz, Pamplona.

Las tecnologías mecánicas de aparcamiento son una poderosa herramienta al servicio de las últimas estrategias en materia de urbanismo y movilidad. Efectivas y versátiles ofrecen muchas nuevas alternativas y resuelven la compatibilidad con otros elementos preexistentes en el subsuelo como las infraestructuras de servicios y transporte y la arqueología. Su carácter compacto multiplica las posibilidades de implantación bajo todo tipo de espacios libres, privados o públicos, generando una red de dotación de aparcamiento equilibrada y proporcionada, en términos de movilidad, con la capacidad y la estructura del tejido urbano.

## **6.4. Factores de optimización del aprovechamiento energético y de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero mediante la utilización de sistemas mecánicos de aparcamiento**

### **6.4.1. Escala urbana**

#### **6.4.1.1. Revitalización de las zonas consolidadas de la ciudad. La dotación de aparcamiento y la regeneración del espacio público**

Como se ha apuntado antes, las tecnologías mecánicas de aparcamiento son especialmente útiles e importantes cuando se instrumentalizan como herramientas al servicio de nuevos conceptos de desarrollo urbano y movilidad. Si se habla de ahorro y eficiencia energética no se puede eludir hablar de la intervención a escala urbana, pues las decisiones y las estrategias de desarrollo que se toman a este nivel tienen un impacto ambiental y energético cualitativa y cuantitativamente tan o más importante que la energía invertida en la construcción o los consumos operativos que se producen durante el ciclo de vida.

La recuperación de lo ya construido o de los espacios y suelos ya dotados con infraestructuras y servicios, la reversión de su obsolescencia y degradación es un hecho de enorme trascendencia energética y ambiental. Rehabilitar y revitalizar lo

rehabilitado es, desde el punto de vista de la sostenibilidad mucho más eficiente que construir edificación "sostenible". El volumen de lo ya urbanizado y construido permite satisfacer una parte significativa de la demanda del mercado con suelo y edificios rehabilitados, con sistemas reutilizados y con materiales reciclados.

Los procesos de regeneración del espacio público exigen la implementación de nuevas dotaciones y servicios y entre ellas se encuentra el aparcamiento., ya sean disuasorios, públicos, de rotación, de residentes o privados. Los aparcamientos se especializan, y su función específica en el complejo entramado de usos de una nueva ciudad, requiere flexibilidad, versatilidad, facilidad de implantación y eficiencia energética. Nuevos planteamientos, más exigentes que requieren nuevas tecnologías y conceptos en definitiva, más eficientes.

#### **6.4.1.2. Uso del suelo**

El uso del suelo es un factor muy significativo en una estructura urbana sostenible. Durante gran parte del pasado siglo, la zonificación urbana ha provocado la separación de las áreas residenciales y las zonas donde los ciudadanos trabajan, compran o disfrutan del ocio. El resultado es la multiplicación del número de personas que se desplazan diariamente, disminuyendo su calidad de vida y elevando el impacto y la contaminación provocada por los medios de transporte que necesitan.

La voluntad de desarrollar ciudades más sostenibles ha hecho cambiar las políticas de desarrollo urbano. Se propone una ciudad enriquecida por una mezcla de usos cívicos, terciarios, de trabajo, comerciales, de ocio, de salud y residenciales que reduzca los desplazamientos facilitando la interacción en un espacio de escala compacta entre todo tipo de usos y todo tipo de usuarios.

La ciudad debe facilitar una variada oferta de tipos de vivienda para conseguir una población variada y equilibrada en pro del equilibrio de las dotaciones que requieren para el ocio, el transporte y el aparcamiento de sus vehículos.



La recuperación de las zonas degradadas de las ciudades que ya están dotadas de servicios y son parte de una infraestructura accesible, supone un importante ahorro en costes de desarrollo y produce un significativo aumento de calidad ambiental en todo su entorno.

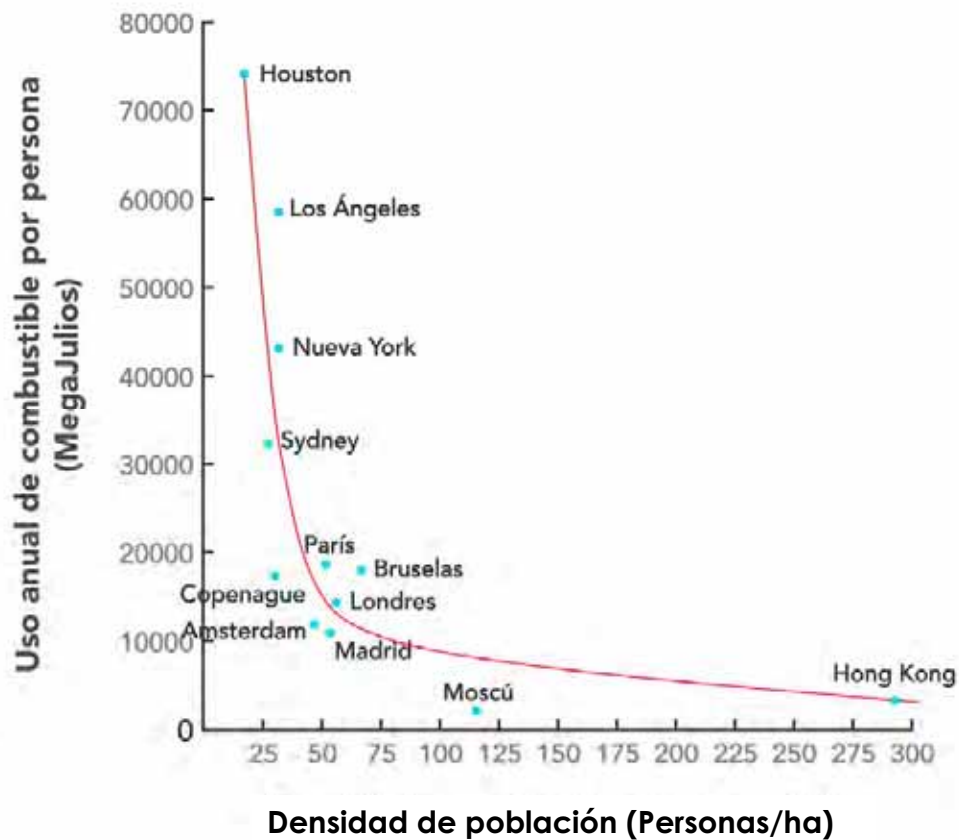
### **6.4.1.3. Densidad**

En términos generales, las estrategias del desarrollo urbano sostenible se fundamentan en la intensificación de los usos, la rehabilitación de la construcción existente y la aplicación de principios bioclimáticos a las actividades que se desarrollan en ella.

El aumento de la densidad puede facilitar la reducción del consumo energético en los edificios, la reducción del consumo de suelo para nueva urbanización, el aumento del uso del transporte público y el aumento del potencial de implantación de dotaciones comunitarias.

Muchas actividades y servicios sólo son viables en ámbitos con una densidad alta y, en general, las zonas de alta densidad están asociadas a un acceso más fácil y a una mayor dotación de servicios. Por el contrario, no es extraño que las zonas de alta densidad estén afectadas por problemas graves como la falta de espacios públicos y la contaminación ambiental.

Las dotaciones de aparcamiento para residentes y trabajadores en zonas de alta densidad son elementos con un considerable impacto que en el fondo se deriva de la disfunción que supone trabajar en zonas rehabilitadas de alta densidad de uso y ocupación con sistemas tradicionales de aparcamiento de baja densidad. Utilizando sistemas mecánicos de aparcamiento se consiguen unidades entre un 50 % y un 70 % menores en volumen, con el mismo número de plazas que un aparcamiento convencional, lo que supone una reducción directamente proporcional del impacto y un aumento proporcional de su facilidad y flexibilidad de implantación.



**Figura 20.** Consumo energético por persona en distintas ciudades según su densidad de población.

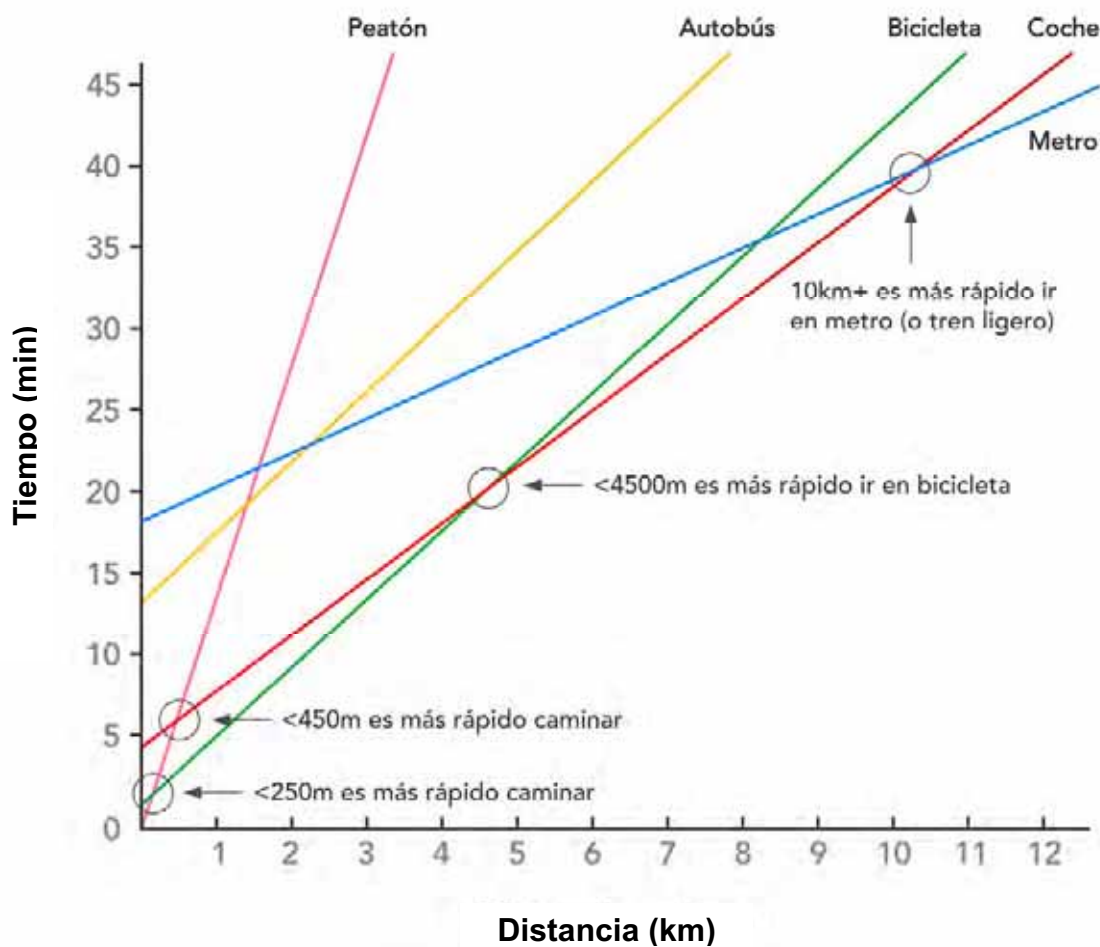
#### 6.4.1.4. Transporte

El uso del suelo, la densidad y los sistemas de transporte urbano están estrechamente interrelacionados. El uso del vehículo privado es la mayor fuente de emisiones y consumo energético, al día de hoy. Por ello, los desarrollos sostenibles deben incluir directrices sobre movilidad orientadas a reducir y restringir el uso del vehículo privado. El éxito de estas medidas depende de las políticas de restricción del tráfico privado, restricción del aparcamiento, priorización del transporte público y dotación de aparcamiento de residentes.

Por otro lado, es necesario desarrollar medidas que incentiven a los ciudadanos que hacen un uso racional del vehículo privado. Para ello hay que

planificar adecuadamente el acceso a los medios públicos de transporte, la restricción selectiva del acceso a zonas de la ciudad para diferentes tipos de vehículo, la provisión de ejes peatonales y carriles para ciclistas y la dotación de medios de aparcamiento mixtos para que los ciudadanos puedan disponer de varios vehículos de distinto tipo: coches, motos y bicicletas, y hacer un uso selectivo y racional de los mismos, como alternativa sostenible al uso del transporte público, según el ámbito de actividad en el que realicen sus desplazamientos.

En este sentido una de las características de las tecnologías de aparcamiento mecánico es que son especialmente adecuadas al uso mixto y a la optimización del uso del espacio que permite su imbricación en los sistemas generales de transporte y movilidad.



**Figura 21.** Eficiencia modal en el transporte según tiempo y recorrido.

### 6.4.1.5. Residuos

La reducción del volumen construido por plaza de aparcamiento supone una reducción muy significativa de los volúmenes de tierras extraídas y removidas, de los residuos generados durante los procesos de construcción y del volumen de materiales a reciclar tras la demolición.

Los tres factores llevan implícitos ahorros significativos en energía aplicada al proceso de obra, al transporte y al reciclado y, además, una considerable reducción del impacto que supone la eliminación de los residuos no reciclables.

### 6.4.1.6. Energía

La eficiencia energética a escala urbana se consigue mediante la optimización del uso del suelo, la densidad y la generación de residuos, y atendiendo además a tres factores fundamentales:

- ✿ Minimizar la energía incorporada a los edificios en los procesos de nueva construcción o rehabilitación.
- ✿ Minimizar la energía consumida por los edificios durante su ciclo de vida.
- ✿ El uso de fuentes de energías económica y ambientalmente eficientes.

El primer factor está directamente relacionado con la utilización de materiales con un bajo índice de energía incorporada y con la reducción del volumen de obra que supone una reducción proporcional de la energía incorporada en materiales, transporte y procesos constructivos.

El segundo factor lo constituyen en los aparcamientos los consumos de energía de las instalaciones y servicios de los propios edificios de aparcamiento:

- ✿ Iluminación. Supone el 40 % del consumo en aparcamientos convencionales.
- ✿ Extracción de humos. La extracción de CO<sub>2</sub>, la ventilación y las instalaciones de control de humos en caso de incendio consumen un 30 % del total en un aparcamiento convencional.

- ❁ Sistemas mecánicos destinados a elevación de personas, ascensores, sistemas de bombeo contra incendios, puertas y sistemas de acceso motorizados, etc. Suponen un 20 % del consumo en un aparcamiento convencional.
- ❁ Vigilancia, control, señalización, comunicaciones, detección, mantenimiento y otros conceptos menores, suponen un 10 % del consumo en un aparcamiento convencional.

En los aparcamientos mecánicos la reducción del volumen construido, respecto al de un aparcamiento convencional, es tan importante, entre el 50 y el 65 %, que el ahorro energético en concepto de reducción de la energía incorporada a los edificios y la correspondiente reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero adquieren un valor muy significativo en términos globales.

Los sistemas mecánicos de aparcamiento permiten una reducción muy importante respecto a los aparcamientos convencionales, hasta un 50 % en los sistemas semiautomáticos y un 66 % en los sistemas robotizados, del consumo de energía usada en los procesos operativos en los edificios durante el ciclo de vida.

Los consumos de energía debidos al desplazamiento y maniobra de los vehículos durante el proceso de aparcamiento se reducen significativamente en los sistemas mecánicos. En los aparcamientos convencionales el 100 % de la energía aplicada a este concepto procede de la combustión de combustibles de origen fósil que se produce en los motores de los propios vehículos, que son los que se desplazan y aparcan. En los sistemas mecánicos de aparcamiento parte o casi la totalidad de esta energía se sustituye por consumo eléctrico:

- ❁ La reducción de energía consumida por los vehículos en los sistemas semiautomáticos es proporcional a la reducción de las circulaciones para acceder a la plaza de aparcamiento, a la que hay que sumarle el consumo de energía eléctrica correspondiente a los procesos mecánicos de aparcamiento. La reducción de consumos energéticos en este concepto es de aproximadamente un 30 % en sistemas semiautomáticos.
- ❁ La reducción de energía consumida por los vehículos en los sistemas robotizados es el balance entre la energía no consumida por los vehículos al no haber circulación de los mismos fuera de la zona de recepción y el

consumo de energía eléctrica de los sistemas mecánicos. El resultado es una reducción del 50 % en este concepto en sistemas robotizados.

## **6.4.2. Construcción**

### **6.4.2.1. Rehabilitación. Dotación de aparcamiento en la edificación existente y recuperación del parque construido**

Los procesos de rehabilitación de la construcción existente son sin duda los más sostenibles dentro de campo de la construcción. Se ahorran materiales, energía y emisiones en el proceso de construcción y, además, los servicios e infraestructuras que requeriría el desarrollo de una nueva ubicación. La conservación de la cimentación, la fachada, la cubierta y la estructura supone entre un 60 % y un 80 % de ahorro en el volumen de aporte de materiales y energía aportada a los mismos y al proceso constructivo de un edificio.

La rehabilitación de edificios supone ya más de un tercio de la actividad constructiva de la UE, y se prevé que esta cifra aumente. En España la rehabilitación es un campo en pleno desarrollo en el sector residencial y es muy importante que se difundan las ventajas económicas y las ventajas ambientales de la recuperación de edificios.

Todo edificio que no sea plenamente funcional en términos de adecuación al uso, eficiencia económica, condiciones de confort, eficiencia energética o impacto ambiental es un potencial candidato a ser rehabilitado. El potencial de mejora de la edificación mediante la rehabilitación es enorme y se extiende a la reorganización funcional y espacial del edificio e incluso a la combinación e interacción con espacios construidos adyacentes.

Las tecnologías mecánicas aplicadas al aparcamiento aportan viabilidad, flexibilidad, rentabilidad y calidad al aparcamiento en diversas situaciones de rehabilitación:

- ✿ La dotación a edificios rehabilitados sin posibilidad de implantación de sistemas convencionales o mejorando su rendimiento.
- ✿ La reutilización para aparcamiento de edificios, naves y locales en áreas de la ciudad que lo requieren.
- ✿ La recuperación de espacios existentes de aparcamiento, infrautilizados u optimizables en superficie y volumen.

El éxito de un proceso de rehabilitación reside, entre otros factores, en lograr un nivel suficiente de dotaciones y servicios, y hoy el aparcamiento para residentes es una dotación básica.

#### **6.4.2.2. Nueva construcción. La compactación del espacio de aparcamiento**

La compactación del espacio de aparcamiento conlleva una reducción proporcional del volumen de obra construida por plaza. Las implicaciones de esta reducción son muy significativas en todos los apartados relacionados con el consumo energético y el impacto ambiental de la construcción:

- ✿ Reducción de ocupación del espacio.
- ✿ Reducción del volumen y la masa de obra construida.
- ✿ Reducción del volumen de materiales.
- ✿ Reducción de la energía aportada al proceso de construcción.
- ✿ Reducción de los gastos de transporte.
- ✿ Reducción de los residuos de la construcción.
- ✿ Reducción de los consumos operativos de los edificios.
- ✿ Reducción de los consumos operativos del movimiento de los vehículos.
- ✿ Reducción del volumen de materiales a reciclar.

Todos estos aspectos tienen implicaciones directas en el ahorro energético en los aparcamientos de nueva construcción. El equilibrio económico entre los resultados que se obtienen con la compactación del espacio construido y el coste de los medios añadidos que supone la aplicación de sistemas mecánicos lo resuelve el amplio repertorio de soluciones tecnológicas y variantes de sistemas que, como se ha visto en los puntos anteriores, se pueden utilizar para hacer aparcamientos

mecánicos adecuados a las condiciones particulares de cada proyecto incluyendo el coste total de la operación.

### **6.4.2.3. Reducción del consumo energético y los efectos medioambientales correspondiente a los materiales de construcción**

Uno de los campos de mayor consumo de energía es la construcción. En España entre el 30 % y el 40 % de la energía total consumida se aplica a la construcción y mantenimiento de los edificios. Hablando de aparcamientos, esto incluye tanto la energía consumida en los procesos operativos, iluminación, extracción y tratamiento del aire, mecanismos y otras funciones del edificio; como a la energía incorporada a la estructura física del edificio.

Habitualmente la búsqueda de la eficiencia energética se orienta hacia la reducción de los consumos operativos, ya que comúnmente se sabe que mediante la utilización de dispositivos eficientes se puede ahorrar más de un 60 % de la energía operativa de un edificio. Comparativamente se ha dedicado poco esfuerzo a la reducción de la energía incorporada a la construcción, que es un porcentaje muy significativo del total.

El concepto de energía “incorporada” incluye la energía que se requiere para extraer materias primas de la naturaleza más la energía consumida en los procesos primarios y secundarios de transformación para la producción de materiales acabados. La energía incorporada a los edificios supone una inversión enorme a un plazo relativamente largo.

Cada edificio es una combinación compleja de múltiples materiales, cada uno de los cuales contribuye al balance global de energía incorporada. A medida que conseguimos reducir el consumo energético debido a los procesos operativos el concepto de energía incorporada cobra mayor importancia y representa un porcentaje significativo del cómputo total de la energía que se usa en los edificios. En los próximos años se dedicará un esfuerzo mucho mayor a calcular y reducir la cantidad de energía incorporada a los edificios.



En el caso de la utilización de sistemas mecánicos de aparcamiento, los factores de reducción de la energía incorporada a los materiales y a los edificios son:

- ✿ La reducción de la cantidad de materiales utilizados por plaza de aparcamiento, en virtud de la compactación del espacio.
- ✿ La utilización de materiales de larga vida con bajo requerimiento de mantenimiento.
- ✿ La utilización de materiales con disponibilidad local.
- ✿ La posibilidad de usar materiales reciclados.

En la construcción de aparcamientos mecánicos se suele dar la interacción de materiales como el hormigón, con un bajo índice de energía incorporada, con el que resolvemos toda la envolvente estructural de los sistemas, con el acero que tiene un alto índice de energía incorporada, y con el que se construyen todos los sistemas mecánicos. Juntos suponen casi el 95 % de los materiales de un aparcamiento mecánico subterráneo. En el caso de aparcamientos en altura, el hormigón prácticamente desaparece, limitado a cimentaciones, y hay un ligero aumento del acero y otros materiales de cerramiento con una importante reducción del volumen total.

La combinación de hormigón y acero consigue un balance muy positivo de energía incorporada:

- ✿ El hormigón armado es íntegramente reciclable y puede ser fabricado con materiales reciclados. Tiene un muy bajo índice de energía incorporada y es un material común de suministro local. Permite la prefabricación total o la construcción mixta con elementos prefabricados y elaborados en obra.
- ✿ El acero utilizado en los sistemas mecánicos de aparcamiento constituye estructuras desmontables y reutilizables. Es un material con un elevado índice de energía incorporada, pero por sus elevadas prestaciones se utiliza en volúmenes pequeños. Es totalmente reciclable y reutilizable incluso con sencillos procesos de transformación. El 85 % del volumen de acero de un sistema de aparcamiento lo constituyen perfiles estándar que pueden ser suministrados y transformados en el entorno de la obra, localmente.

<b>APARCAMIENTO CONVENCIONAL</b>			
	<b>Obra Peso (kg)</b>	<b>Energía Incorporada (MJ)</b>	<b>CO<sub>2</sub> Emitido (t)</b>
Hormigón	33.000,0	69.960	6,6
Pinturas Epoxy	50,0	4.560	0,15
Pinturas Normales	10,0	2.650	0,11
Cobre	0,5	50	0,002
Aluminio	0,5	90	0,003
Hierro	110,0	4.200	0,187
Plásticos	40,0	3.650	0,12
<b>TOTAL</b>	<b>33.211,0</b>	<b>85.160</b>	<b>7,172</b>

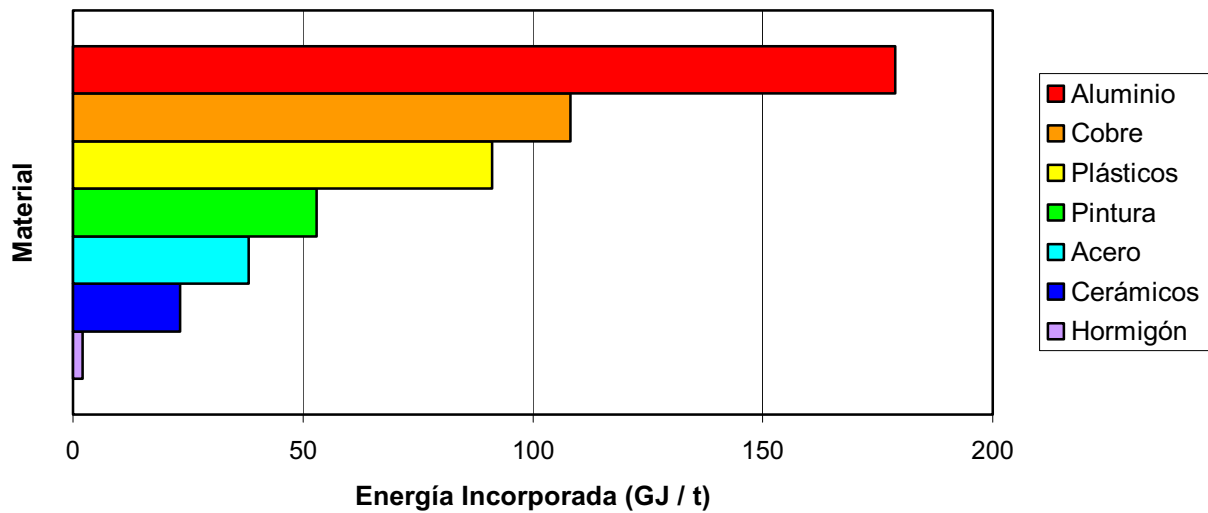
<b>APARCAMIENTO SEMIAUTOMÁTICO</b>			
	<b>Obra Peso (kg)</b>	<b>Energía Incorporada (MJ)</b>	<b>CO<sub>2</sub> Emitido (t)</b>
Hormigón	14.022,0	29.730	2,8044
Pinturas Epoxy	21,0	1.910	0,0462
Pinturas Normales	4,0	210	0,0088
Cobre	1,7	180	0,0068
Aluminio	0,2	40	0,0012
Hierro *	800,0	30.530	1,36
Plásticos	16,0	1.460	0,048
<b>TOTAL</b>	<b>14.864,9</b>	<b>64.060</b>	<b>4,2754</b>

<b>APARCAMIENTO ROBOTIZADO</b>			
	<b>Obra Peso (kg)</b>	<b>Energía Incorporada (MJ)</b>	<b>CO<sub>2</sub> Emitido (t)</b>
Hormigón	18.592,0	39.420	3,7184
Pinturas Epoxy	0,0	0	0
Pinturas Normales	1,0	50	0,0022
Cobre	3,0	320	0,012
Aluminio	0,1	20	0,0006
Hierro *	960,0	36.630	1,632
Plásticos	22,0	2.010	0
<b>TOTAL</b>	<b>19.578,1</b>	<b>78.450</b>	<b>5,3652</b>

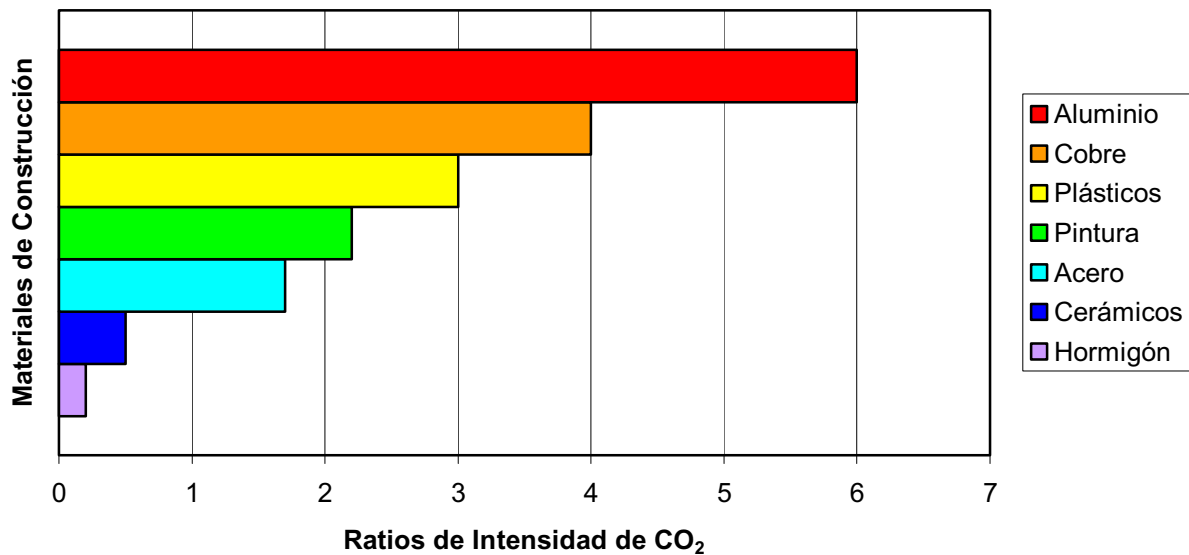
\* Incluye sistemas mecánicos.

**Figura 22.** Energía incorporada a los materiales de construcción y emisión de CO<sub>2</sub> correspondiente a la construcción de edificios de aparcamientos con sistemas mecánicos.

### Energía incorporada a los materiales más comunes en la construcción de aparcamientos



### Ratios de intensidad de CO<sub>2</sub> por peso de los materiales más comunes en la construcción de aparcamientos



**Figura 23.** Energía incorporada e intensidad de CO<sub>2</sub> de los materiales más comunes en la construcción de aparcamientos.

#### **6.4.2.4. Reducción de desechos y residuos**

Desechos y residuos suponen entre un 5 % y un 15 % del volumen de la obra. El hormigón constituye el material que más residuos genera en su elaboración y puesta en obra, casi el 50 %.

Los residuos generados durante la obra, embalajes, líquidos y restos de material, contienen muchos tipos de materiales diferentes, que deben ser recogidos y tratados específicamente. Son procesos que exigen la dotación de las obras con medios de recogida selectiva, consumen energía y suponen emisiones contaminantes.

Los edificios de aparcamiento deben ser proyectados para optimizar el uso de los materiales de construcción y reducir el volumen de los materiales utilizados y los residuos generados.

#### **6.4.2.5. Ahorro en los recursos consumidos y reducción de emisiones por el transporte**

La enorme cantidad de materiales utilizada en la construcción de los aparcamientos hace que el impacto de los medios utilizados para transportarlos sea un aspecto significativo.

La energía que se necesita para transportar los materiales es, en términos generales, función de la distancia de transporte, del medio elegido y de la masa del material transportado.

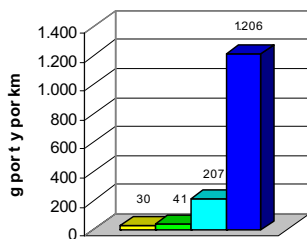
Los materiales con baja densidad, los conductos o los equipos tienden a utilizar cantidades desproporcionadas de energía en el transporte, no proporcionales a su peso. Los materiales densos y compactos con los que se construyen los aparcamientos mecánicos, básicamente hormigón y acero, requieren cantidades más proporcionadas de energía.

Se ha calculado la reducción del consumo energético en transporte de materiales de construcción en aparcamientos semiautomáticos y robotizados,

considerando una distancia máxima de transporte de 50 km, y la utilización del transporte por carretera, ya que el transporte y descarga en obra de casi la totalidad de los materiales y componentes se realiza, desde el origen, en camión.

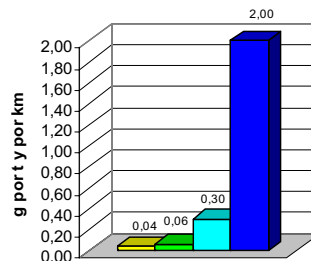
	Acuático	Ferrovionario	Terrestre	Aéreo
CO <sub>2</sub> /g por t y por km	30	41	207	1.206
CH <sub>4</sub> /g por t y por km	0,04	0,06	0,30	2,00
NO <sub>x</sub> /g por t y por km	0,40	0,20	3,60	5,50
CO/g por t y por km	0,12	0,05	2,40	1,40
VOCs/g por t y por km	0,10	0,08	1,10	3,00
Energía/kJ por t y por km	423	677	2.890	15.839

Emisiones de CO<sub>2</sub> por distintos medios de transporte



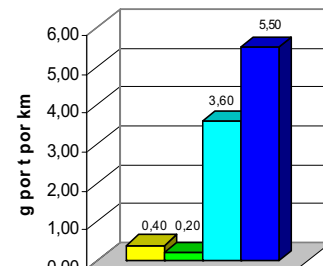
■ Acuático ■ Ferrovionario ■ Terrestre ■ Aéreo

Emisiones de CH<sub>4</sub> por distintos medios de transporte



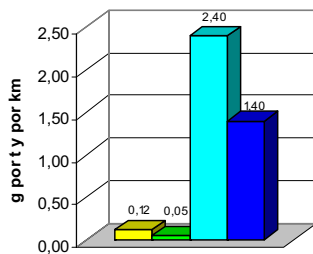
■ Acuático ■ Ferrovionario ■ Terrestre ■ Aéreo

Emisiones de NO<sub>x</sub> por distintos medios de transporte



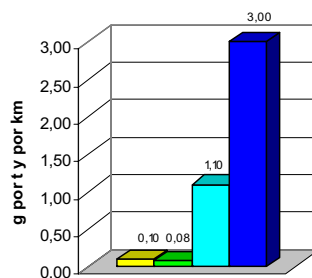
■ Acuático ■ Ferrovionario ■ Terrestre ■ Aéreo

Emisiones de CO por distintos medios de transporte



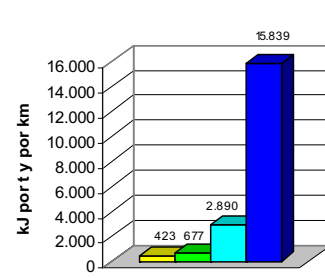
■ Acuático ■ Ferrovionario ■ Terrestre ■ Aéreo

Emisiones de VOCs por distintos medios de transporte



■ Acuático ■ Ferrovionario ■ Terrestre ■ Aéreo

Energía Primaria utilizada por distintos medios de transporte



■ Acuático ■ Ferrovionario ■ Terrestre ■ Aéreo

**Figura 24.** Comparación de emisiones totales y energía primaria utilizada para distintos medios de transporte.

	<b>Peso</b> kg	<b>Energía</b> MJ	<b>CO<sub>2</sub></b> kg
<b>Convencional</b>	33.211,00	4.800,00	343,73
<b>Semiautomático</b>	14.864,90	2.149,36	153,92
<b>Robotizado</b>	19.578,10	2.830,88	202,72

**Figura 25.** Tabla comparativa de la energía consumida y CO<sub>2</sub> emitido en el transporte de materiales de construcción entre edificios de aparcamientos con sistemas mecánicos o convencionales por plaza de aparcamiento. Radio de transporte: 50 km.

#### 6.4.2.6. Ahorro en consumo de electricidad y combustibles

Los procesos de construcción de aparcamientos se alimentan, básicamente, con dos fuentes de energía:

- ✿ Electricidad utilizada para alimentar maquinaria, herramientas, dispositivos de seguridad y vigilancia e iluminación.
- ✿ Combustibles de origen fósil, gasóleo y gasolina, utilizados para alimentar maquinaria, generadores y medios auxiliares de descarga y transporte en obra.

Al igual que sucede con otros recursos aplicados a la ejecución de la obra la reducción del volumen de obra que resulta de la compactación del aparcamiento supone una reducción proporcional, a partir de un volumen crítico, de los consumos de energía que requiere la puesta en obra y la transformación en obra de los materiales y los componentes de los aparcamientos.

En este sentido vuelve a cobrar importancia que el proyecto esté orientado a la puesta en obra de componentes listos para su montaje. La prefabricación total o parcial de los componentes estructurales de los aparcamientos es una vía muy

importante de ahorro energético y reducción de los plazos de ejecución, lo que repercute directamente sobre este factor.

Los sistemas de aparcamiento mecánico son modulares, desmontables y optimizan extraordinariamente el uso de los materiales y su puesta en obra. Se prestan a desarrollar modelos constructivos donde actúen en interacción con los sistemas de estructura, cerramiento e instalaciones, para constituir un sistema integrado con un elevado grado de eficiencia constructiva, ahorro energético, reducción de emisiones y rapidez de ejecución.

### **6.4.3. Ciclo de vida. Operación, renovación y mantenimiento**

#### **6.4.3.1. Operación**

En los procesos operativos de los aparcamientos se dan dos tipos de procesos claramente diferenciados y ambos son origen de consumo energético de diversas fuentes, y de emisiones contaminantes:

- ❁ Procesos operativos de los edificios de aparcamiento. Incluyen todos los sistemas de iluminación, extracción de humos y tratamiento del aire, sistemas mecánicos para el transporte de personas, sectorización y control de accesos, vigilancia, comunicaciones, contra incendios y mantenimiento.
- ❁ Procesos de aparcamiento de los vehículos. Incluyen las operaciones de circulación y maniobra de los vehículos dentro de los recintos de aparcamiento.

##### **6.4.3.1.1. Reducción del consumo energético**

La aplicación de sistemas mecánicos a los aparcamientos supone un factor de optimización del consumo operativo de energía y de reducción de las emisiones contaminantes muy significativo.

En los sistemas semiautomáticos se dan los siguientes factores de ahorro en consumo de energía eléctrica de los edificios de aparcamiento:

- ✿ **Reducción de la iluminación.** La compactación del espacio de aparcamiento, que permite resolver en una sola planta el número de plazas que en un aparcamiento convencional ocuparían dos tres o cuatro plantas, supone una reducción de entre el 50 % y el 65 % de las zonas iluminadas del aparcamiento y una reducción proporcional el consumo en este concepto.
- ✿ **Reducción de la extracción de humos.** En este caso la reducción no es proporcional al espacio compactado ya que el sistema de extracción se dimensiona en función del número de vehículos. El rendimiento mejora al ser un sistema más compacto, con menos longitud de conductos y siendo prudentes se puede estimar la reducción del consumo en un 10 %.
- ✿ **Reducción del consumo por aparatos de elevación de personas,** proporcional a la reducción del número de plantas de aparcamiento que se consigue con el uso de sistemas semiautomáticos, del 50 % al 66 % del consumo en aparcamientos convencionales.
- ✿ **Reducción de un 50 % de los consumos energéticos** relacionados con actividades de **limpieza, mantenimiento, vigilancia y control.**

En los sistemas automáticos, o robotizados, se dan los siguientes factores de ahorro en consumo de energía eléctrica de los edificios de aparcamiento:

- ✿ **Reducción de la iluminación.** La reducción en este concepto es enorme, en torno al 90 %, ya que en estos sistemas la única zona iluminada es el área de transferencia, donde se entregan y recogen los vehículos, y una pequeña dotación de iluminación para el personal que realiza labores periódicas de mantenimiento.
- ✿ **Reducción de la extracción de humos.** Los vehículos que acceden a un aparcamiento robotizado lo hacen a través de la zona de transferencia de vehículos, que es la única zona del aparcamiento donde los vehículos tienen el motor encendido. Una vez entregado el coche todo el proceso de aparcamiento se realiza con el motor apagado, en un recinto libre de humos



y no accesible a usuarios. Por lo tanto, la extracción se reduce a la de la zona de acceso, a una pequeña extracción para mantenimiento y a la renovación obligatoria en caso de incendio. La reducción en este concepto es superior al 90 %, respecto a un aparcamiento convencional.

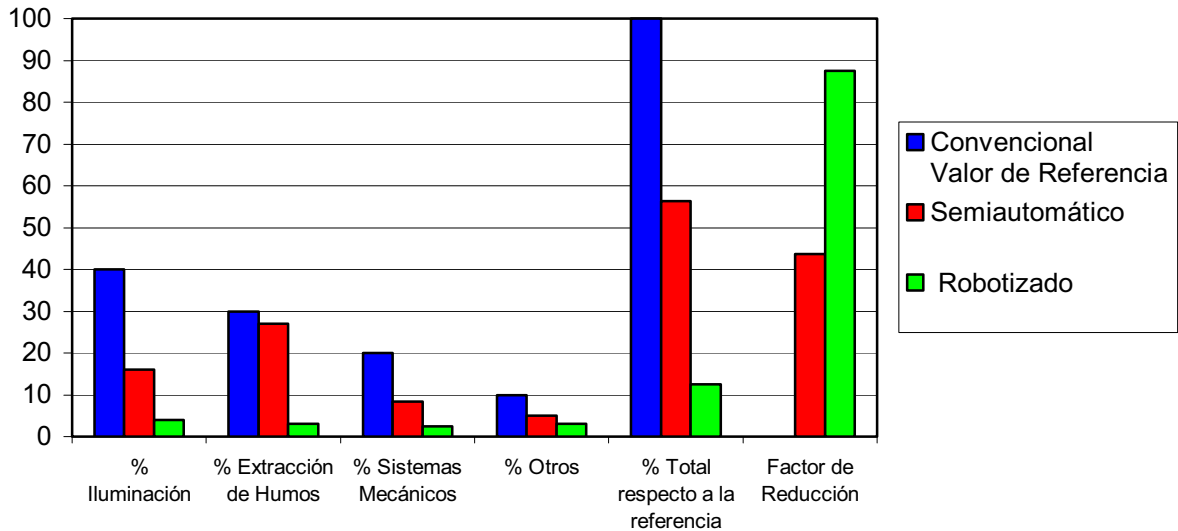
- Reducción del consumo por aparatos de elevación de personas.** En términos generales el acceso a estos aparcamientos se produce a nivel de calle o a nivel -1, luego en este concepto se plantea una reducción que oscila entre el 75 % y el 100 %, respecto a un aparcamiento convencional.
- Reducción de un 70 % de los consumos energéticos** relacionados con actividades de **limpieza, mantenimiento, vigilancia y control**. Las actividades de vigilancia y control se realizan sin presencia física mediante sistemas remotos vía modem. Así sucede también con parte del mantenimiento. Las labores fijas de limpieza y mantenimiento de los sistemas *in situ*, están muy simplificadas por el carácter compacto, limpio y libre de humos, de los sistemas robotizados y la reducción de las zonas de acceso público.

	Porcentaje con respecto a la Referencia		
	Convencional Valor de Referencia (kWh)	Semiautomático (kWh)	Robotizado (kWh)
Iluminación	0,120	0,048	0,012
Extracción de Humos	0,090	0,081	0,009
Sistemas Mecánicos: elevación de personas, ascensores, sistemas de bombeo contra-incendios, puertas y sistemas de acceso motorizados	0,060	0,025	0,008
Otros: dispositivos de vigilancia, control, señalización, detección, mantenimiento y otros conceptos menores	0,030	0,015	0,009
Porcentaje Total con respecto a la Referencia	0,300	0,169	0,038
Factor de Reducción		44 %	88 %

Valores por plaza de aparcamiento

**Figura 26.** Consumos energéticos por plaza de aparcamiento, dependiendo de un sistema convencional o mecánico.

### Factores de reducción del consumo energético en edificios de aparcamiento mediante la aplicación de sistemas mecánicos



**Figura 27.** Ahorro energético entre aparcamiento convencional y mecánico. Valores por plaza de aparcamiento.

#### 6.4.3.1.2. Ahorro en consumo energético y reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (CO, HC, NOx) en los procesos de aparcamiento de los vehículos

En los aparcamientos convencionales el movimiento de los vehículos por sus propios medios supone el consumo de combustibles derivados del petróleo y la correspondiente tasa de emisiones contaminantes. La aplicación de sistemas mecanizados de aparcamiento permite, por un lado, reducir el consumo energético y, por otro, sustituir parte de éste, en los sistemas semiautomáticos, o su totalidad, en los aparcamientos robotizados, por consumo eléctrico.

Los estudios más recientes distinguen dos modos de circulación en el acceso, la circulación y la maniobra dentro de los recintos de aparcamiento.

- ❁ El **primer modo de circulación** corresponde a las fases de acceso a los aparcamientos, esperas en rampas, circulación por rampas y maniobras. Las

emisiones de gases de efecto invernadero en este modo, en miligramos emitidos por metro recorrido son:

- Emisión de CO<sub>2</sub> ..... 166,00 mg/m
- Emisión de HC. .... 21,60 mg/m
- Emisión de NOx ..... 2,60 mg/m

✿ El **segundo modo de circulación** corresponde a recorridos horizontales. Las emisiones de gases de efecto invernadero en este modo, en miligramos emitidos por metro recorrido son:

- Emisión de CO<sub>2</sub> ..... 117,12 mg/m
- Emisión de HC. .... 15,6 mg/m
- Emisión de NOx ..... 2,1 mg/m

Por otro lado según, los datos publicados sobre producción de energía eléctrica en España en el año 2006 el promedio de emisiones de CO<sub>2</sub> por kW/h de electricidad producido es de 0,337 kg de CO<sub>2</sub> / kW/h.

Teniendo en cuenta que en un aparcamiento de varias plantas un vehículo recorre un promedio de 80 m para acceder a la plaza de aparcamiento y otros 80 m en la salida, si se estudia las emisiones de un proceso completo de entrada y salida y se comparan los tres sistemas se obtienen los siguientes resultados:

### ✿ **Aparcamiento convencional**

Se realiza un recorrido de 160 m con un 60 % en modo 1 y un 40 % en modo 2. Las emisiones son:

- Emisión de CO<sub>2</sub> ..... 21,40 g
- Emisión de HC. .... 2,81 g
- Emisión de NOx ..... 0,49 g

### **Aparcamiento semiautomático**

Se realiza un recorrido equivalente de 55 m con un 60 % en modo 1 y un 40 % en modo 2. Las emisiones son:

- Emisión de CO<sub>2</sub> ..... 7,21 g
- Emisión de HC. .... 0,95 g
- Emisión de NOx ..... 0,10 g

La emisión de CO<sub>2</sub> por la energía eléctrica consumida es de 3,37 g.

La emisión total de CO<sub>2</sub> en un ciclo de entrada y salida es de 10,58 g, es decir hay una reducción del 51 % en las emisiones de CO<sub>2</sub> y un 70 % en el resto de gases de efecto invernadero.

### **Aparcamiento robotizado**

Se realiza un recorrido equivalente de 10 m en modo 2. Las emisiones son:

- Emisión de CO<sub>2</sub> ..... 0,37 g
- Emisión de HC. .... 0,05 g
- Emisión de NOx ..... 0,01 g

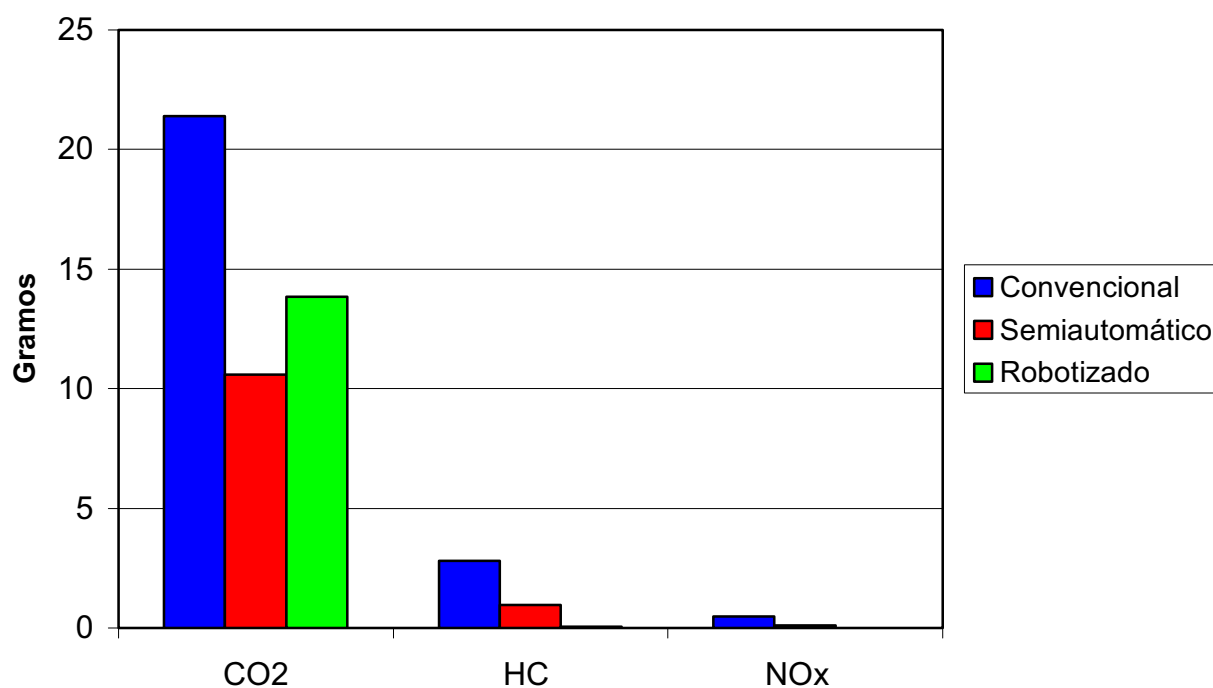
La emisión de CO<sub>2</sub> por la energía eléctrica consumida en un ciclo de entrada y salida es de 13,48 g.

La emisión total de CO<sub>2</sub> en un proceso combinado de entrada y salida es de 13,85 g, es decir hay una reducción del 36 % en las emisiones de CO<sub>2</sub> y reducciones del orden de cincuenta a setenta veces en las emisiones del resto de gases de efecto invernadero.

Emisiones (gramos)	Convencional	Semiautomático	Robotizado
CO <sub>2</sub>	21,4	10,58	13,85
HC	2,81	0,95	0,05
NOx	0,49	0,1	0,01

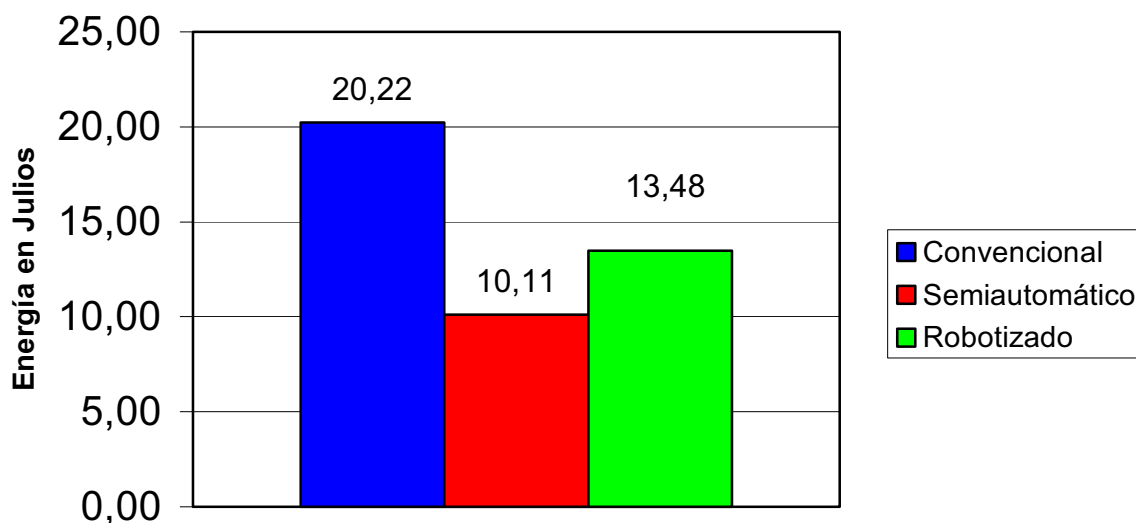
Valores por plaza de aparcamiento

**Emisiones de gases de efecto invernadero por ciclo de entrada y salida en aparcamientos con sistemas mecánicos**



**Figura 28.** Comparación de las emisiones de gases contaminantes en los ciclos de entrada y salida de aparcamientos convencionales y mecánicos. Valores por plaza de aparcamiento.

### Energía consumida por ciclo de entrada y salida en aparcamientos con sistemas mecánicos



**Figura 29.** Consumos energéticos en los ciclos de entrada y salida de aparcamientos mecánicos y convencionales. Valores por plaza de aparcamiento.

#### 6.4.3.2. Renovación de los aparcamientos

Un factor importante para el ahorro energético durante el ciclo de vida de los edificios es la capacidad que por concepción, diseño y construcción puedan tener para ser renovados. Recuperar la funcionalidad o dotar con la máxima rentabilidad en explotación a un edificio de aparcamiento puede renovar el ciclo de su vida útil con una inversión ajustada de recursos.

Los aparcamientos mecánicos son instalaciones concebidas en función de principios de flexibilidad, adaptabilidad y facilidad de desmontaje y reciclado. Son especialmente adecuados para renovar, con un significativo aumento del rendimiento, edificios de aparcamiento convencional. Existen millones de plazas de aparcamiento mecánico construidas desde hace más de cincuenta años en todo el mundo. Muchas de ellas siguen operando con sencillos y eficientes sistemas mecánicos antiguos y muchas otras han sido renovadas incorporando los más avanzados sistemas de gestión informática y dispositivos electrónicos de control.



**Figura 30.** Imágenes de una torre de aparcamiento robotizado del año 1925 (Chicago), otra del año 1973 (Denver) y otra del año 2001 (Berlín).

### 6.4.3.3. Mantenimiento de los aparcamientos

El consumo de recursos y energía en los procesos de mantenimiento de los aparcamientos es un apartado importante en el balance energético global.

Hemos visto que en los aparcamientos mecánicos se da una reducción tan importante de la superficie útil que las zonas iluminadas, accesibles y acondicionadas son sustancialmente más pequeñas reduciendo proporcionalmente las acciones de mantenimiento y su consumo energético. Esta reducción que en los aparcamientos semiautomáticos está en torno al 50 %, en los aparcamientos robotizados llega a valores por encima del 95 %. Por el contrario, hay que añadir el mantenimiento propio de los sistemas mecánicos.

Los procesos de mantenimiento de los sistemas mecánicos están enmarcados en planes de mantenimiento que contemplan acciones de control a distancia, vía modem y ordenador, del funcionamiento de los sistemas; acciones periódicas, cada tres y seis meses, de limpieza, revisión y reposición preventiva de piezas, y servicio remoto permanente de atención al usuario. El cumplimiento estricto de los planes de mantenimiento supone una acción preventiva que reduce al mínimo los niveles de incidencias.

Recordemos que la normativa alemana de fiabilidad mecánica exige un porcentaje de operatividad superior al 98 % a los sistemas mecánicos de aparcamiento, es decir, en un periodo de un año, sólo entre 75 y 100 horas pueden dedicarse a mantenimiento o a resolver problemas operativos del aparcamiento. Y esto supone un esfuerzo de sistematización y organización del mantenimiento que redundará en una reducción significativa de la energía invertida en él.

## 6.5. Conclusiones

La aplicación de sistemas mecánicos a la construcción de aparcamientos semiautomáticos y aparcamientos robotizados constituye un hito en el desarrollo de nuevos conceptos de aparcamiento ligado a nuevos modelos de desarrollo urbano, movilidad y sostenibilidad.

Los aparcamientos semiautomáticos y robotizados permiten crear unidades viables de microaparcamientos para residentes y aparcamientos compactos para residentes en edificios y zonas de la ciudad donde las técnicas tradicionales de construcción de aparcamientos no pueden dar soluciones válidas, pero además son una alternativa más rentable y sostenible en cualquier situación convencional.

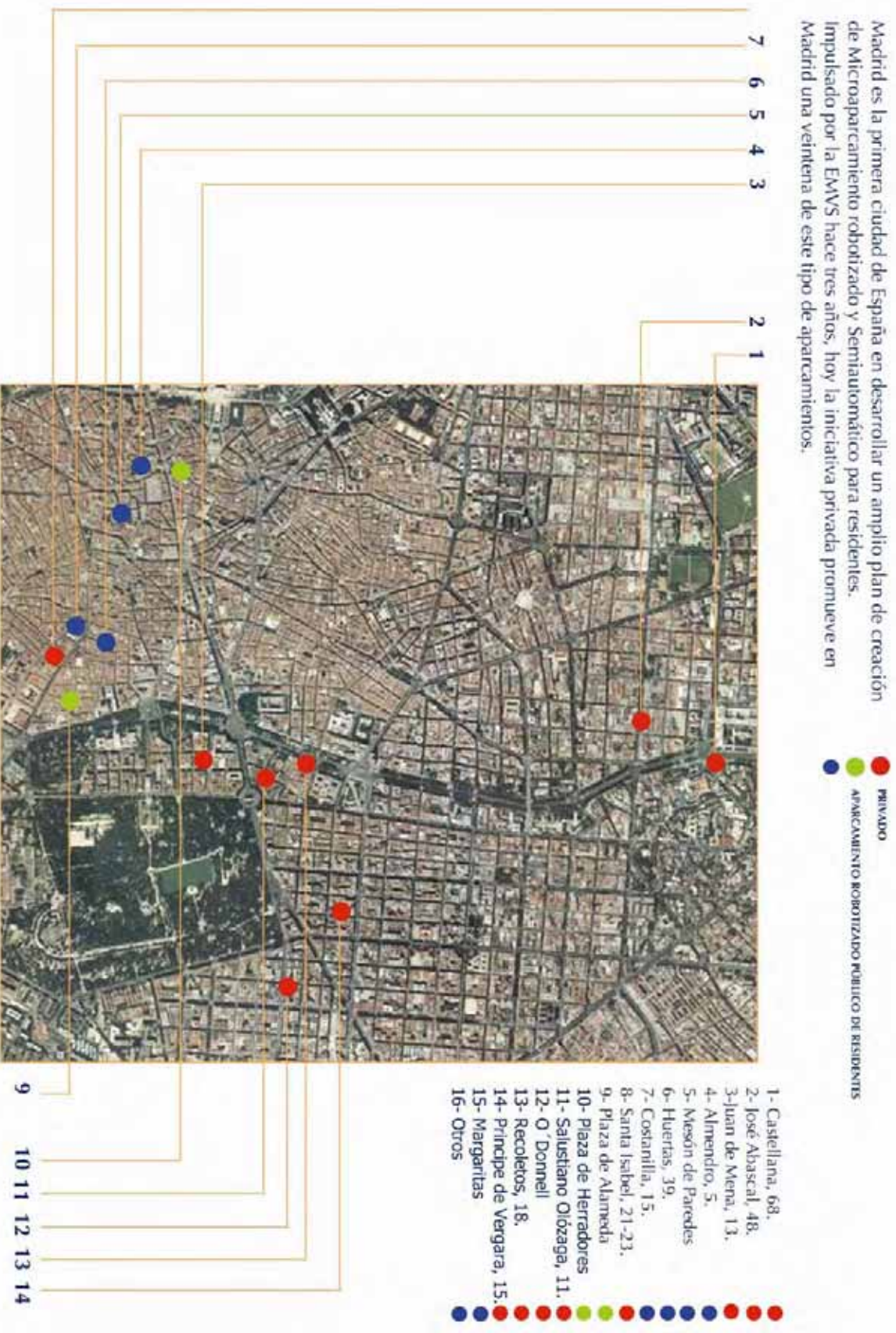
La utilización de estas tecnologías permite culminar tanto la rehabilitación de los edificios como la revitalización de los espacios urbanos y su peatonalización con las imprescindibles dotaciones de aparcamiento para residentes, algo que hasta ahora no había sido posible en nuestro país. Ayuntamientos, Empresas Municipales de Rehabilitación y de Aparcamiento y los más importantes promotores privados están utilizando sistemas mecánicos de aparcamiento para desarrollar planes generales de implantación de aparcamiento de residentes en el casco consolidado y en nuevas áreas metropolitanas, y para resolver la dotación a edificios rehabilitados o de nueva construcción.

A escala urbana la aplicación de estos sistemas mejora sustancialmente, respecto a los convencionales, varios aspectos fundamentales:



## □ Desarrollo del plan de micro-aparcamiento mecánico para residentes. 2003/2006

Madrid es la primera ciudad de España en desarrollar un amplio plan de creación de Microaparcamiento robotizado y Semiautomático para residentes. Impulsado por la EMVS hace tres años, hoy la iniciativa privada promueve en Madrid una veintena de este tipo de aparcamientos.

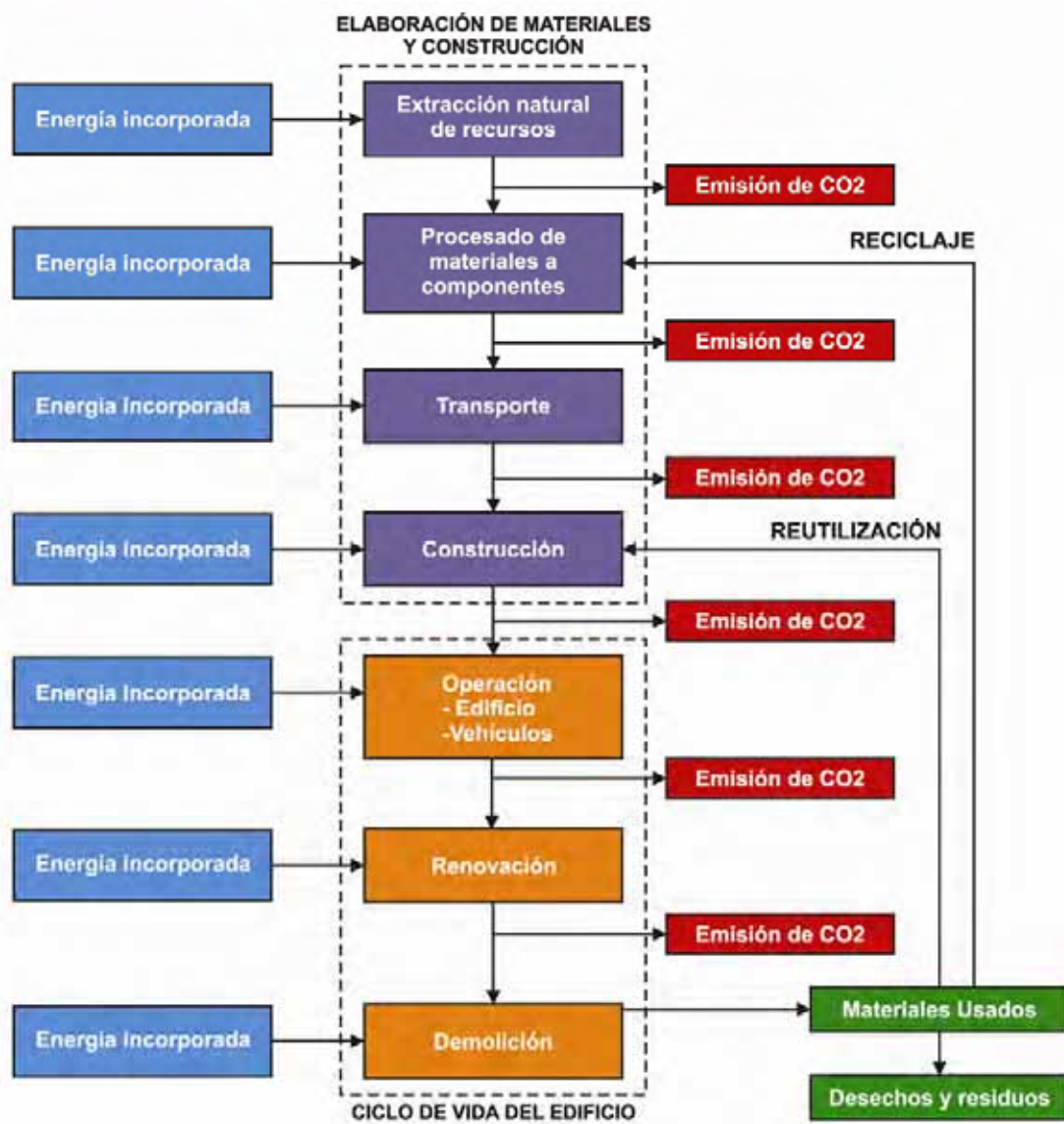


**Figura 31.** Plan de implantación de microaparcamientos mecánicos para residentes en Madrid.

- ✿ La reducción del impacto sobre los espacios libres y el uso del suelo.
- ✿ La dotación necesaria de aparcamiento para residentes para hacer viables densidades urbanas que optimicen la energía consumida por habitante en una ciudad compleja.
- ✿ El desarrollo de modelos de movilidad en los que la dotación de aparcamiento para residentes se superponga armónicamente a un sistema eficiente de transporte público.
- ✿ La reducción de emisiones y residuos.
- ✿ La reducción del consumo de energía.

Y, además de hacer viables nuevos modelos urbanísticos, edificatorios y de movilidad, en el ámbito del ahorro energético y la reducción de emisiones la aplicación de sistemas mecánicos al aparcamiento consigue mejorar sustancialmente todos los parámetros que afectan a los procesos de construcción y al ciclo de vida de los aparcamientos y, en particular, los que determinan el consumo y las emisiones en la transformación de los materiales de construcción y su puesta en obra, el transporte, los consumos operativos de los edificios y las emisiones de los vehículos durante los procesos de aparcamiento.

Las reducciones de consumo y emisiones por estos conceptos son muy importantes y ponen de manifiesto la tremenda efectividad, a efectos de lograr soluciones más sostenibles, de implementar tecnología que consigue aumentar la compacidad y el rendimiento de los aparcamientos y con menos masa y menos energía.



**Figura 32.** Diagrama de fases de incorporación de energía y emisión de gases de efecto invernadero durante la vida de un edificio de aparcamiento.

Consumos y Emisiones		Convencional	Semiautomático	Robotizado
Fabricación de material y construcción (por plaza)	Energía incorporada (MJ)	85.160,00	64.060,00	78.450,00
	Emisiones de CO <sub>2</sub> (t)	7,172	4,275	5,365
Transporte de material (por plaza)	Energía incorporada (MJ)	4.800,00	2.149,36	2.830,88
	Emisiones CO <sub>2</sub> (t)	343,73	153,92	202,72
Operación Edificios (por plaza)	Energía incorporada (J)	1.081,00	609,12	135,00
	Emisiones CO <sub>2</sub> (g)	101,10	57,02	12,64
Operación vehículos (por ciclo de entrada y de salida)	Energía incorporada (J)	2.160,00	1.080,00	1.440,00
	Emisiones CO <sub>2</sub> (g)	21,40	10,58	13,85

**Figura 33.** Comparativa de la energía incorporada y de las emisiones de gases con efecto invernadero correspondientes a distintos sistemas de aparcamiento.

# Sistemas de prevención y protección de incendios en aparcamientos

## 7.1. Introducción

En las últimas décadas el parque automovilístico en nuestras ciudades se ha incrementado sustancialmente, concretamente, en la Comunidad de Madrid existen más de 3 millones de turismos y nada más que en la almendra central de la capital se producen más de 2,5 millones de desplazamientos de vehículos diarios.

Este espectacular incremento del parque automovilístico, que se explica por varios motivos entre los que cabe señalar: el mayor nivel económico de los ciudadanos, la mejora tecnológica de los últimos años, las facilidades de financiación, la necesidad de mayores y más cómodos desplazamientos, los avances en seguridad, infraestructuras, etc., ha derivado en una mayor demanda de plazas de aparcamiento y que, en las nuevas construcciones, se integren en el propio edificio.

Estas construcciones, generalmente aprovechando el subsuelo del edificio en uno o más sótanos, han de dotarse de las adecuadas medidas de seguridad entre las que destacan las instalaciones de protección contra incendios.

Ciertamente, por las características de los elementos que se almacenan en un garaje, vehículos con su dotación de combustible correspondiente, sus condiciones de evacuación y sus necesidades de ventilación, merecen una especial atención por parte de la reglamentación en materia de seguridad. Siendo necesaria que dicha seguridad sea proporcionada tanto por las condiciones estructurales de los edificios como con los medios de detección y extinción de incendios con los que se dote éste.

Por tal razón, la reglamentación ha evolucionado en ambas direcciones, por una parte, lo concerniente al edificio y, por otra, a los sistemas de detección y



extinción de incendios. En el primero de los casos se encuentra actualmente el Código Técnico de la Edificación que, con su reciente entrada en vigor mediante el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, ha venido a sustituir a los requerimientos que contenían las normas básicas de la edificación NBE CPI-96 "Condiciones de protección contra incendios de los edificios" aprobadas por Real Decreto 2177/1996, de 4 de octubre; y en el otro el Reglamento de Instalaciones de protección contra Incendios aprobado por Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre.

Aunque ambas reglamentaciones son de aplicación y, por tanto exigibles a los garajes, conviene señalar que, la observancia del cumplimiento de cada una corresponde a una Administración diferente. En el caso de las condiciones del Código Técnico son las autoridades municipales las encargadas de su cumplimiento, mientras que en el caso del Reglamento de protección contra incendios son los órganos territoriales competentes en materia de seguridad industrial los encargados de su cumplimiento.

No obstante, aunque el cumplimiento reglamentario ante ambas Administraciones pueda parecer inconexa, no lo es tanto, ya que el acatamiento del primero (condiciones del edificio y su carga del fuego según el CTE) es el punto de partida para el dimensionado del segundo (condiciones de seguridad de la instalación), y a su vez, el registro de la instalación según el Reglamento de protección de incendios en el órgano territorial competente es un requisito previo para la licencia municipal correspondiente.

## 7.2. Antecedentes

A lo largo de los años la Administración ha ido dictando distintas disposiciones que regulan la protección de incendios desde dos puntos de vista: por una parte, de las condiciones de los edificios y, por otra, desde las instalaciones.

En el caso de la edificación, encontramos antecedentes en el Real Decreto 1650/1977, de 10 de junio, sobre Normativa de la Edificación, que establecen las

Normas Básicas de la Edificación (NBE) de obligado cumplimiento, dando rango de NBE a las entonces vigentes normas básicas MV.

En ese contexto, en 1982 se publica el Real Decreto 2059/1981, de 10 de abril, por el que se aprueba la Norma Básica de la Edificación NBE-CPI/81, a propuesta de una comisión interministerial creada al efecto y con el objetivo de establecer unas condiciones generales para la prevención y protección contra incendios que deben cumplir los edificios. El Real Decreto 2059/1981, de 10 de abril, establecía en su primera disposición transitoria un plazo de tres meses a partir de su publicación para presentar observaciones a la misma y como consecuencia de ello, la NBE-CPI-81 fue modificada según Real Decreto 1587/1982 de 26 de junio.

Esta norma se estructuró en una parte general, que establecía las condiciones aplicables a todo tipo de edificios, diez anejos, que contenían las condiciones particulares que cada uno de ellos debería cumplir según el uso a que fuesen destinadas, y cuatro apéndices, dirigidos a facilitar su aplicación.

La experiencia adquirida, la necesidad de incorporar los nuevos avances tecnológicos a las NBE dedicadas a la protección contra incendios y la necesidad de armonizar esta normativa a la de los países de la Unión Europea originó que esta norma fuese derogada mediante el Real Decreto 279/1991, de 1 de marzo, por el que se aprueba la Norma Básica de la Edificación NBE-CPI/91: Condiciones de Protección contra Incendios en los Edificios.

Este reglamento distinguía entre su parte general, que establecía las condiciones aplicables a todo tipo de edificios y los anejos, que contenían las condiciones particulares que cada uno de ellos debería cumplir según el uso a que fuesen destinadas. Concretamente el Anejo G reunía las Condiciones particulares para el uso de garaje o aparcamiento estructurándose de la siguiente forma:

- ✿ Compartimentación en sectores de incendio.
- ✿ Evacuación.
- ✿ Características de las puertas y de los pasillos.
- ✿ Características de los pasillos protegidos, de las escaleras protegidas y de los vestíbulos previos.

- ✿ Instalaciones y servicios generales del edificio.
- ✿ Instalaciones de detección, alarma y extinción de incendios.

En 1996, estas normas vuelven a ser derogadas mediante el Real Decreto 2177/1996, de 4 octubre, por el que se aprueba la Norma Básica de la Edificación NBE:CPI/96: Condiciones de Protección contra Incendios en los Edificios, siendo éstas las normas vigentes hasta la entrada en vigor del actual Código Técnico de la Edificación.

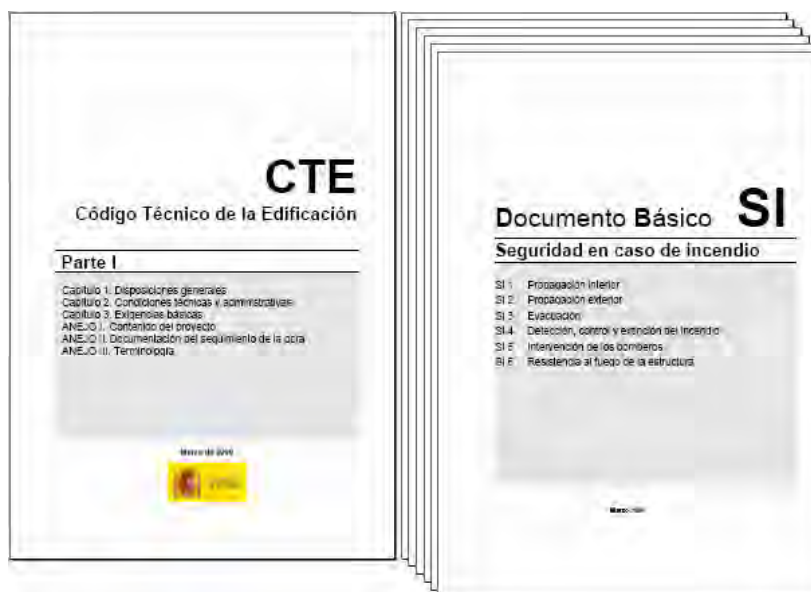
Las NBE:CPI/96 no distinguen entre articulado y anejos como los anteriores, sino que forman todo un cuerpo que, para cada aspecto general, particulariza según el tipo de uso, siendo uno de los considerados el uso de garaje o aparcamiento.

Se estructura de la siguiente forma:

- ✿ Capítulo 1. Objeto y aplicación.
- ✿ Capítulo 2. Compartimentación, evacuación y señalización.
- ✿ Capítulo 3. Comportamiento ante el fuego de los elementos constructivos y materiales.
- ✿ Capítulo 4. Instalaciones generales y locales de riesgo especial.
- ✿ Capítulo 5. Instalaciones de protección contra incendios.

La entrada en vigor del Código Técnico de la Edificación (CTE) ha supuesto la sustitución de estas normas NBC-CPI/96, si bien a su entrada en vigor estableció un periodo transitorio de seis meses, ya superado, en el que se podría optar por la NBC: CPI/96 o el CTE.

El Código Técnico se ordena en dos partes: una primera contiene las disposiciones y condiciones generales de aplicación del CTE y las exigencias básicas que deben cumplir los edificios; y la segunda está formada por los denominados Documentos Básicos (DB) para el cumplimiento de las exigencias básicas del CTE. Estos Documentos, que contienen las técnicas constructivas son los que se irán actualizando en función de los avances técnicos y las demandas sociales y se aprobarán reglamentariamente.



**Figura 1.** El Código Técnico de la Edificación.

Los documentos Básicos son:

- ✿ Exigencias básicas de seguridad estructural (SE).
- ✿ Exigencias básicas de seguridad en caso de incendio (SI).
- ✿ Exigencias básicas de seguridad de utilización (SU).
- ✿ Exigencias básicas de salubridad (HS).
- ✿ Exigencias básicas de protección frente al ruido (HR).
- ✿ Exigencias básicas de ahorro de energía (HE).

Siendo el DB-SI Seguridad en caso de incendio el que recoge los requisitos ante el fuego en general y, por extensión, en el caso de los garajes.

Como característica de todas estas disposiciones, cabe destacar que cada una en su aprobación era de aplicación a los proyectos y a las obras de nueva construcción, de reforma de edificios y de establecimientos, o de cambio de uso de los mismos, por lo que cada una de las distintas instalaciones se deben continuar rigiendo por la normativa que le era de aplicación en el momento de su construcción.

Desde el punto de vista de las instalaciones de protección contra incendios, se ha de cumplir con el Reglamento de Instalaciones de Protección contra



Incendios aprobado por el Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, que establece y define las condiciones que deben cumplir los aparatos, equipos y sistemas, así como su instalación y mantenimiento empleados en la protección contra incendios.

Finalmente conviene recordar, para el caso de la Comunidad de Madrid, el Reglamento de Prevención de Incendios de la Comunidad de Madrid aprobado inicialmente por Decreto 31/2003, de 13 de marzo, que sendas sentencias han dejado prácticamente sin aplicación<sup>1</sup>.

### 7.3. Requisitos específicos del CTE en garajes

El Código Técnico de la Edificación, CTE, es el marco normativo que fija las exigencias básicas de calidad de los edificios y sus instalaciones, que permiten el cumplimiento de los 'requisitos básicos de la edificación' establecidos en la Ley 38/1999 de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación, LOE con el fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar de la sociedad y la protección del medio ambiente.

Esta Ley, de la que nace el CTE, es el pilar fundamental para el proceso de la edificación, ya que actualiza y completa la configuración legal de los agentes que intervienen en el proceso de la edificación, fija sus obligaciones y establece las responsabilidades y las garantías de protección a los usuarios.

Como ya se indicaba, el CTE tiene dos partes diferenciadas, en la primera parte se fijan las disposiciones generales y las condiciones técnicas y administrativas que deben cumplir las obras de edificación. Además en esta parte se enuncian las llamadas Exigencias Básicas que desarrollan los Requisitos Básicos, y que en número representan dos para seguridad, seis sobre seguridad en caso de incendio, ocho de seguridad de utilización, cinco de higiene, salud y protección del medio ambiente, una de protección frente al ruido y cinco de ahorro de energía. En esta parte el CTE

---

<sup>1</sup> Sentencia 273 del 1 de abril de 2005 del TSJ de Madrid y Sentencia 930/2006, de 6 de junio de 2006 del TSJ de Madrid.

define además el proyecto y los llamados 'Documentos Reconocidos', estos segundos de singular importancia en este nuevo marco normativo que quiere fomentar la innovación.

En el caso de protección contra incendios, el CTE sustituye a la NBE CPI/96 que era una norma relativamente reciente que no ha presentado grandes problemas en su aplicación. Sin embargo, la necesidad de la adaptación a la normativa europea, la adopción de un marco normativo basado en prestaciones, así como a los avances técnicos en materia de protección contra incendios hacían necesaria su revisión.

De esta forma, el CTE regula la protección de incendios en garajes y aparcamientos de nueva construcción, de reforma de edificios y de establecimientos, o de cambio de uso de los mismos.

A los efectos se entiende por "uso aparcamiento" al edificio, establecimiento o zona independiente o accesoria de otro uso principal, destinado a estacionamiento de vehículos y cuya superficie construida exceda de 100 m<sup>2</sup>, incluyendo las dedicadas a revisiones tales como lavado, puesta a punto, montaje de accesorios, comprobación de neumáticos y faros, etc., que no requieran la manipulación de productos o de útiles de trabajo que puedan presentar riesgo adicional y que se produce habitualmente en la reparación propiamente dicha. Se excluyen de este uso los aparcamientos en espacios exteriores del entorno de los edificios, aunque sus plazas estén cubiertas.

Dentro de este uso, se denominan aparcamientos robotizados aquellos en los que el movimiento de los vehículos, desde al acceso hasta las plazas de aparcamiento, únicamente se realiza mediante sistemas mecánicos y sin presencia ni intervención directa de personas, exceptuando la actuación ocasional de personal de mantenimiento.

Los aparcamientos cuando formen parte subsidiaria de zonas de un establecimiento de pública concurrencia destinadas a otros usos, deben cumplir las condiciones relativas a su uso como aparcamiento.

El Documento Básico del CTE que sustituye a la NBE CPI/96 es identificado como "DB-SI: Seguridad en caso de incendio". Este documento básico, a su vez, se estructura en los siguientes apartados de exigencias básicas que agrupan las medidas a adoptar en función de los posibles riesgos identificados:

- ✿ SI 1: Propagación interior.
- ✿ SI 2: Propagación exterior.
- ✿ SI 3: Evacuación.
- ✿ SI 4: Instalaciones de protección contra incendios.
- ✿ SI 5: Intervención de bomberos.
- ✿ SI 6: Resistencia estructural al incendio.

El carácter prestacional con el que se dota al CTE da cabida al uso de las técnicas de ingeniería de fuego. En el nuevo documento se han facilitado métodos simplificados de cálculo y tablas de especificaciones que, desde un punto de vista formal y editorial, resulta de más cómoda aplicación y lectura que el texto de la NBE-CPI/96.

Este documento básico DB-SI especifica parámetros y procedimientos para superar los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad en caso de incendio, excepto en el caso de los edificios, establecimientos y zonas de uso industrial que se regirán por su reglamentación específica. A los efectos, los garajes para vehículos destinados al transporte de personas o de mercancías se considerarán como zonas de uso industrial.

Se expondrán a continuación las prescripciones específicas de aplicación a los aparcamientos. Dichas prescripciones han de ser consideradas en adición a las condiciones exigibles a los edificios con carácter general y sin considerar sus usos específicos.

La sección SI 1: Propagación interior establece, con carácter general la obligatoriedad de constituir sectorización de incendios diferenciados en los edificios. En esta generalidad se establece que los aparcamientos cuya superficie exceda de 100 m<sup>2</sup> constituirán sector de incendios y para los que no alcancen dicha superficie se considerarán locales de riesgo especial bajo.

Para el caso de los aparcamientos robotizados no existe este umbral de los 100 m<sup>2</sup> que se fija para los aparcamientos convencionales, siendo la sectorización obligatoria con independencia de su superficie.

Además, para los aparcamientos establece la obligación de que cualquier comunicación con zonas de otro uso se debe hacer a través de vestíbulos de independencia. Dicho vestíbulo de independencia debe existir siempre que comunique con escaleras y ascensores que sirvan a otros sectores de incendio independientes. Siempre las puertas de acceso a vestíbulos de independencia desde zonas de uso Aparcamiento o de riesgo especial, deben abrir hacia el interior del vestíbulo.

Así mismo, y con carácter particular establece la obligación de constituir sector de incendios diferenciado cuando esté integrado en un edificio con otros usos, siendo cualquier comunicación con ellos a través de un vestíbulo de independencia.

Caso singular lo constituyen los aparcamientos robotizados situados debajo de otro uso que estarán compartimentados en sectores de incendio que no excedan de 10.000 m<sup>3</sup>.

El DB-SI establece que la resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas que delimitan y separan los sectores de incendio de un aparcamiento de los de otros usos debe ser de EI120, con independencia de que sea bajo rasante o sobre rasante. Donde sí establece salvedad es nuevamente en el caso de los aparcamientos robotizados que sitúa esta resistencia en EI180.

Finalmente, también en la sección SI 1 establece para los aparcamientos que los revestimientos de paredes y techos deben ser de clase A2-s1, d0 y los de suelo A2<sub>FL</sub>-s1.

La sección S-2: Propagación exterior, no establece requisitos distintos al del resto del edificio para los aparcamientos.

La sección SI-3 Evacuación de ocupantes asigna a los aparcamientos una densidad de ocupación a los aparcamientos de 15 m<sup>2</sup>/persona cuando éste esté vinculado a una actividad sujeta a horarios: comercial, espectáculos, oficina, etc., y 40 m<sup>2</sup>/persona en el resto de casos. En los aparcamientos robotizados se considera que no existe ocupación. No obstante, establece que dispondrán de los medios de escape en caso de emergencia para el personal de mantenimiento que, en cada caso particular, considere necesarios la autoridad de control.

En esta sección SI-3 también establece que, en caso de evacuación de un aparcamiento, la longitud de los recorridos de evacuación hasta una salida de planta, o hasta llegar a algún punto desde el cual existan al menos dos recorridos alternativos, según se trate de un garaje con una única salida en cada planta, o un garaje con más de una salida por cada una de sus plantas, no debe exceder de 35 m.

Además, las escaleras de evacuación de un aparcamiento deben ser especialmente protegidas no admitiéndose ninguna otra modalidad.

A su vez en los aparcamientos que no sean abiertos resulta obligatorio la instalación de un sistema de control del humo de incendio capaz de garantizar dicho control durante la evacuación de los ocupantes, de forma que ésta se pueda llevar a cabo en condiciones de seguridad.

El diseño, cálculo, instalación y mantenimiento del sistema pueden realizarse de acuerdo con las normas UNE 23585:2004 y EN 12101-6:2005.

En el caso de aparcamiento puede también utilizarse el sistema de ventilación por extracción mecánica con aberturas de admisión de aire previsto en el DB-HS 3 si, además de las condiciones que allí se establecen para el mismo, cumple las siguientes condiciones especiales:

- a) El sistema debe ser capaz de extraer un caudal de aire de 120 l/plazas y debe activarse automáticamente en caso de incendio mediante una instalación de detección, cerrándose también automáticamente, mediante

compuertas E600 90, las aberturas de extracción de aire más cercanas al suelo, cuando el sistema disponga de ellas.

- b) Los ventiladores deben tener una clasificación F400 90.
- c) Los conductos que transcurran por un único sector de incendio deben tener una clasificación E600 90. Los que atraviesen elementos separadores de sectores de incendio deben tener una clasificación EI 90.

En cuanto a medios de detección, control y extinción de incendios que recoge la sección DB- SI-4 cabe citar la dotación de instalaciones con que se debe dotar un aparcamiento:

- a) Extintores portátiles, uno de eficacia 21A -113B cada 15 m de recorrido en cada planta, como máximo, desde todo origen de evacuación y en las zonas consideradas de riesgo especial<sup>2</sup>.
- b) Bocas de incendio de 25 mm si la superficie construida excede de 500 m<sup>2</sup>. Se excluyen los aparcamientos robotizados.
- c) Columna seca<sup>3</sup>, si existen más de tres plantas bajo rasante o más de cuatro sobre rasante, con tomas en todas sus plantas.
- d) Sistema de detección de incendio, en aparcamientos convencionales cuya superficie construida exceda de 500 m<sup>2</sup>. Los aparcamientos robotizados dispondrán de pulsadores de alarma en todo caso.
- e) Hidrantes exteriores, uno si la superficie construida está comprendida entre 1.000 y 10.000 m<sup>2</sup> y uno más cada 10.000 m<sup>2</sup> más o fracción.
- f) Instalación automática de extinción, en todo aparcamiento robotizado.

En cuanto a las obligaciones que fija la sección DB- SI 5 Intervención de los bomberos, se establece que los aparcamientos robotizados dispondrán, en cada sector de incendios en que estén compartimentados, de una vía compartimentada con elementos EI 120 y puertas EI2 60-C5 que permitan el acceso de los bomberos hasta cada nivel existente, así como de un sistema mecánico de extracción de humo capaz de realizar 3 renovaciones/hora.

---

<sup>2</sup> Esta condición es de carácter general.

<sup>3</sup> El Ayuntamiento correspondiente puede sustituir esta condición por una BIE, si no se puede garantizar la utilidad de la columna seca.



Finalmente la sección DB SI 6 establece que los elementos estructurales de un aparcamiento situado en edificio de uso exclusivo o situado sobre otro uso tendrá una resistencia al fuego de R 90, si se sitúa bajo un uso distinto de R 120 y si además el aparcamiento es robotizado R180.

Adicionalmente a estas consideraciones propias de un aparcamiento que han de unirse a las prescripciones generales de los edificios, el CTE establece:

En los recorridos de evacuación que tengan su origen en zonas habitables no pueden atravesar las zonas de riesgo. En cambio, sí pueden atravesar aparcamientos, cuando se trate de los recorridos adicionales de evacuación que precisen dichas zonas y en ningún caso de los recorridos principales.

En uso Aparcamiento los recorridos de evacuación deben discurrir por las calles de circulación de vehículos, o bien por itinerarios peatonales protegidos frente a la invasión de vehículos.

## 7.4. El Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios

A diferencia del CTE, el reglamento de instalaciones de protección contra incendios no distingue entre el uso a que se vaya a destinar la instalación y por tanto, no fija condiciones distintas para los aparcamientos. Establece prescripciones para la instalación de protección contra incendios, considerando que, los datos de partida para la instalación en concreto, los proporciona la reglamentación específica que atiende a las características constructivas, actualmente el CTE y anteriormente las NBE.

De esta forma, el objeto de dicho Reglamento es establecer y definir las condiciones que deben cumplir los aparatos, equipos y sistemas, así como su instalación y mantenimiento empleados en la protección contra incendios, pero con independencia de su uso.

El reglamento se adhiere a la oportunidad de la existencia de Declaración de conformidad a normas para los elementos que se integren en la instalación (Marcado CE) que caracteriza a las disposiciones de nuevo enfoque comunitario.

También establece la obligación de que la instalación de aparatos, equipos, sistemas y sus componentes, con excepción de los extintores portátiles, se realizará por instaladores debidamente autorizados, indicando que el mantenimiento y reparación de aparatos, equipos y sistemas y sus componentes, empleados en la protección contra incendios, deben ser realizados por mantenedores autorizados.

Se fijan las siguientes obligaciones para los mantenedores autorizados en relación con los aparatos, equipos o sistemas cuyo mantenimiento o reparación les sea encomendado:

- ✿ Revisar, mantener y comprobar los aparatos, equipos o instalaciones de acuerdo con los plazos reglamentarios, utilizando recambios y piezas originales.





- ❁ Facilitar personal competente y suficiente cuando sea requerido para corregir las deficiencias o averías que se produzcan en los aparatos, equipos o sistemas cuyo mantenimiento tiene encomendado.
- ❁ Informar por escrito al titular de los aparatos, equipos o sistemas que no ofrezcan garantía de correcto funcionamiento, presenten deficiencias que no puedan ser corregidas durante el mantenimiento o no cumplan las disposiciones vigentes que les sean aplicables. Dicho informe será razonado técnicamente.
- ❁ Conservar la documentación justificativa de las operaciones de mantenimiento que realicen, sus fechas de ejecución, resultados e incidencias, elementos sustituidos y cuanto se considere digno de mención para conocer el estado de operatividad del aparato, equipo o sistema cuya conservación se realice. Una copia de dicha documentación se entregará al titular de los aparatos, equipos o sistemas.
- ❁ Comunicar al titular de los aparatos, equipos o sistemas, las fechas en que corresponde efectuar las operaciones de mantenimiento periódicas.



Regula los procedimientos de autorización de las instalaciones, de los instaladores y de los mantenedores y fija las características e instalación de los aparatos, equipos y sistemas de protección contra incendios. Concretamente establece características con una amplia referencia a normas para:

1. Sistemas automáticos de detección de incendio.
2. Sistemas manuales de alarma de incendios.
3. Sistemas de comunicación de alarma.
4. Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios.
5. Sistemas de hidrantes exteriores.
6. Extintores de incendio<sup>4</sup>.
7. Sistemas de bocas de incendio equipadas.
8. Sistemas de columna seca.
9. Sistemas de extinción por rociadores automáticos de agua.
10. Sistemas de extinción por agua pulverizada.
11. Sistemas de extinción por espuma física de baja expansión.
12. Sistemas de extinción por polvo.
13. Sistemas de extinción por agentes extintores gaseosos.

También establece los programas de mantenimiento mínimo de las instalaciones de protección contra incendios, tanto las operaciones a realizar por personal de una empresa mantenedora autorizada, o bien, por el personal del usuario o titular de la instalación, como las operaciones a realizar por el personal especializado del fabricante o instalador del equipo o sistema o por el personal de la empresa mantenedora autorizada.

Adicionalmente y para el caso de los extintores, el reglamento de aparatos a presión aprobado por el Real Decreto 1244/1979, de 4 de abril, y concretamente su instrucción Técnica Complementaria AP-5 establecen prescripciones específicas y adicionales a las ya indicadas para este tipo de aparato.

## 7.5. El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión

Uno de los elementos más importantes a considerar en un aparcamiento es su instalación eléctrica, ya que el aparcamiento se considera como un local con riesgo de incendio o explosión. En efecto, tal consideración se la atribuye el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión aprobado por Real Decreto 842/2002,

---

<sup>4</sup> No requiere legalización como instalación de protección contra incendios.

de 2 de agosto, siéndole, por tanto exigible lo recogido en la Instrucción Técnica Complementaria para Baja Tensión: ITC-BT-29 "Prescripciones particulares para las instalaciones eléctricas de los locales con riesgo de incendio o explosión".

Dicha ITC fija que para establecer los requisitos que han de satisfacer los distintos elementos constitutivos de la instalación eléctrica en emplazamientos con atmósferas potencialmente explosivas, estos emplazamientos se agrupan en dos clases según la naturaleza de la sustancia inflamable, denominadas como Clase I si el riesgo es debido a gases, vapores o nieblas y como Clase II si el riesgo es debido a polvo. Dicha clasificación de emplazamientos se llevará a cabo por un técnico competente según las reglas de la norma UNE-EN 60079 -10 para la Clase I y la norma CEI 61241 -3 para la Clase II.

Aunque en la ITC no se especifica una lista con distintos emplazamientos según su clase, sí fija ejemplos de ellos, estableciendo como Clase I a "*Garajes y talleres de reparación de vehículos. Se excluyen los garajes de uso privado para estacionamiento de 5 vehículos o menos*".

Estas instalaciones eléctricas se ejecutarán de acuerdo a lo especificado en la norma UNE-EN 60079 -14 y a lo establecido en la citada ITC que en caso de discrepancia con la norma prevalecerá sobre ella.

Así mismo, las características especiales de estas instalaciones requiere que estas instalaciones se someterán a un mantenimiento que garantice la conservación de las condiciones de seguridad. Como criterio al respecto, se seguirá lo establecido en la norma UNE-EN 60079 -17.

## 7.6. Procedimiento de legalización de una instalación de incendios de un aparcamiento

El registro de una instalación de protección contra incendios en la Dirección General de Industria, Energía y Minas que es el Órgano Territorial Competente consta de dos partes diferenciadas:

1. Registro de Instalación y
2. Registro de puesta en servicio.

Dicho registro supone una garantía de que las instalaciones contra incendios, están acordes con los reglamentos y disposiciones vigentes que la afectan, así como que ha sido ejecutada conforme al proyecto y resumen técnico.

## 1. Registro de proyecto

El procedimiento se inicia con la presentación ante el registro de entrada de la siguiente documentación:

- ✿ Modelo 030 de abono de tasas.
- ✿ Proyecto técnico o memoria de la instalación de protección contra incendios según el caso.
- ✿ Solicitud de conformidad de instalación de protección contra incendios.

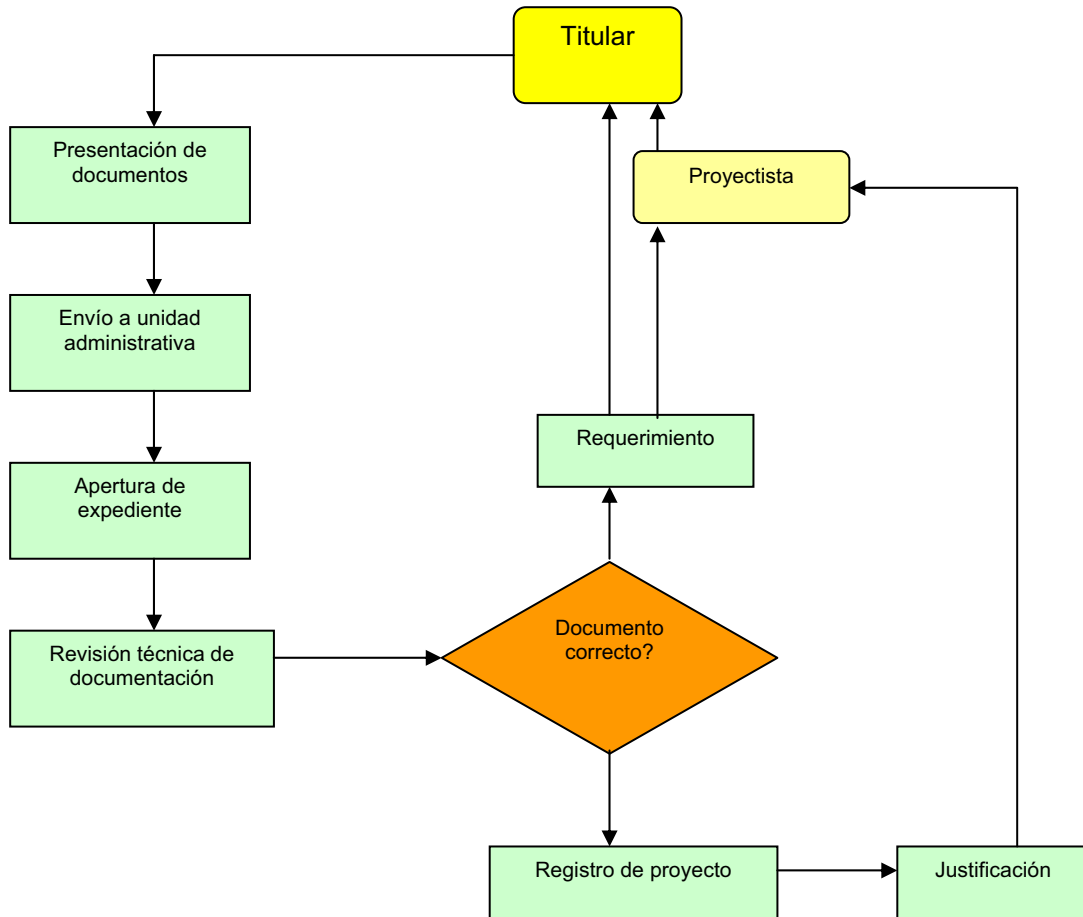
Dicha documentación, una vez recibida en el registro es remitida a la unidad administrativa de la Dirección General de Industria, Energía y Minas que tiene encomendada la función de su tramitación, actualmente el Área de Minas e Instalaciones de Seguridad, a través de su Sección de Instalaciones de Seguridad.

Una vez recibida la documentación, se procede a la apertura de un expediente administrativo y al registro de los datos significativos en el sistema informático correspondiente.

Dicho expediente es remitido al personal técnico de la Sección de Instalaciones de Seguridad que, tras analizar la documentación, da su visto bueno al mismo, o requiere subsanaciones al mismo en un plazo determinado.

Una vez comprobada y validada la documentación, tanto si era correcta en primera instancia como si ha sido preciso la subsanación posterior, se procede al

registro de la documentación emitiendo la justificación de presentación de proyecto para la instalación de protección contra incendios. Dicho registro se comunica al proyectista y permite a éste acometer la ejecución de las instalaciones.



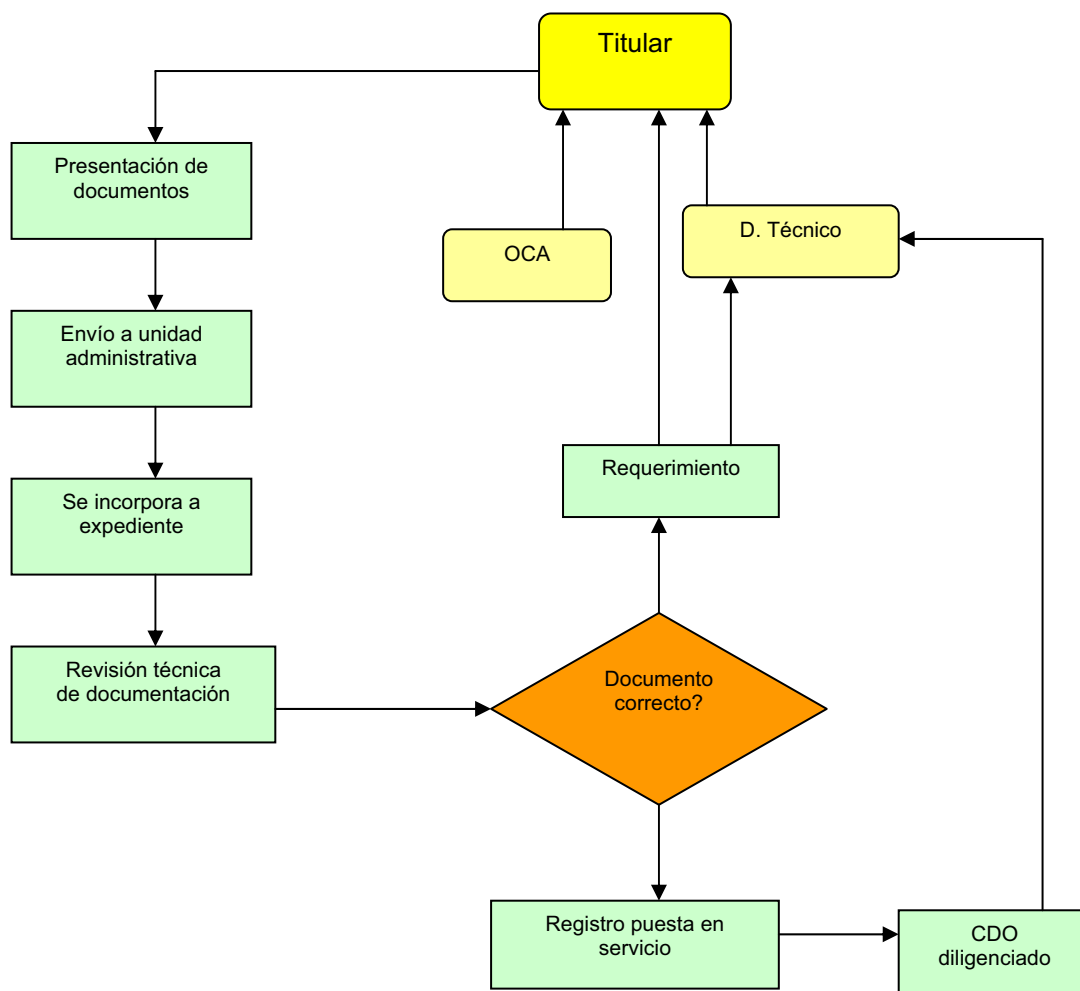
**Figura 2.** Proceso de registro de proyecto.

## 2. Registro de puesta en servicio

Una vez ejecutada la instalación, una Entidad de Inspección y Control Industrial (EICI) debe inspeccionar la instalación y emitir un certificado que junto con dos ejemplares del Certificado de Dirección de Obra de la instalación (CDO), firmado y visado por el Colegio Profesional correspondiente, deben presentarse para el registro de la puesta en servicio de la instalación.

Una vez se ha recibido la documentación en la unidad administrativa correspondiente es nuevamente revisada por el técnico correspondiente que, bien requiere al titular y director de obra de la instalación para la subsanación de cualquier deficiencia encontrada concediendo un plazo, o bien da su visto bueno para el registro de la puesta en servicio.

El Registro de puesta en servicio se notifica al autor del proyecto de la instalación y es a su vez un requisito exigido por la autoridad municipal para el otorgamiento de las licencias oportunas.



**Figura 3.** Proceso de registro de puesta en servicio.

# Instalaciones eléctricas en los garajes y aparcamientos. Particularidades

## 8.1. Introducción

El aumento del parque automovilístico y la concentración de la población en los núcleos urbanos, provoca la necesidad de buscar espacios donde guardar o recoger los vehículos automóviles, de forma más o menos transitoria o por espacios de tiempo largos, sean vehículos privados o no. Los garajes y aparcamientos son los lugares establecidos para el depósito de los automóviles, que por ser tales, tienen ciertas particularidades que deben ser tenidas en cuenta a efectos de las instalaciones eléctricas, en todo caso necesarias, al menos, para iluminar los accesos.

En este capítulo, se pretende establecer las condiciones técnicas a tener en cuenta en el montaje de las instalaciones eléctricas de baja tensión que forman parte de garajes y aparcamientos; es decir, zonas de un edificio con capacidad de estacionamiento para más de cinco vehículos, esté o no vinculado a una actividad comercial.

Las consideraciones a tener en cuenta son, una cierta protección ante los posibles impactos por parte de los vehículos y, sobre todo, cierta protección añadida a las normales de cualquier instalación eléctrica por existir la posibilidad de derrames de líquidos inflamables que puedan crear atmósferas con riesgo de incendio o explosión, como es obvio pensar, debido a la gasolina de los depósitos de los vehículos.

Otra consideración a añadir a las anteriores correspondería a la posibilidad de que la instalación forme parte de un Local de Pública Concurrencia, o que por sí sólo, pueda ser considerado como tal.



## 8.2. Normativa

- ✿ R.D.842/2002 de 2 de Agosto por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT 01 a la 51.
- ✿ Acta de la reunión del Grupo de Trabajo para el seguimiento de aplicación del REBT (R.D.842/2002) y Orden 9344/2003 de la Comunidad de Madrid celebrada en la DGIEM el 28/11/03.
- ✿ Acta de la reunión del Grupo de Trabajo para el seguimiento de aplicación del REBT (R.D.842/2002) y Orden 9344/2003 de la Comunidad de Madrid celebrada en la DGIEM el 12/02/04.
- ✿ Norma UNE-EN 60079-10.- Material eléctrico para atmósferas de gas explosivas. Parte 10: Clasificación de emplazamientos peligrosos.
- ✿ UNE-EN 60079-14.- Material eléctrico para atmósferas de gas explosivas. Parte 14: Instalaciones eléctricas en áreas peligrosas (a excepción de las minas).
- ✿ R.D. 400/1996, de 1 de marzo, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 94/9/CE, relativa a los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas.
- ✿ Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- ✿ Real Decreto 7/1988 de 8 de Enero, que traspone la Directiva 73/23/CEE, de 19 de febrero de 1973, sobre material eléctrico destinado a ser utilizado en el ámbito de tensiones nominales comprendidas entre 50 y 100 V en corriente alterna y entre 75 y 1500 V en corriente continua.
- ✿ R.D. 3275/1982 de 12 de Noviembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad de Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

- Orden 9344/2003, de 1 de octubre, del Consejero de Economía de Innovación Tecnológica, por la que se establece el procedimiento para la tramitación, puesta en servicio e inspección de las instalaciones eléctricas no industriales conectadas a una alimentación en baja tensión.
- Orden 7955/2006, de 19 diciembre, de la Consejería de Economía e Innovación Tecnológica, por la que se regula el mantenimiento y la inspección periódica de las instalaciones eléctricas en locales de pública concurrencia y alumbrado público.

### 8.3. Garajes, Aparcamientos y Estacionamientos

Como se exponía anteriormente, los garajes y aparcamientos tienen ciertas consideraciones que hay que tener en cuenta a la hora de diseñar sus instalaciones eléctricas.

La primera referencia a este tipo de locales en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) aparece en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-04.- Documentación y puesta en servicio de las instalaciones, en donde se establece una diferencia a la hora de documentar su diseño, es decir, cuando se necesita Proyecto y cuando no, en función del tipo de ventilación, sea forzada o natural.

Grupo	Tipo de Instalación	Límites para Proyecto
<b>g</b>	Las de <b>garajes</b> que requieren ventilación forzada	Cualquiera que sea su ocupación
<b>h</b>	Las de <b>garajes</b> que disponen de ventilación natural	De más de 5 plazas de estacionamiento
<b>i</b>	Las correspondientes a locales de pública concurrencia	Sin límite
<b>l</b>	Las correspondientes a locales con riesgo de incendio o explosión, excepto <b>garajes</b>	Sin límite

En otra parte del REBT, concretamente en la ITC-BT-28 .- Instalaciones en Locales de Pública Concurrencia (LPC), introduce otro concepto que hay que tener en cuenta, como es el de estacionamientos cerrados y cubiertos para más de 5 vehículos, considerándolo Local de Reunión, Trabajo y Usos Sanitarios.

Por tanto como consecuencia de la diferencia que establece el REBT en la ITC-BT-04 y ITC-BT-28 en distintos grupos, a los Garajes (Grupo g) y h)), Estacionamientos Cerrados y Cubiertos de más de 5 vehículos (Grupo i) LPC Locales de Reunión, Trabajo y Usos Sanitarios cualquiera que sea su ocupación y Estacionamientos Subterráneos de mas de 100 vehículos como LPC que precisan Suministro de Reserva, en la Comunidad de Madrid, entenderemos que:

- ✿ Consideraremos "**Garajes**" a aparcamientos de vehículos correspondientes a oficinas sin atención al público y comunidades de vecinos y otros análogos en los que no se realiza pago en el momento de la retirada del vehículo depositado y, por lo tanto, no hay rotación de vehículos en las plazas y en consecuencia no es necesario 2º suministro.
- ✿ Consideraremos "**Estacionamientos de Vehículos Subterráneos**" o "Cerrados y Cubiertos", aquellos que una vez depositado un vehículo, para retirarlo es preciso realizar un pago en el momento. También se considerarán estacionamientos los locales que aunque no se realice pago, los vehículos estuviesen depositados con el sentido de facilitar accesos a locales comerciales, etc., es decir hay rotación de vehículos en las plazas. La necesidad del 2º suministro se establecerá en función del nº de plazas.
- ✿ En el caso de coincidir los dos conceptos antes expuestos, obligará a realizar la instalación completa conforme a lo establecido para Estacionamientos a no ser que los accesos de las personas para los dos usos sean claramente distintos, es decir no haya comunicación entre ellos, entonces a cada zona se le considerará sus prescripciones técnicas correspondientes. La necesidad del 2º suministro se establecerá en función de lo antes expuesto.

## 8.4. Instalación eléctrica en garajes, aparcamientos y estacionamientos

Cuando hay que realizar un diseño de una instalación eléctrica de un garaje, aparcamiento o estacionamiento para vehículos automóviles, lo primero que hay que tener en cuenta es su capacidad, de tal forma que con más de 5 plazas, según expusimos anteriormente, no necesita Proyecto. Con una Memoria Técnica de Diseño es suficiente.

Lo más importante y que influye claramente en la optimización de la instalación, es la ITC-BT-29 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, en la que se establece:

*“Ejemplos de emplazamientos peligrosos*

*A título orientativo, sin que esta lista sea exhaustiva, y salvo que el proyectista pueda justificar que no existe el correspondiente riesgo, son ejemplos de emplazamientos peligrosos:*

*De Clase I:*

- *Lugares donde se trasvasen líquidos volátiles inflamables de un recipiente a otro.*
- **Garajes** y talleres de reparación de vehículos. Se excluyen los garajes de uso privado para estacionamiento de 5 vehículos o menos.
- *Etc. ”*

Al ser considerados Local con Riesgo de Incendio y Explosión, en su diseño, se deberá llevar a cabo por un técnico competente una Clasificación de Emplazamientos que justificará los criterios y procedimientos aplicados.

La ITC-BT-29 tiene por objeto especificar las reglas esenciales para el diseño, ejecución, explotación, mantenimiento y reparación de las instalaciones eléctricas en emplazamientos en los que existe riesgo de explosión o de incendio debido a la

presencia de sustancias inflamables, para que dichas instalaciones y sus equipos no puedan ser, dentro de límites razonables, la causa de inflamación de dichas sustancias.

La citada Instrucción remite a la norma UNE-EN 60079-10 a fin de establecer el procedimiento para Clasificación de Emplazamientos donde los riesgos son debidos a la presencia de vapor o gas inflamables, clasificación que viene condicionada por el grado de la fuente de escape y la ventilación del local.

La necesidad de la Clasificación de Emplazamientos, es para establecer los requisitos que han de satisfacer los distintos elementos constitutivos de la instalación eléctrica en los distintos emplazamientos. Una Clasificación de Emplazamientos, debe llevar adjunta estos requisitos, y para mejor entendimiento entre proyectista e instalador, directamente los materiales y equipos a utilizar.

Los equipos eléctricos y los sistemas de protección y sus componentes destinados a su empleo en emplazamientos, deberán cumplir las condiciones que se establecen en el R.D. 400/1996, de 1 de marzo, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 94/9/CE, relativa a los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas.



Ejecutar una instalación eléctrica en un emplazamiento clasificado con los equipos y sistemas de protección mencionados, significa una complicación añadida por la singularidad de ellos, tanto en su ejecución como en su elección, sin

mencionar un coste que puede llegar a entenderse como desproporcionado, en función de los riesgos a evitar, que según demuestra la experiencia, son mínimos.

Por lo tanto, a la hora de establecer el diseño de la instalación, el proyectista debería diseñar la instalación de tal forma que los equipos y sistemas de protección y sus componentes, sean lo más convencionales posible. Para ello tiene que exponer una serie de medidas técnicas añadidas que favorezcan la eliminación de la mencionada atmósfera explosiva, cuando ésta se produzca. Estas medidas suelen ser el dotar al local de una ventilación, ya sea natural o forzada, que impida la permanencia de esta atmósfera peligrosa, que con la debida justificación, consigue la convencionalmente llamada "desclasificación" y que puede venir asociada a la necesidad de la eliminación de monóxido de carbono, también mediante esa ventilación mecánica.

Al igual que toda Clasificación de Emplazamientos, esta "desclasificación" debe venir convenientemente descrita en el Proyecto, ya que en caso contrario la instalación eléctrica deberá cumplir lo establecido en la ITC-BT-29 y los equipos eléctricos y los sistemas de protección y sus componentes deberán cumplir las condiciones del R.D. 400/1996, según se ha expuesto anteriormente.

En la Comunidad de Madrid, según todo lo anteriormente expuesto, conociendo las circunstancias especiales que concurren en este tipo de instalaciones eléctricas correspondientes a garajes, aparcamientos o estacionamientos de vehículos, se plantea establecer unas condiciones técnicas generales para "desclasificar" estos locales, que ayuden a los proyectistas y a los instaladores a llevar a buen término las instalaciones.

Partimos de que cualquier garaje, aparcamiento o estacionamiento de más de 5 vehículos es un Local con Riesgo de Incendio o Explosión según se establece en la ITC-BT-29 y más concretamente está clasificado como emplazamiento peligroso Clase I.

Usando como referencia lo establecido en la norma UNE 100-166 "Climatización.- Ventilación de aparcamientos" y la norma UNE-EN 60079-10

"Clasificación de Emplazamientos peligrosos" establecida en el REBT, en lo referente a:

- ✿ Fuentes de Escape.- Se asocia a las posibles fugas que puedan tener los depósitos de gasolina de los vehículos estacionados y circulantes, así como las posibles manipulaciones que se puedan llevar a cabo de estos líquidos por trasiego por parte de los usuarios.
- ✿ Grado de Escape.- Se entiende que es Secundario al no preverse en funcionamiento normal y si se produce es probable que ocurra infrecuentemente y en periodos de corta duración.
- ✿ Tipo de Zona.- Se entiende que sean Zona 2 como consecuencia del Grado de Escape.
- ✿ Características de las sustancias.- Vapores de hidrocarburos más pesados que el aire.

Se considera que:

- a) Para las instalaciones eléctricas de los locales anteriormente citados, se podrán tener en cuenta los volúmenes peligrosos reducidos que a continuación se señalan, siempre y cuando la ventilación de estos locales esté "**suficientemente asegurada**":

- ✿ En caso de ventilación forzada, "**suficientemente asegurada**", el volumen peligroso será el comprendido entre el suelo y un plano situado a 0,60 metros sobre el mismo ya sea con suelos a nivel de calle o por debajo de ésta.
- ✿ En el caso de ventilación natural, "**suficientemente asegurada**", en relación con suelos que estén a nivel de la calle o por encima de ésta, el volumen peligroso será el comprendido entre el suelo y un plano situado a 0,60 metros sobre el mismo.

En relación con suelos situados por debajo del nivel de la calle, el volumen peligroso será el comprendido entre el suelo y un plano situado a 0,60 metros por encima de la parte más baja de las puertas exteriores o de otras aberturas para ventilación que den al exterior por encima del suelo.

Las Figs. 1, 2, 3 y 4 señalan, como referencia, los valores peligrosos en diferentes casos.

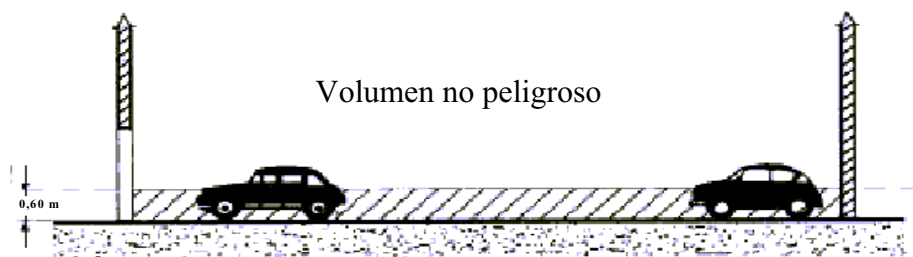


Figura 1.

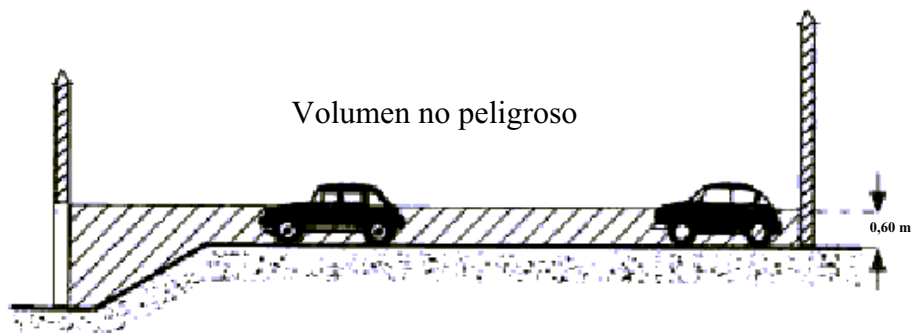


Figura 2.

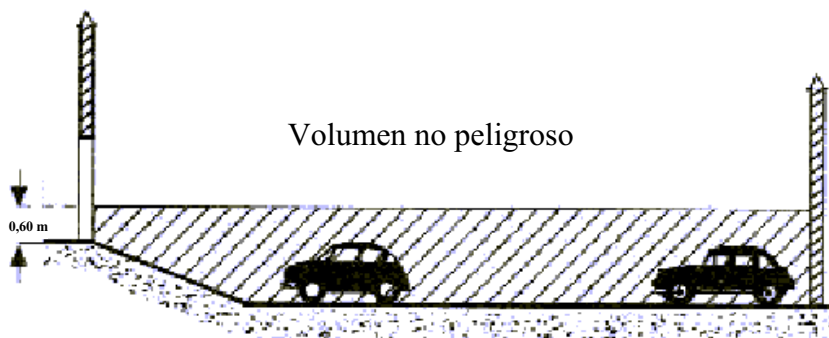
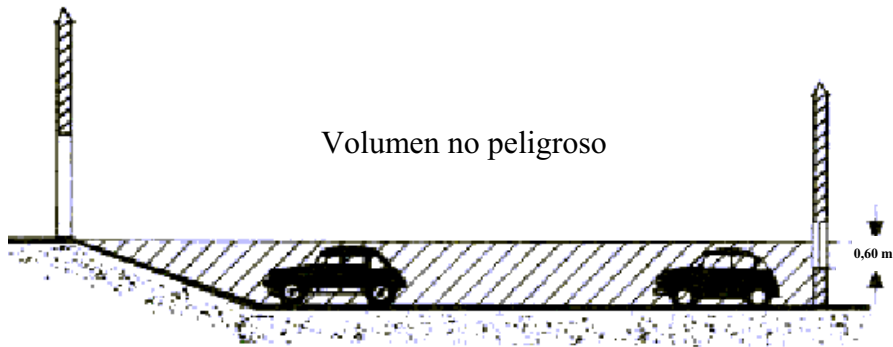


Figura 3.





**Figura 4.**

- ☀ Todo foso o depresión bajo el nivel del suelo se considerará como volumen peligroso.
  - ☀ No se considerarán como volúmenes peligrosos los adyacentes a los volúmenes anteriormente citados en los que no sea probable la liberación de los combustibles inflamables y siempre que sus suelos estén sobre los de aquellos a 0,60 metros, como mínimo, o estén separados de los mismos por tabiques o brocales estancos de altura igual o mayor de 0,60 metros.
- b) Las instalaciones y equipos destinados a estos locales cumplirán las siguientes prescripciones:
- ☀ Los volúmenes peligrosos serán considerados emplazamientos de Clase I, Zona 2 y, en consecuencia, las instalaciones y equipos destinados a estos volúmenes deberán cumplir las prescripciones señaladas en la ITC- BT-29 para estos locales.
  - ☀ La instalación eléctrica situada por encima de los volúmenes peligrosos deberá realizarse según la ITC que proceda, ya sea para Locales de Pública Concurrencia, Locales Húmedos o Mojados, etc.
  - ☀ Se colocarán cierres de acuerdo con la ITC-BT-29 en las canalizaciones que atraviesen los límites verticales u horizontales de los volúmenes definidos como peligrosos. Las canalizaciones

empotradas o enterradas en el suelo se considerarán incluidas en el volumen peligroso cuando alguna parte de las mismas penetre o atraviere dicho volumen.

- Las tomas de corriente e interruptores se colocarán a una altura mínima de 1,50 metros sobre el suelo a no ser que presenten una cubierta especialmente resistente a las acciones mecánicas.
- Se evitará, en la medida de lo posible, diseñar para su ejecución instalaciones eléctricas en volúmenes peligrosos.

c) Se considera **ventilación suficientemente asegurada** a:

- Ventilación natural: admisible solamente en garajes con suelo a nivel de calle, con fachada al exterior en semisótano, o con "patio inglés". En este caso, las aberturas para ventilación deberán de ser 2 como mínimo en paredes o fachadas opuestas, permanentes, independientes de las entradas de acceso, y con una superficie mínima de comunicación al exterior del 0,5 por ciento de la superficie del local del garaje. Se descontará la superficie de las lamas de las rejillas de ventilación en caso de haberlas.
- Ventilación forzada: para todos los demás casos, o sea, para garajes en sótanos. En estos casos la ventilación será suficiente cuando se asegure una renovación mínima de aire de 15 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> de superficie del garaje.

El caudal de ventilación por planta se repartirá, como mínimo, entre dos dispositivos o tomas de ventilación independientes que actuarán sobre los mismos conductos para que, en caso de avería de uno de ellos, se mantenga la ventilación.

Los cálculos justificativos de la ventilación que garantizan el cumplimiento de lo anteriormente expuesto deberán formar parte del Proyecto eléctrico necesario para la legalización de este tipo de instalaciones o, en su caso, la referencia a otro que la justifique.

Una vez que se ha tenido en cuenta para el garaje, aparcamiento o estacionamiento, las particularidades de ser un Local con Riesgo de Incendio o Explosión, hay que tener en cuenta en qué contexto se utiliza, es decir si es un "Garaje" o es un "Estacionamiento", según se expuso en el punto 6.8.3.

El que sea "Estacionamiento" implica que hay que tener en cuenta la ITC-BT-28, es decir los condicionantes de ser un Local de Pública Concurrencia.

Las particularidades más significativas son el tipo de cable a utilizar y consecuentemente el tipo de canalización, la posibilidad de necesitar un segundo suministro (suministro complementario o de seguridad) en función de la ocupación y la necesidad del alumbrado de seguridad. De todas éstas, a continuación se hace una breve reseña, destacando lo más convencional.

Los cables eléctricos a utilizar en las instalaciones de tipo general y en el conexionado interior de cuadros eléctricos en este tipo de locales, serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida.

Las canalizaciones deben realizarse según lo dispuesto en las ITC-BT-19 e ITC-BT-20 y estarán constituidas por:

- ❁ Conductores aislados, de tensión nominal no inferior a 750 V, colocados bajo tubos o canales protectores, preferentemente empotrados en especial en las zonas accesibles al público.
- ❁ Conductores aislados, de tensión nominal no inferior a 750 V, con cubierta de protección, colocados en huecos de la construcción totalmente construidos en materiales incombustibles de resistencia al fuego RF-120, como mínimo.

En cuanto a la necesidad de disponer de segundo suministro (suministro complementario o de seguridad), al menos para este tipo de locales, con base en todo lo anteriormente expuesto, en la Comunidad de Madrid, se establece el "Suministro de Reserva", dedicado a mantener un servicio restringido de los elementos de funcionamiento indispensables de la instalación receptora, con una

potencia mínima del 25 por 100 de la potencia total contratada para el suministro normal, para Estacionamientos subterráneos de más de 100 plazas.

En cualquier caso hay que analizar la compatibilidad con el local o instalación del que se suministran, ya que aunque por sí solo puede llegar a necesitar este suministro complementario, puede que sea necesario, también como consecuencia del local del que dependan.

El cálculo de la ocupación teórica para este tipo de locales podrá ser, como máximo, lo establecido en el Código Técnico de la Edificación, en la Sección SI 3 Evacuación de ocupantes:

**TABLA 1. Densidades de ocupación <sup>(1)</sup>**

Uso previsto	Zona, tipo de actividad	Ocupación (m <sup>2</sup> /persona)
Aparcamiento <sup>(2)</sup>	Vinculado a una actividad sujeta a horarios: comercial, espectáculos, oficina, etc.	15
	En otros casos	40

El otro aspecto importante a destacar, es la necesidad de alumbrado de emergencia.

En el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión se establece que todos los Locales de Pública Concurrencia deberán disponer de alumbrado de emergencia, en las condiciones establecidas en el punto 3 de la Instrucción ITC-BT-28.

En el Código Técnico de la Edificación, también se establece la necesidad del Alumbrado de Emergencia en este tipo de locales:

- ✿ “Sección SU 4, punto 2.1  
Los edificios dispondrán de un alumbrado de emergencia que, en caso de fallo del alumbrado normal, suministre la iluminación necesaria para facilitar la visibilidad a los usuarios de manera que puedan abandonar el edificio, evite las situaciones de pánico y permita la visión de las señales indicativas de las salidas y la situación de los equipos y medios de protección existentes.

Contarán con alumbrado de emergencia las zonas y los elementos siguientes:

- a) todo recinto cuya ocupación sea mayor que 100 personas;
- b) todo recorrido de evacuación, conforme éstos se definen en el Anejo A de DB SI.
- c) los aparcamientos cerrados o cubiertos cuya superficie construida **exceda de 100 m<sup>2</sup>**, incluidos los pasillos y las escaleras que conduzcan hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio;
- d) etc."

La necesidad de una ventilación forzada puede venir refrendada por lo establecido en el CTE:

✿ "Sección HS 3, punto 3.1.4.2

En los aparcamientos con más de cinco plazas debe disponerse un sistema de detección de monóxido de carbono que active automáticamente los aspiradores mecánicos cuando se alcance una concentración de 50 p.p.m. en aparcamientos donde se prevea que existan empleados y una concentración de 100 p.p.m. en caso contrario."

En el CTE se define:

"Sistema de detección de monóxido de carbono: sistema automático de vigilancia de la concentración de monóxido de carbono existente en un *local*. Se utiliza para poner en funcionamiento los *aspiradores mecánicos* del sistema de ventilación cuando se alcanzan los valores de la concentración considerados inadecuados o peligrosos."

## 8.5. Legalización

Para la puesta en servicio de garajes, aparcamientos o estacionamientos, si no están documentados dentro de un proyecto de una industria, es decir, no están sujetos a Registro Industrial, el proceso para la diligencia o tramitación del

Certificado de Instalación, se debe seguir lo establecido por la Orden 9344/2003, de 1 de octubre, del Consejero de Economía de Innovación Tecnológica, por la que se establece el procedimiento para la tramitación, puesta en servicio e inspección de las instalaciones eléctricas no industriales conectadas a una alimentación en baja tensión.

En la Fig. 5 se da una guía para saber, en función del tipo de local, la ventilación y el número de plazas, qué tipo de documentación es necesaria, Proyecto o Memoria Técnica de Diseño, y cómo se categoriza para su entrada en la aplicación informática donde se registran las instalaciones por las Entidades de Inspección y Control y en base los términos que usa el REBT.

		> 5 plazas	≥ 25 plazas	> 100 plazas	> 300 personas
		Inspección Inicial			
		Clase I			
Garajes	Ventilación forzada	Categoría g) 1. Proyecto	Categoría g) 2. Proyecto		
	Ventilación natural	Categoría h) 1. MTD	Categoría h) 1. Proyecto	Categoría h) 2. Proyecto	
Estacionamientos subterráneos	Ventilación natural	Categoría h) 1. MTD	Categoría i) 2.1.8.2. Proyecto	Categoría i) 2.1.8.1. Proyecto	Sum. de Reserva
	Ventilación forzada	Categoría g) 1. Proyecto	Categoría i) 2.1.8.2. Proyecto	Categoría i) 2.1.8.1. Proyecto	Sum. de Reserva
		Clase I / Local de Pública Concurrencia			
		Inspección Inicial			
Estacionamiento cerrados y cubiertos	Ventilación natural	Categoría h) 1. MTD	Categoría i) 2.1.8.2. Proyecto	Categoría i) 2.1.8.1. Proyecto	Categoría i) 2.1.8.1. Proyecto Sum. de Socorro
	Ventilación forzada	Categoría g) 1. Proyecto	Categoría i) 2.1.8.2. Proyecto	Categoría i) 2.1.8.1. Proyecto	Categoría i) 2.1.8.1. Proyecto Sum. de Socorro
		> 5 plazas	≥ 25 plazas	> 100 plazas	> 300 personas

Figura 5.

De la Tabla de Categorías 29.01.07 que se utiliza para la categorización de las instalaciones, exponemos la parte correspondiente a este tipo de locales:

Categoría o Grupo	Tipo instalación	Tarifa MTD	Proyecto	Tarifa Proy.	Insp. / muestreo (M)	2° sumin.
g)	1. Garajes que requieran ventilación forzada	-	Todos	VII.A	< 25 plazas M	-
	2. Garajes que requieran ventilación forzada			VII.B	≥ 25 plazas Insp.	-
	3. Modificaciones de Importancia y Ampliaciones de Importancia de instalaciones que precisaron Proyecto para su ejecución de:					
	1. Garajes que requieran ventilación forzada	VI	Cq. Ampl. Modif. > 50% Pinst. o > 100 kW	VII.A	< 25 plazas M	-
	2. Garajes que requieran ventilación forzada			VII.B	> 25 plazas Insp.	-
h)	1. Garajes que disponen de ventilación natural	VI	> 5 plazas	VII.A	< 25 Plazas M	-
	2. Garajes que disponen de ventilación natural			VII.B	≥ 25 Plazas Insp.	-
	3. Modificaciones de Importancia y Ampliaciones de Importancia de instalaciones que precisaron Proyecto para su ejecución de :					
	1. Garajes que disponen de ventilación natural	VI	> 5 plazas y > 50% Pinst. o > 100 kW	VII.A	< 25 Plazas M	-
	2. Garajes que disponen de ventilación natural			VII.B	≥ 25 Plazas Insp.	-

En cualquier caso, si se pretende justificar una “desclasificación”, debe ir reflejado en el Proyecto de la instalación eléctrica las condiciones de la ventilación y su justificación, que permitirían las nuevas características de los equipos eléctricos. Si no es este el caso, al menos debe hacerse referencia al Proyecto adjunto que se presenta, con todos los datos de visado y fechas. Hay que tener en cuenta que, a efectos de la instalación eléctrica, la ventilación no tiene otro sentido que el de poder ejecutarla con equipos más convencionales y, por lo tanto, el diseñador de la instalación eléctrica debe asumir el diseño de la instalación de ventilación con todas las consecuencias y, por lo tanto, apta para las condiciones del local.

La documentación necesaria para la presentación de la documentación en una Entidad de Inspección y Control Industrial EICI (Organismo de Control

Autorizado en la Comunidad de Madrid), según lo que se establece en la Orden 9344/2003 anteriormente mencionada, es:

con Proyecto	Copias	con Memoria Técnica de Diseño (MTD)
Justificante de pago de Tasa a DGIEM		Justificante de pago de Tasa a DGIEM
Justificante de pago de Tarifa a la EICI		Justificante de pago de Tarifa a la EICI
Proyecto redactado y firmado por titulado competente y visado por su Colegio Oficial	2	MTD según modelo oficial
Modelo oficial de solicitud	2	Modelo oficial de solicitud
Certificado de Instalación	5	Certificado de Instalación
Dossier de Información al Usuario	2	Dossier de Información al Usuario
Justificación de la autorización de Instalador en Baja Tensión en vigor	1	Justificación de la autorización de Instalador en Baja Tensión en vigor
Documentación complementaria que justifique la desviación de la instalación	2	Documentación complementaria que justifique la desviación de la instalación
Certificado de Final de Obra	2	
Contrato de Mantenimiento (si procede)	2	
Alta en el Registro Industrial del constructor para el caso de Inst. temporales para alimentación de maquinaria de obra, cuando proceda		

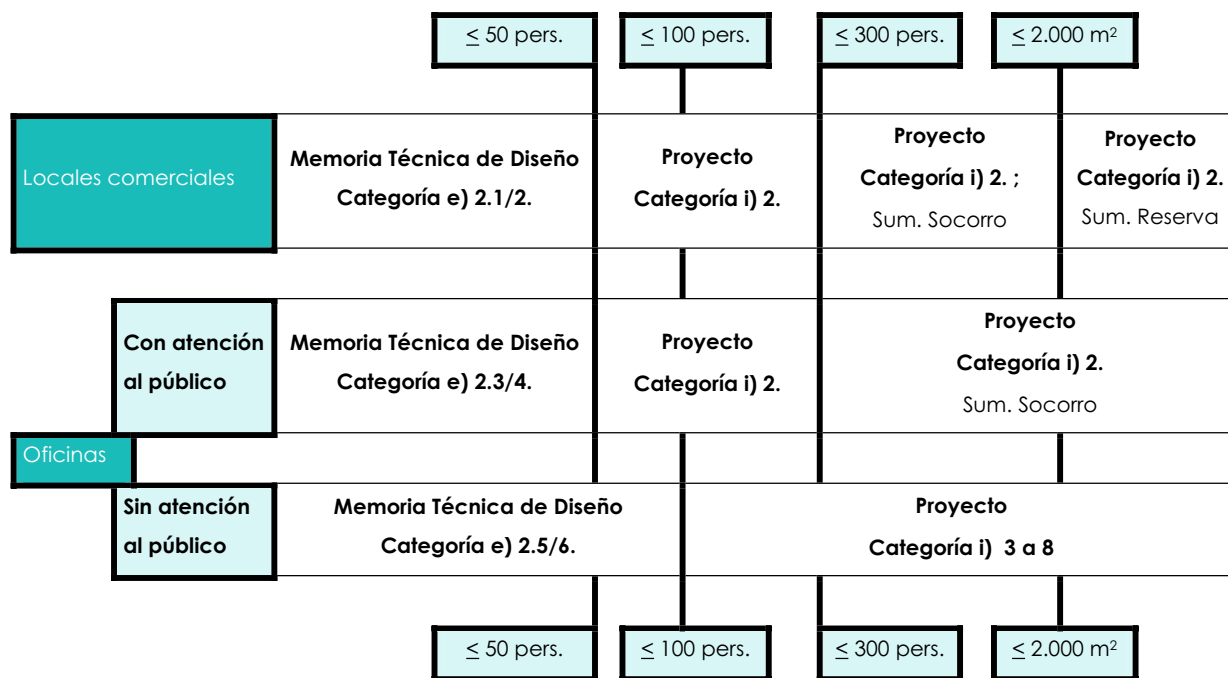
La documentación se presenta en una EICI, que tras registrarla en una aplicación informática vía "web", ésta establece, basándose en los criterios de la Orden 9344/2003 y del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, cuando le toca inspección.

Tras un proceso determinado por un procedimiento autorizado por la Dirección General de Industria, Energía y Minas, que depende del tipo de instalación, la EICI diligenciará los Certificados de Instalación, para que el usuario



pueda contratar la energía eléctrica con la correspondiente empresa suministradora.

Se adjunta un cuadro que puede servir de guía para la tramitación de instalaciones eléctricas correspondientes a Locales de Pública Concurrencia y que pueden tener que ver con garajes, aparcamientos o estacionamientos.



## 8.6. Mantenimiento

Las labores de mantenimiento de las instalaciones eléctricas, en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, las enuncia en el Artículo 20, donde establece que los titulares de las instalaciones deberán mantener en buen estado de funcionamiento, utilizándolas de acuerdo con sus características y absteniéndose de intervenir en las mismas para modificarlas. Si son necesarias modificaciones, éstas deberán ser efectuadas por un Instalador Autorizado.

En la Comunidad de Madrid se publicó en Diciembre de 2006, la Orden 7955/2006, de 19 diciembre, de la Consejería de Economía e Innovación Tecnológica, por la que se regula el mantenimiento y la inspección periódica de las instalaciones eléctricas en locales de pública concurrencia y alumbrado público.

En cuanto a los garajes, aparcamientos y estacionamientos, les aplicaría en la medida que sean Locales de Pública Concurrencia y vayan asociados a los locales que se establecen en la Orden, en su Anexo I:

### **ANEXO I.- Locales de Pública Concurrencia y alumbrado público**

A) Para cualquier potencia y superficie:

- ✿ Cines.
- ✿ Teatros.
- ✿ Parques de atracciones.
- ✿ Hospitales.
- ✿ Establecimientos con quirófanos y/o UCI.
- ✿ Parques acuáticos.
- ✿ Casinos.
- ✿ Alumbrados públicos de vías urbanas y de comunicaciones, parques y jardines (se excluyen las zonas privadas a que sólo tengan acceso normal los propietarios).
- ✿ Hoteles y hostales de 50 o más habitaciones.
- ✿ Edificios de gran altura no dedicados a viviendas (entendiendo por tales aquellos cuya diferencia de cota entre la cara superior del último forjado habitable y todas las salidas del edificio a vía pública sea mayor de 50 metros).

B) Con potencia superior a 100 kW:

- ✿ Salas de fiesta.
- ✿ Discotecas.
- ✿ Estadios y pabellones deportivos.
- ✿ Hipódromos y canódromos.
- ✿ Plazas de toros.
- ✿ Circos.
- ✿ Frontones.
- ✿ Estaciones de viajeros.

- ✿ Mercados y galerías comerciales (potencia referida a servicios comunes).
- ✿ Piscinas.
- ✿ Establecimientos comerciales (superiores a 2.000 metros cuadrados).
- ✿ Bingos.

En esta Orden se establece en qué consisten los mantenimientos, que además de la reparación de averías consistirán en revisiones periódicas, realizadas al menos con periodicidad anual, que incluyan revisiones oculares y pruebas y mediciones que garanticen el buen estado de funcionamiento de todas las partes de la instalación.

El instalador autorizado emitirá anualmente el boletín de revisión periódica que se acompaña a la Orden como Anexo II, entregando copia al titular y reservándose otra copia que permanecerá a disposición de la Dirección General competente en materia de industria y energía.

En aquellos casos en los que el titular de la instalación justifique ante la Dirección General competente en materia de industria y energía, que dispone de los medios y organización necesarios para efectuar su propio mantenimiento, podrá eximirse de la obligación de presentación de dicho contrato.

Las obligaciones de las empresas mantenedoras así como los titulares que realicen su propio mantenimiento, serán responsables del mantenimiento de las instalaciones que les sean encomendadas, y tendrán las siguientes obligaciones:

- a) Emitir anualmente el boletín exigido en el artículo 1 de la Orden.
- b) Disponer de medios técnicos y humanos acordes con el número de instalaciones que mantengan y el nivel de actividad que desarrollen.
- c) Notificar de forma inmediata al titular de la instalación y a la Dirección General competente en materia de industria, y energía las deficiencias que constituyan un riesgo grave e inminente para las personas o las cosas.
- d) Dar cuenta, de manera inmediata, a la Dirección General competente en materia de industria y energía, de los accidentes ocurridos en las

instalaciones sometidas a la presente Orden, que hayan contratado su mantenimiento, con indicación de las posibles causas que los han ocasionado y de los daños producidos.

- e) Atender los requerimientos del titular de las instalaciones para corregir las averías que se produzcan en el servicio eléctrico.
- f) Poner en conocimiento del titular, por escrito, las deficiencias de la instalación que afecten a la seguridad de las personas o de las cosas, a fin de que sean subsanadas, comunicando a la Dirección General competente en materia de industria y energía los casos en los que el titular se niegue a que sean realizadas las reparaciones que en la misma resulten necesarias.
- g) Tener a disposición de la Dirección General competente en materia de industria y energía un listado de las altas y las bajas de los contratos de mantenimiento que se produzcan.
- h) Comunicar al titular de la instalación por escrito la fecha en la que le corresponde realizar la revisión periódica a efectuar por un Organismo de Control Autorizado a que se refiere el artículo 3, así como facilitar su ejecución, efectuando las manipulaciones necesarias para la realización de las pruebas reglamentarias.

Desde la entrada en vigor de la Orden, el 19 de Enero de 2007, se establece un plazo de seis meses, para que los titulares de las instalaciones relacionadas en el Anexo I, dispongan de un contrato de mantenimiento.

## 8.7. Inspecciones iniciales y periódicas

En la Instrucción ITC-BT-05 del REBT, se establece que determinadas instalaciones eléctricas, a la hora de su puesta en servicio, una vez ejecutadas, sus ampliaciones o modificaciones de importancia y previamente a ser documentadas ante el Órgano competente de la Comunidad Autónoma, requieren una inspección inicial por un Organismo de Control:

- a) Instalaciones industriales que precisen proyecto, con una potencia instalada superior a 100 kW;
- b) Locales de Pública Concurrencia;**

- c) **Locales con riesgo de incendio o explosión, de clase I, excepto garajes de menos de 25 plazas;**
- d) Locales mojados con potencia instalada superior a 25 kW;
- e) Piscinas con potencia instalada superior a 10 kW;
- g) Quirófanos y salas de intervención;
- h) Instalaciones de alumbrado exterior con potencia instalada superior 10 kW.

También se establece inspecciones periódicas cada 5 años, para todas las instalaciones eléctricas en baja tensión que precisaron inspección inicial, y cada 10 años, las comunes de edificios de viviendas de potencia total instalada superior a 100 kW.

Para garajes, aparcamientos y estacionamientos, le aplica en la medida que son Locales de Pública Concurrencia o tienen que ver con ellos, pero especialmente por ser Locales con Riesgo de Incendio o Explosión. Si el local tiene que ver con un Local de Pública Concurrencia, es decir se le considera Garaje según los conceptos expuestos en el punto 6.8.3., sólo le aplicaría cuando tiene 25 plazas o más.

Hay que tener en cuenta que la "desclasificación" de los Emplazamientos no evita el cumplir con la prescripción de las inspecciones periódicas que corresponda según establece la ITC-BT-05, ya que lo que se pretende es comprobar que las instalaciones siguen cumpliendo las disposiciones y requisitos de seguridad establecidos por el presente Reglamento y sus Instrucciones Técnicas Complementarias y expuestas en su documentación de legalización y diseño con los que se ejecutaron, es decir en el proyecto que le corresponda.

En el caso de que les aplicara la Orden 7955/2006, cuando correspondiera llevar a cabo la inspección periódica mencionada, el Organismo de Control que la llevara a cabo, tendrá en cuenta:

- ✿ Comprobarán los boletines de reconocimiento anuales emitidos por la empresa que realiza el mantenimiento.

- ✿ Remitirán a la Dirección General competente en materia de industria y energía, en la forma que ésta determine, copia del Certificado de Inspección periódica favorable en el plazo de un mes desde que se hubiera realizado la inspección, así como copia de aquellos Certificados de Inspección periódica desfavorables que transcurridos seis meses desde la inspección no hubiesen corregido los defectos de la instalación.

## 8.8. Instalaciones eléctricas de alta tensión (centros de transformación)

Cuando al garaje, aparcamiento o estacionamiento le da servicio una instalación de alta tensión, es decir dispone de centro de transformación propio o llamado de abonado o cliente, estas instalaciones también son objeto tanto de mantenimiento como de inspección periódica.

El Reglamento que lo regula es el de Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad de Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación (R.D. 3275/1982 de 12 de Noviembre).

En su Artículo 12 determina la necesidad de los propietarios de suscribir un contrato de mantenimiento con persona física o jurídica competente (empresa instaladora) en el que se hagan responsables de mantener las instalaciones en el debido estado de conservación y funcionamiento, no sólo en su puesta en marcha, sino en el transcurso de la vida útil del centro de transformación. Si el propietario de la instalación, a juicio del Órgano competente, dispone de los medios y organización necesarios para efectuar su propio mantenimiento, podrá eximirse de la obligación de presentación de dicho contrato.

En el Artículo 13 del mismo Reglamento, es donde se establece la necesidad de una inspección periódica, al menos cada 3 años, a realizar por un Organismo de Control Autorizado por la Dirección General competente en materia de Industria y Energía de la Comunidad de Madrid. Será el titular de la instalación el que cuidará de que las inspecciones se realicen en los plazos previstos.

# Definición de un sistema de control y gestión eficiente de un parking

## 9.1. Introducción

Un **sistema integral de gestión, control y seguridad de un aparcamiento**, está compuesto básicamente por los siguientes sistemas:

✿ **Vías de acceso:**

- Vías de entrada, con expendedores de tickets y validadores de tarjetas y barreras automáticas.
- Vías de salida, con validadores de tickets y de tarjetas y barreras automáticas.

✿ **Equipos de cobro:**

- Cajeros automáticos.
- Cajeros manuales.

✿ **Equipos centrales de control:**

Adicionalmente se pueden instalar elementos adicionales, como:

- Sistemas de guiado de vehículos a plazas libres.
- Lectura automática de matrículas.
- Vídeo vigilancia por sistema de CCTV.
- Interfonía.
- Detectores de presencia.
- Contactos magnéticos.
- Abre-puertas en accesos peatonales, etc.,

que complementan y mejoran la eficacia del sistema de gestión y control de aparcamientos.

En este capítulo realizaremos un breve recorrido por los diferentes sistemas que componen un parking, haciendo especial hincapié en el sistema de Guiado de Plaza Libres que por su importancia en el ahorro y eficacia en la gestión del parking consideramos de gran relevancia para el futuro más inmediato.

## 9.2. Esquema Funcional del Sistema de Gestión

En la Fig. 1 se muestra la arquitectura y la funcionalidad del sistema, siendo las principales características de dicha arquitectura las siguientes:

### Jerarquía en cuatro niveles:

#### ✿ Nivel vía / módulo:

- expendedores y validadores de tickets,
- barreras,
- cajeros automáticos,
- lazos de detección, equipos auxiliares,
- semáforos,
- letreros flechas – aspa,
- terminales de lectura de matrículas (cámaras y unidad de reconocimiento),
- detectores de vehículos, indicadores, paneles informativos y concentradores,
- cámaras CCTV.

#### ✿ Nivel puesto de operador:

- cajero manual,
- puesto de operador control de accesos,



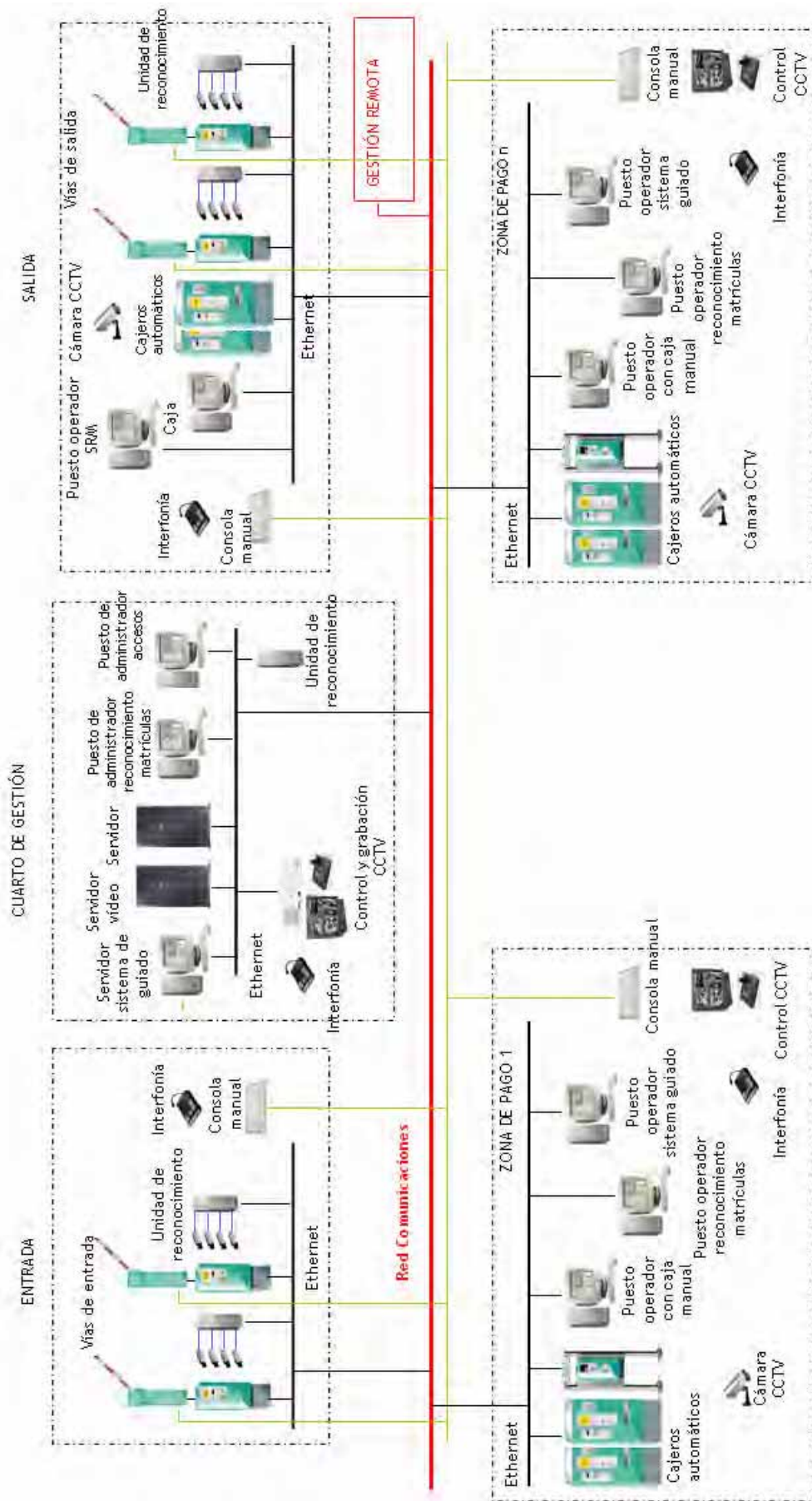


Figura 1. Sistema de Control y Gestión.

- consola manual para barreras y letreros flecha-aspa,
- control CCTV en zonas de pago.

#### ✿ Nivel superior:

- servidor de base de datos del sistema de control de accesos y de reconocimiento de matrículas,
- servidor del sistema de guiado de vehículos,
- servidor de vídeo (sistema de lectura de matrículas),
- unidad de control y gestión de acceso y cobros,
- grabador digital.

#### ✿ Gestión remota:

- el medio de comunicación entre los equipos y niveles es una red Ethernet TCP/IP.

La gestión del sistema general y, en consecuencia, de cada uno de los sistemas que lo componen, se podrá realizar remotamente desde cualquier puesto con conexión a la Red de comunicaciones del Parking. La gestión remota se apoya en la necesidad de crear una herramienta de *software* apropiada para posibilitar la ejecución de ciertas funcionalidades sobre los sistemas implicadas en el control y gestión del aparcamiento desde terminales remotos.

## 9.3. Descripción del Sistema

En este apartado se realiza una breve descripción de los sistemas y elementos que componen un sistema de control y seguridad de aparcamiento.

### 9.3.1. Sistema de Control de Accesos y Cobro

El sistema de Control de accesos y Cobro tiene las siguientes características:

- ❁ HARDWARE de características industriales que proporcionan una gran robustez y fiabilidad al sistema.
- ❁ SISTEMA OPERATIVO del equipamiento de parking basado en que ofrece unas características de estabilidad muy superior a los sistemas operativos de oficina, presentando la característica esencial de ser un sistema genuino de tiempo real (determinístico).
- ❁ Estaciones de trabajo para supervisión y control basadas en entorno Windows, PC's compatibles y comunicaciones Ethernet con TCP/IP, hecho que permite la posibilidad de CONTROL REMOTO del aparcamiento y el CONTROL CENTRALIZADO de más de una instalación.



**Foto 1.** Ejemplo de Cajeros Automáticos en Parking.

Los equipos que componen el sistema son:

- ❁ Barrera automática.
- ❁ Exendedor de tickets/validador de tarjetas de abonado.

- ❁ Lector/validador de tickets/tarjetas de abonado.
- ❁ Cajero automático.
- ❁ Cajero manual.
- ❁ Centrales de gestión.
- ❁ Ordenadores de control con *software* de aplicación para control y gestión de aparcamientos.

### 9.3.2. Sistema de Lectura de Matrículas

El sistema consiste en varios módulos de *hardware* y *software*, diseñados de forma óptima para cubrir los requerimientos específicos que se exigen de un sistema de lectura de matrículas para aparcamientos.

Los componentes básicos son:

- ❁ Cámaras de reconocimiento y de toma de imagen.
- ❁ Unidades de reconocimiento.
- ❁ Servidor de base de datos.
- ❁ Servidor de vídeo.
- ❁ Puestos de supervisión de distintas funcionalidades (puesto de operador, puesto de administrador).



**Foto 2.** Ejemplo de Cajeros Automáticos en Parking y Vía de Entrada.

El sistema está basado en el sistema operativo Windows NT. Internamente, los módulos del sistema comunican entre sí vía el protocolo TCP/IP. La comunicación con el sistema de control de parking también se realiza por TCP/IP.

### Modo de funcionamiento

El sistema propuesto registra todos los vehículos que alcanzan un punto de control en las vías de entrada al aparcamiento por medio de las matrículas, éstas se integran con los datos obtenidos por el sistema de parking (nº de vía de acceso, fecha y hora).

A través de la red Ethernet, los datos se envían al servidor de base de datos, donde se almacenan en una base de datos protegida contra accesos no autorizados. Además, el número de la matrícula leída se envía a través del interfaz TCP/IP al terminal de entrada.

Cuando los vehículos abandonan el parking, nuevamente se lee la matrícula en la vía de salida y se comprueba, consultando la base de datos, si ésta corresponde con la matrícula asociada al ticket, leída en la entrada. El sistema permite de esta forma:

- ✿ Detectar vehículos robados en la salida.
- ✿ Solucionar el problema de "tickets perdidos".
- ✿ Detectar posibles infracciones, como la de salir con un vehículo distinto al que se ha utilizado para entrar (robo de vehículos o fraude por intercambio de tickets).
- ✿ Saber el número y matrícula de los vehículos que hay en el parking.
- ✿ Tomar imágenes en color (secuencias de vídeo) del frontal y de la parte trasera del vehículo y del conductor.

- ✿ Saber el tiempo que cada vehículo lleva en el parking.
- ✿ Detectar la entrada, salida y presencia de un determinado vehículo.

### 9.3.3. Sistema de CCTV

El sistema de vídeo vigilancia supervisa los puntos estratégicos desde el punto de vista de la explotación del aparcamiento (carriles de las isletas de entrada y de salida, zonas de pago, rampas de los módulos, viales principales de las plantas y núcleo de ascensores).

Consiste en un único sistema de gestión para la totalidad de las cámaras de TV, independiente del resto de sistemas del parking (aunque relacionado con ellos para visualización y grabación de incidentes) con grabación permanente de las imágenes.



**Foto 3.** Cámara Fija de Vídeo Vigilancia.

El sistema visualiza y controla el sistema de CCTV desde cualquier terminal IP remoto debidamente habilitado para ello.

Se deberán instalar cámaras distribuidas por el aparcamiento.

El sistema se compone de los siguientes elementos:

- ✿ Cámaras fijas en color, con las ópticas, carcasas y soportes correspondientes distribuidas.
- ✿ Sistema de grabación digital de imágenes de vídeo vigilancia en el cuarto de gestión.
- ✿ Monitores color de 21" para visualización de imágenes, equipados con divisor de cuadrantes.

### 9.3.4. Sistema de Interfonía

Como sistema de interfonía para que los usuarios del aparcamiento puedan comunicarse con los operadores del sistema, tanto desde los equipos del sistema de control de accesos (expendedores, validadores y cajeros automáticos) como desde los interfonos antivandálicos distribuidos por las plantas se propone un sistema descentralizado de interfonía con red propia de cableado.

El sistema de comunicación y señalización para intercomunicación permite satisfacer las necesidades de cualquier lugar donde necesiten intercomunicación, sea cual sea su tamaño.

El sistema funciona en torno a unos circuitos microprocesados que controlan todas y cada una de las distintas funciones del sistema, estableciendo un protocolo de comunicaciones entre los distintos elementos. Todo ello confiere al sistema una alta fiabilidad, seguridad y rapidez en la actuación de las distintas funciones.



## 9.3.5. Sistema de Guiado de Plaza Libre

### 9.3.5.1. Descripción funcional

El sistema de información al usuario está pensado para facilitar al usuario del aparcamiento la búsqueda de forma **rápida y eficaz de una plaza libre**. Desde el momento en que un nuevo cliente accede al aparcamiento, el sistema realizará de forma automática un guiado del vehículo mediante paneles informativos con indicadores de dirección, hasta las plazas libres más próximas permitiendo:

- ✿ **Ahorrar colas y problemas de gestión**, siendo un beneficio para el usuario el cual obtiene una mayor satisfacción y consiguiendo una mayor fidelidad de los clientes.
- ✿ **Minimizar tanto el tiempo** para encontrar una plaza libre como la emisión de gases en el interior, lo que repercute en un **ahorro de energía**.
- ✿ Un **menor desgaste de la instalación** debido a la utilización de forma racional.
- ✿ Un **mayor aprovechamiento de las plazas** al permitir una rotación más rápida.
- ✿ **Minimizar el riesgo de accidentes**. Por el hecho de haber más tráfico dirigido, se reduce el riesgo de incidentes debidos a la falta de atención de los usuarios.

Todas las ventajas del sistema repercuten tanto al usuario como al gestor de la infraestructura del parking, lo que hace patente la necesidad de instalar un sistema de este tipo.

El sistema ofertado está compuesto por los siguientes elementos funcionales:

- ✿ Unidad de detección de presencia de vehículo por plaza conjuntamente con el indicador de presencia bicolor con sistema de Led's de alta luminosidad y redundancia lo que elimina el mantenimiento, ubicando la



unidad de detección en el centro de la plaza y el indicador de Led's fuera de la plaza donde su visualización sea inmediata.



**Foto 4.** Sensor de indicación de Plaza Libre.

- ❁ Paneles informativos de Led's para el guiado asistido a las próximas plazas libres, ubicados a la entrada del aparcamiento, en la entrada de cada módulo, en la entrada de cada planta y por el interior de las plantas.



**Foto 5.** Panel de Guiado.

- ✿ Unidad autónoma de control y gestión del sistema por planta incluida en los paneles informativos.

La arquitectura del sistema está basada en el estándar de comunicaciones RS-485 con conectividad a sistemas LONWORKS de control domótico y de iluminación. Este tipo de configuración permite una gran flexibilidad de montaje con un sin fin de posibles combinaciones. Además, el estándar de comunicaciones empleado, permite un fácil mantenimiento y evita problemas de suministros compatibles futuros. Es una aplicación abierta que permite la compatibilidad con otros sensores y dispositivos de control domótico que utilizan el mismo estándar.



**Foto 6.** Panel de indicación de Plaza Libre.

Gracias a que cada elemento es una neurona, el procesado de los datos está totalmente distribuido y permite el funcionamiento autónomo, sin necesidad de servidores, pudiendo añadir tantos paneles luminosos como sensores sea necesario según la estructura del aparcamiento.

El sistema de sensores luminosos está desarrollado mediante un conjunto de LED's de alta luminosidad y un difusor radial permitiendo una perfecta visualización desde cualquier ángulo. Además, gracias al elevado tiempo de vida de los LED's y al estar formados por un conjunto, no necesitan mantenimiento.

Los paneles luminosos están diseñados mediante tecnología LED de alta luminosidad, incluyendo filtro antireflexivo y una tecnología especial para conseguir una mejor integración visual de los números y figuras, resultando unas imágenes nítidas y de mayor resolución que en tecnología de LED's convencional.

El sistema dispone de toda la información necesaria para el guiado de vehículos. Esta información, según los requerimientos del cliente y necesidades de cada aparcamiento, se realiza a través de paneles informativos de diferentes tamaños y posibilidades. La fabricación de dichos paneles informativos se puede realizar a partir de módulos electrónicos de visualización estándar o no dependiendo de las necesidades del cliente.

### 9.3.5.2. Elementos del sistema

Los elementos que componen un sistema de Guiado son:

#### **Sensores de Ultrasonidos**

Los sensores de ultrasonidos son dispositivos de control microprocesados encargados de medir la distancia entre el techo y el suelo. Cuando la distancia entre el suelo y el techo disminuye, el dispositivo considera que hay un coche. La distancia es programable, así como el cambio mínimo necesario.

El sensor incluye toda la electrónica necesaria para enviar la información de quien es y de su estado a través de una red de comunicaciones. Además dispone de una señal de control de salida para activar o desactivar el indicador luminoso.

Este elemento está compuesto por dos piezas que permiten el montaje de forma conjunta o individual. Esto permite ubicar el sensor en el centro de la plaza mientras que el indicador puede estar instalado en un extremo de la plaza para permitir una perfecta visualización a través de los pasillos del aparcamiento.

La unidad de detección está formada por un sistema capaz de medir distancias mediante sensores de ultrasonidos. La detección de plaza libre u ocupada se realiza mediante la comparación de la medida entre el sensor-suelo y el sensor-coche.

La calibración de la distancia de detección es graduable de tal forma que la unidad de detección es válida para todo tipo de aparcamientos, independientemente de la altura del techo.

### **Indicadores luminosos**

Es el dispositivo de señalización de plaza libre u ocupada mediante sistema de indicación luminosa. El dispositivo se controla mediante el sensor de ultrasonidos, que le indica el estado de la plaza.



**Foto 7.** Indicador Luminoso.

El dispositivo dispone de dos estados, libre/ocupado que se señalizan normalmente con los colores verde/rojo respectivamente.



**Foto 8.** Indicador Luminoso en Parking.

Existen versiones en distintos colores, donde la plaza libre se indica con los colores ámbar o azul, esto es para plazas de aparcamiento reservadas, como las de minusválidos.

El indicador luminoso de presencia indica mediante el color verde la plaza libre y mediante el color rojo la plaza ocupada. El indicador de presencia utiliza la tecnología de LED's de alta luminosidad capaz de llegar a 12.000 mcd. Esto permite que el indicador luminoso sea visible con luz solar. El indicador de presencia está diseñado con componentes de bajo consumo, lo cual permite una eficiencia de iluminación máxima en relación a un consumo mínimo.

## ☀ Carteles de información y guiado

Existen diferentes tipos de Paneles de información:

### *Panel de entrada al Aparcamiento*

El panel informará de las plazas libres en el aparcamiento:

- LIBRE (verde o ámbar según nivel de ocupación).
- COMPLETO (rojo).
- CERRADO (rojo).

Además indicará:

- Plazas libre.
- Plazas libres reservadas para minusválidos.



**Foto 9.** Panel de Número de Plazas Libres.



## Software de control

El sistema dispone de un *software* de PC para la gestión del mismo y permite visualizar el estado de cada zona de aparcamiento, mostrando cada planta y la ocupación de cada plaza de forma gráfica. El *software* una vez configurado, conoce los dispositivos que componen el sistema, lo que permite la realización periódica de chequeos de los diferentes elementos, permitiendo así la detección de posibles anomalías.

Las funcionalidades básicas del *software* son:

- Visualización en forma gráfica e intuitiva de la información del estado de plaza: ocupada, libre, reservada, averiada.
- Comprobación del histórico de plaza para determinar el movimiento de la misma, en casos de emergencia o reclamación por parte de un usuario.
- Generación de alarmas por exceso de tiempo en una plaza, por error de comunicaciones, avería de sensor o del panel controlador.
- Visualización en tiempo real de la ocupación de cada módulo y planta.
- Consulta al registro de históricos pudiéndolos visualizar en tablas o de forma gráfica, tanto a nivel de plaza, planta, módulo y parking entero, permitiendo ver las horas punta, las horas valle, etc.
- Configuración de la reserva de plazas por planta que se desee. Creación de políticas de llenado de los módulos.