(09) Informe sobre tipologías, actuaciones de mejora y potenciales ahorros en el parque edificatorio del sector terciario

Estudio (09) para la ERESEE 2020 "Estrategia a largo plazo para la Rehabilitación Energética en el Sector de la Edificación en España"

Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo

Ministerio de Fomento

Diciembre de 2019

(09) Informe sobre tipologías, actuaciones de mejora y potenciales ahorros en el parque edificatorio del sector terciario

Estudio (09) para la ERESEE 2020 "Estrategia a largo plazo para la Rehabilitación Energética en el Sector de la Edificación en España"

Subdirección General de Arquitectura y Edificación. Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo. Ministerio de Fomento.

Coordinación y dirección del estudio:

Raquel Lara Campos. Subdirección General de Arquitectura y Edificación. Ministerio de Fomento.

Raúl Valiño López. Subdirección General de Arquitectura y Edificación. Ministerio de Fomento.

Autores:

A3e. Asociación de Empresas de Eficiencia Energética.

Diciembre de 2019

El Ministerio de Fomento no se hace partícipe de las opiniones ni de las conclusiones de este estudio, que corresponden exclusivamente a sus autores.

Introducción

El presente Informe ha sido realizado por la Asociación de Empresas de Eficiencia Energética (A3E), por encargo de la Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo del Ministerio de Fomento como apoyo a las actuaciones para la promoción de una edificación sostenible. Más concretamente para la actualización de la Estrategia a largo plazo para la Rehabilitación Energética del Sector Edificatorio en España (ERESEE 2020).

El Informe refleja los datos de consumos, actuaciones de mejora y potenciales ahorros en 5 tipologías de edificios, diferenciando 3 zonas climáticas. Las tipologías de edificios analizadas son:

1. Edificios de Oficinas
    a. Pequeñas y medianas oficinas
    b. Gran edificio de oficinas
2. Edificios Sanitarios
    a. Gran Hospital
    b. Hospital
    c. Centros de Atención Primaria
3. Hoteles
    a. Hotel Urbano
    b. Hotel Vacacional
    c. Apartahotel
4. Centros de formación
    a. Colegios
    b. Centros formativos de uso continuado
5. Centros comerciales
    a. Gran Comercial
    b. Pequeño Comercio

En cada tipología de edificio se han analizado los siguientes aspectos:

1. Definición de los edificios tipo representativos
2. Estudio de la demanda de los edificios tipo
3. Estudio de los consumos de los edificios tipo
4. Propuesta de actuaciones de mejora
5. Estudio de los consumos en los edificios tipo tras la ejecución de cada actuación propuesta.

Para la realización del estudio se ha utilizado la información de las auditorías llevadas a cabo por las empresas: EUROCONTROL, LETTER INGENIEROS y SINCEO2, en las diferentes tipologías de edificios.

EDIFICIOS DE OFICINAS

CONSUMOS, ACTUACIONES DE MEJORA Y POTENCIALES AHORROS

Edificios de Oficinas

1 Definición de los edificios tipo representativos

Las instalaciones de este informe se dividen en tres tipologías: Pequeñas y medianas oficinas y grandes edificios de oficinas.

A continuación, se procede a definir las características principales de estas tipologías.

1.1 Pequeñas oficinas

Esta tipología de instalaciones se caracteriza por no tener unas grandes dimensiones, en la mayoría de los casos son pequeños locales dentro de un edificio de mayores dimensiones.

Estos centros no cuentan con instalaciones de generación complejas, debido a que no presentan necesidades energéticas elevadas. La energía consumida en estos locales es retirada directamente de la red de distribución.

A continuación, se muestran los ratios de estos centros.

- Superficie: 250 - 700 m^2.
- Superficie media: 570 m^2.
- El perfil de uso es de 8 horas de lunes a viernes.
- El nivel de carga interna es bajo, con un CFI de 2.
- Los sistemas de climatización y de producción de A.C.S. son similares en todas las zonas climáticas, destacando los sistemas autónomos y los sistemas basados en un equipo VRV.
- Consumo eléctrico: 7,5 MWh/año – 75 MWh/año.
- Consumo de Gas Natural: 4 MWh/año – 64 MWh/año.
- Consumo total: 8 MWh/año – 125 MWh/año.
- Usuarios al día: 5-65.

1.2 Medianas oficinas

Esta tipología de instalaciones se caracteriza por no tener tampoco unas grandes dimensiones, en la mayoría de los casos son pequeños edificios o plantas dentro de un edificio de mayores dimensiones.

Al igual que las oficinas con menores dimensiones, estos centros no cuentan con instalaciones de generación complejas, debido a que no presentan necesidades energéticas elevadas. La energía consumida en estos locales es retirada directamente de la red de distribución.

A continuación, se muestran los ratios de estos centros.

- Superficie: 700 - 3.500 m^2.
- Superficie media: 1.800 m^2.
- El perfil de uso es de 8 horas de lunes a viernes.
- El nivel de carga interna es bajo, con un CFI de 5.
- Los sistemas de climatización y de producción de A.C.S. son similares en todas las zonas climáticas, destacando los sistemas autónomos y los sistemas basados en equipos VRV y bombas de calor.
- Consumo eléctrico: 75 MWh/año – 275 MWh/año.
- Consumo de Gas Natural: 66 MWh/año – 174 MWh/año.
- Consumo total: 120 MWh/año – 300 MWh/año.
- Usuarios al día: 55-650

1.3 Gran edificio de oficinas

En este apartado se engloban los edificios de oficinas de gran superficie, en los cuales la demanda de energía es superior. De nuevo, estos centros no cuentan con necesidades energéticas complejas más allá de demandar climatización y energía eléctrica en iluminación y equipos ofimáticos.

La mayoría de estos centros cuentan con tarifas 6.1, por lo que cuentan con centros de transformación. También disponen de grupos electrógenos para asegurar el suministro eléctrico.

El perfil de uso de estos edificios es muy similar al de las pequeñas oficinas, un horario de 8 horas de lunes a viernes.

A continuación se muestran los ratios de estos centros.

- Superficie: 4.500 - 25.000 m^2.
- Superficie media: 16.800 m^2.
- El perfil de uso es de 8 horas de lunes a viernes.
- El nivel de carga interna es medio, con un CFI de 8.
- Los sistemas de climatización y de producción de A.C.S. son similares en todas las zonas climáticas, siendo los más habituales los sistemas de climatización centralizados como enfriadoras, calderas y UTAs.
- Consumo eléctrico: 450 MWh/año -2,8 GWh/año.
- Consumo Gas Natural: 180 MWh/año – 1,9 MWh/año.
- Consumo total: 535 MWh/año – 3,2 GWh/año.
- Usuarios al día: 650-1100

2 Estudio de consumos

A continuación se presenta la distribución de consumo por sistema para cada tipología de edificio. Debido a que la zona climática donde se encuentre el centro influye bastante en algunos sistemas como climatización e iluminación, también se clasificarán por las zonas climáticas a las que pertenezcan.

2.1 Zona climática C4

En esta zona climática se encuentran ciudades como Toledo, Jaén, Cáceres y Badajoz.

2.1.1 Pequeñas oficinas

En la siguiente tabla se detallan los rangos de consumo obtenidos tras el análisis de los edificios objeto de este apartado mostrando el valor mínimo y máximo de todas las auditorías realizadas. También se representan en una gráfica que recoge los porcentajes que supone cada sistema respecto al total, efectuada mediante los valores medios obtenidos entre todos los edificios analizados.

Tabla 1: Rango de consumos en edificios con tipología de pequeñas oficinas en zona climática C4

SISTEMA	CONSUMO (kWh/año)	CONSUMO (kWh/m^2)
Calefacción	2.300 - 9.500	13,57
Refrigeración	5.500 - 18.000	27,84
ACS	400 - 1.000	1,40
Iluminación	3.200 - 13.700	19,65
Ofimática y CPD	2.500 - 11.500	16,53
Elevación	500 - 2.000	2,85
Otros	150 - 950	1,35

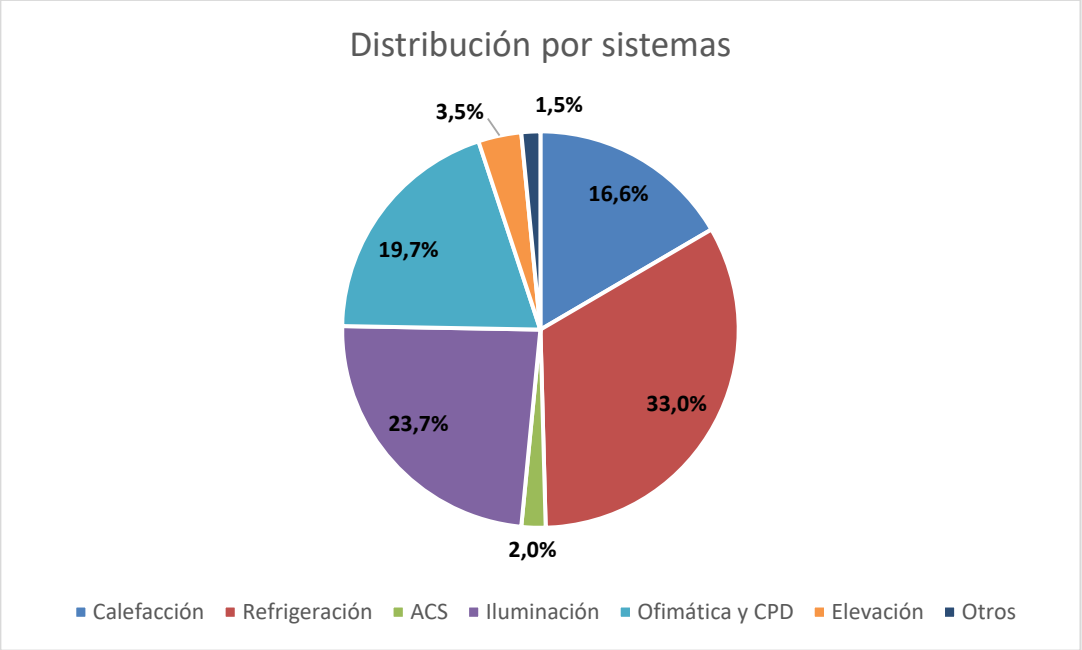


Figura 1: Distribución por sistemas de edificios con tipología de pequeñas oficinas en zona climática C4

Como se puede observar la climatización supone la mayor parte de los consumos con un 56,7% del consumo total, representando la refrigeración el consumo mayoritario con un 33,0%. Seguido de los consumos de iluminación y equipos ofimáticos, contabilizando entre los tres sistemas el 93,0% del total.

2.1.2 Medianas oficinas

Una vez analizados los edificios auditados dentro de esta tipología se han obtenido los consumos que se recogen en la siguiente tabla, en la que se muestran el valor mínimo y máximo de todas las auditorías realizadas. También se representan en una gráfica que recoge los porcentajes que supone cada sistema respecto al total, efectuada mediante los valores medios obtenidos entre todos los edificios analizados.

Tabla 2: Rango de consumos en edificios con tipología de medianas oficinas en zona climática C4

SISTEMA	CONSUMO (kWh/año)	CONSUMO (kWh/m^2)
Calefacción	5.000 - 16.000	20,81
Refrigeración	3.500 - 13.500	27,86
ACS	450 - 1.200	1,38
Iluminación	3.400 - 16.500	19,66

Ofimática y CPD	2.800 - 11.000	16,54
Elevación	500 - 1.850	5,01
Otros	250 - 1.150	1,18

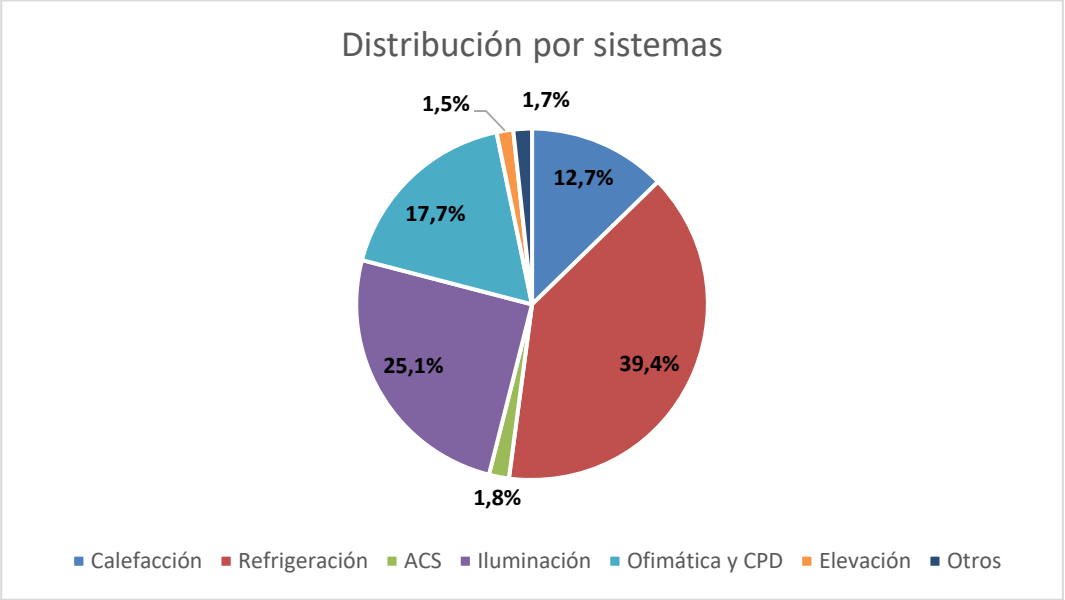


Figura 2: Distribución por sistemas de edificios con tipología de medianas oficinas en zona climática C4

Como se puede observar la climatización supone la mayor parte de los consumos con un 52,1%, representando el sistema de refrigeración el mayor foco de consumo con el 39,4% del consumo total. Seguido de los consumos de iluminación y equipos ofimáticos, contabilizando entre los tres sistemas el 94,9% del total.

2.1.3 Gran edificio de oficinas

Para la segregación de consumos dentro de esta tipología se han tenido en cuenta los valores mínimos y máximos encontrados en las auditorías realizadas, lo que explica los rangos tan amplios para algunos sistemas. Esto también es debido al amplio rango de superficie que se ha detectado. Para la distribución por sistemas se ha obtenido el promedio ponderado de todos los edificios de los que se tiene información.

Tabla 3: Rango de consumos de edificios con tipología de gran edificio de oficinas en zona climática C4

SISTEMA	CONSUMO (kWh/año)	CONSUMO (kWh/m^2)

Climatización	8.500 - 31.000	39,59
ACS	19.500 - 97.000	59,34
Iluminación	900 - 4.800	4,88
Ofimática y CPD	13.000 - 65.000	9,97
Elevación	11.500 - 43.500	17,49
Otros	1.500 - 3.500	15,46

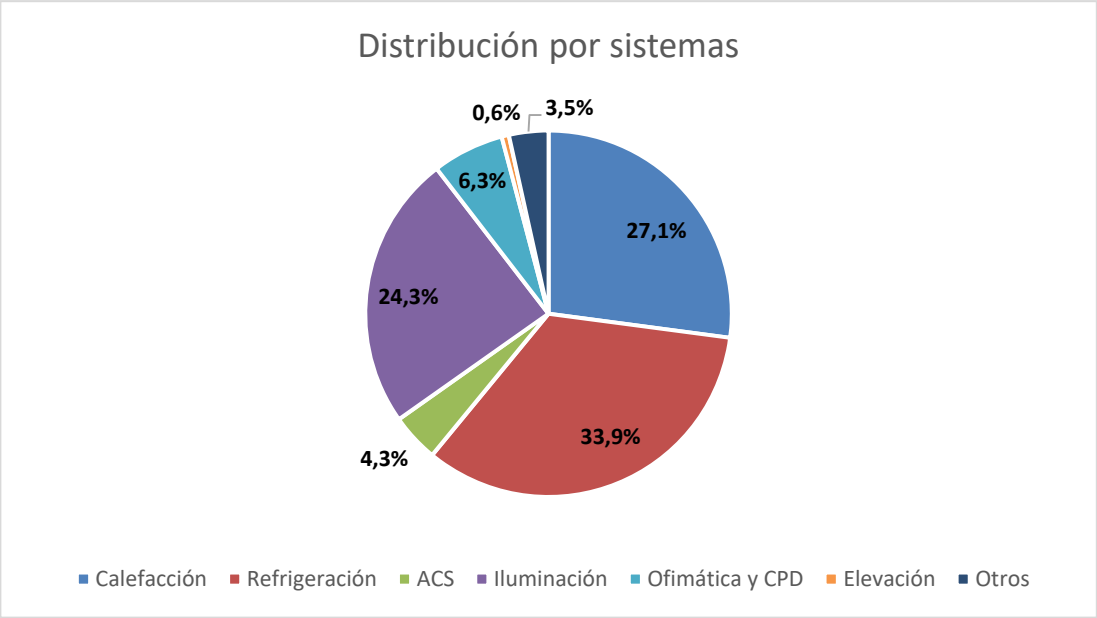


Figura 3: Distribución por sistemas en edificios con tipología de gran edificio de oficinas en zona climática C4

Una vez más, la climatización supone la mayor parte del consumo, alcanzando cerca del 61,0%, seguido también por equipos ofimáticos e iluminación, sumando conjuntamente el 91,6%.

2.2 Zona climática D3

En esta zona climática se encuentran las ciudades de Albacete, Ciudad Real, Guadalajara y Lérida.

2.2.1 Pequeñas oficinas

Se desglosan en la siguiente tabla los rangos de consumo obtenidos tras el análisis de los edificios objeto de este apartado mostrando el valor mínimo y máximo de todas las auditorías realizadas. También se representan en una gráfica que recoge los porcentajes que supone

cada sistema respecto al total, efectuada mediante los valores medios obtenidos entre todos los edificios analizados.

Tabla 4: Rango de consumos en edificios con tipología de pequeñas oficinas en zona climática D3

SISTEMA	CONSUMO (kWh/año)	CONSUMO (kWh/m^2)
Calefacción	5.000 - 16.000	20,91
Refrigeración	3.500 - 13.500	14,85
ACS	450 - 1.200	1,46
Iluminación	3.400 - 16.500	13,09
Ofimática y CPD	2.800 - 11.000	13,72
Elevación	500 - 1.850	2,38
Otros	250 - 1.150	1,08

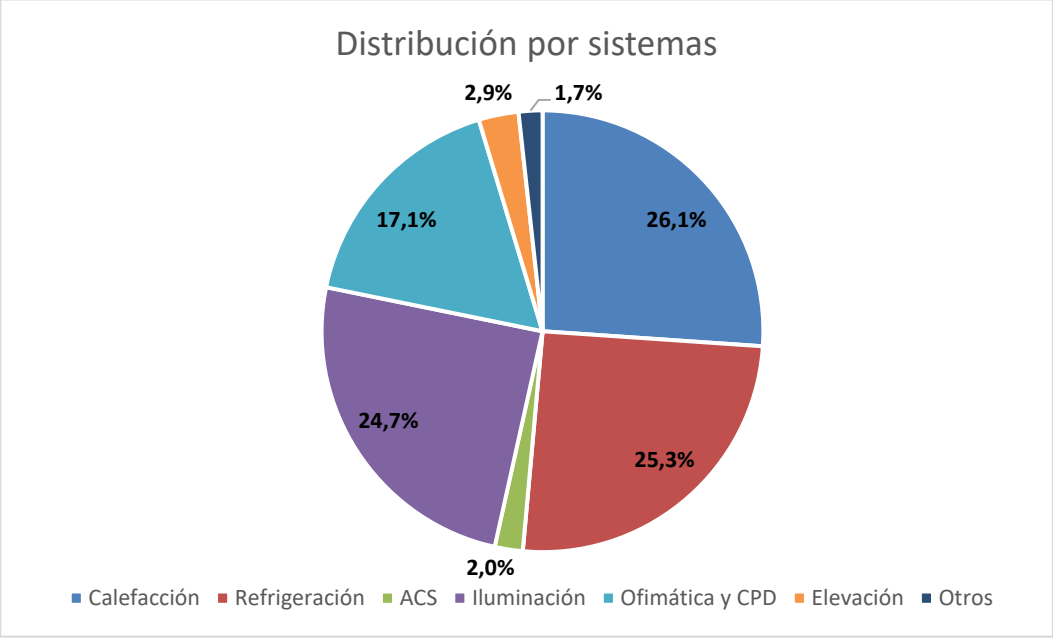


Figura 4: Distribución por sistemas de edificios con tipología de pequeñas oficinas en zona climática D3

Como se puede observar la climatización supone la mayor parte de los consumos con un 51.4% del consumo total, representando la calefacción el consumo mayoritario con un 26.1%.

Seguido de los consumos de iluminación y equipos ofimáticos, contabilizando entre los tres sistemas el 93,2% del total.

2.2.2 Medianas oficinas

Analizados todos los edificios de los que se tiene información se realiza la siguiente tabla indicando en ella los valores mínimos y máximos que se han obtenido para cada una de los sistemas, lo que explica nuevamente el amplio rango de valores que se han descrito. Para la distribución por sistemas se ha empleado el promedio del total de los edificios pertenecientes a esta tipología.

Tabla 5: Rango de consumos en edificios con tipología de pequeñas oficinas en zona climática D3

SISTEMA	CONSUMO (kWh/año)	CONSUMO (kWh/m^2)
Calefacción	15.500 - 77.000	22,01
Refrigeración	11.500 - 58.000	16,50
ACS	1.000 - 5.500	1,63
Iluminación	12.500 - 70.000	17,45
Ofimática y CPD	11.000 - 52.000	15,24
Elevación	1.700 - 3.700	2,65
Otros	1.200 - 4.800	1,20

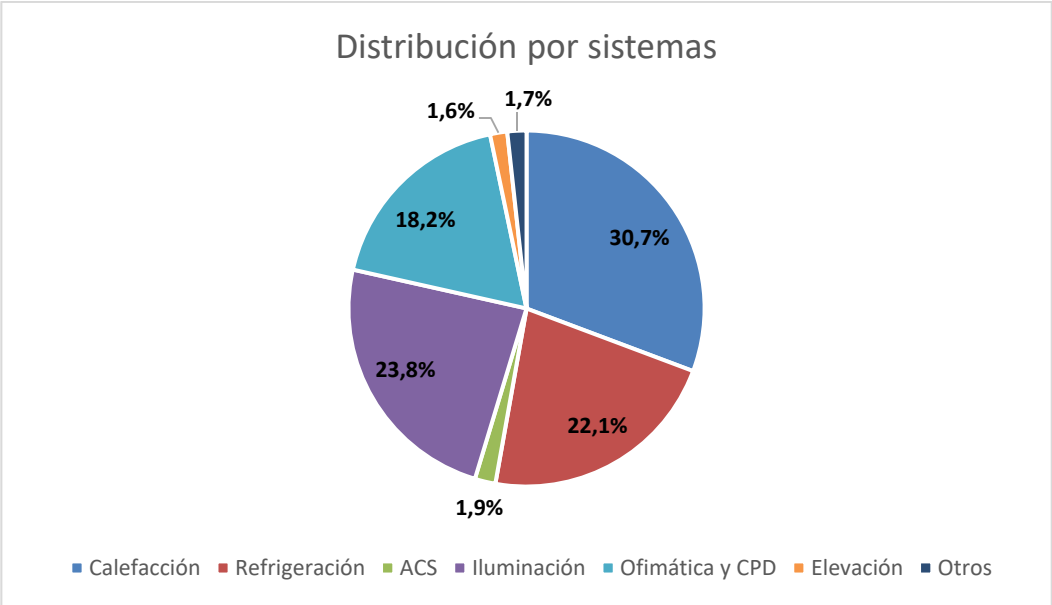


Figura 5: Distribución por sistemas de edificios con tipología de pequeñas y medianas oficinas en zona climática D3

En este caso la climatización vuelve a representar una vez más el mayor foco de consumo energético con un 52,8%, representando el sistema de calefacción el mayor consumidor con un 30,7% del consumo total. Seguido por iluminación y el consumo por parte de los equipos ofimáticos, representando los tres sistemas el 94,8% del consumo energético en este tipo de edificios.

2.2.3 Gran edificio de oficinas

A continuación, se presenta la distribución de consumo para este tipo de edificios. De entre todos los edificios disponibles se ha escogido el mínimo y el máximo para mostrar en rango de consumos en la siguiente tabla. Para la distribución por sistema se ha realizado un promedio de los consumos de todos los centros.

Tabla 6: Rango de consumos de edificios con tipología de gran edificio de oficinas en zona climática D3

SISTEMA	CONSUMO (kWh/año)	CONSUMO (kWh/m^2)
Calefacción	130.000 - 720.000	43,99
Refrigeración	190.000 - 1.100.000	65,93
ACS	25.000 - 135.000	5,42
Iluminación	54.000 - 300.000	11,07

Ofimática y CPD	28.500 - 156.000	20,57
Elevación	4.750 - 26.400	14,72
Otros	24.000 - 155.000	6,00

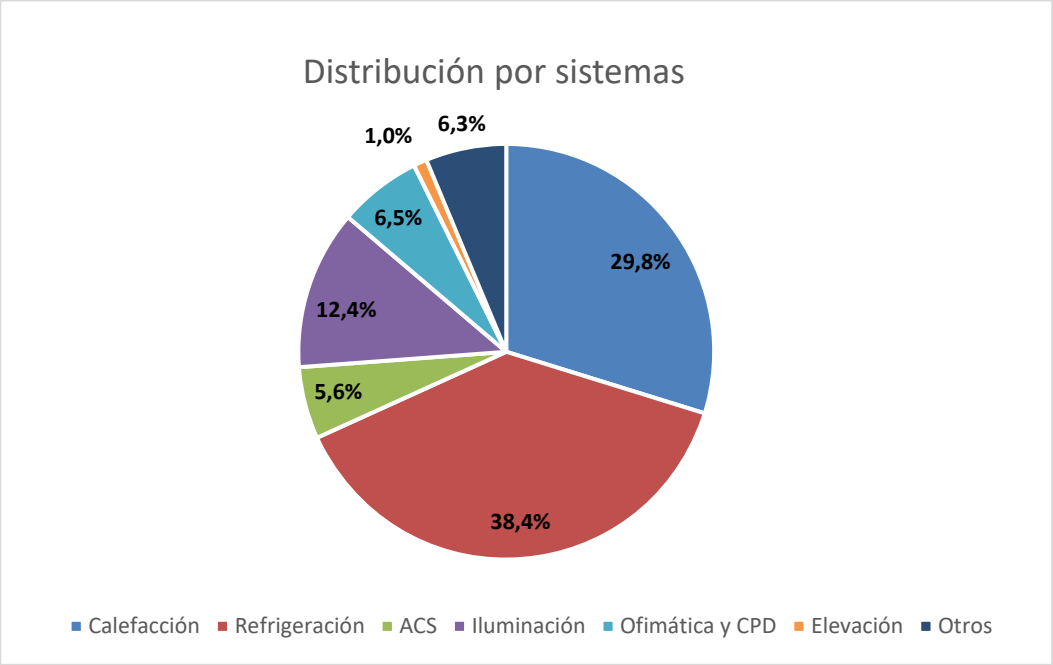


Figura 6: Distribución por sistemas de edificios con tipología de gran edificio de oficinas en zona climática D3

La climatización supone un 68,2% del total del consumo en lo edificios de esta tipología en una zona climática D3. Nuevamente está seguido por el consumo en iluminación y equipos ofimáticos, aunque este último está muy cerca del consumo de producción de ACS y otros equipos consumidores de energía.

2.3 Zona climática E1

En esta zona climática se encuentran las ciudades de Ávila, Soria y Burgos, entre otras.

2.3.1 Pequeñas oficinas

Se detalla a continuación el resultado del análisis realizado sobre la información que se dispone de los edificios de esta tipología indicando los valores entre los que se ubican los consumos por sistema en los edificios, indicando un rango entre el mínimo y el máximo valor detectados. Para la distribución por sistemas se ha empleado un promedio del total de los edificios pertenecientes a esta tipología.

Tabla 7: Rango de consumos de edificios con tipología de pequeñas oficinas en zona climática E1

SISTEMA	CONSUMO (kWh/año)	CONSUMO (kWh/m^2)
Calefacción	6500 - 18.000	22,45
Refrigeración	3.000 - 9.800	11,14
ACS	500 - 1.400	1,66
Iluminación	5.300 - 17.000	17,80
Ofimática y CPD	2.600 - 10.500	13,72
Elevación	650 - 2.100	2,70
Otros	350 - 1.200	1,22

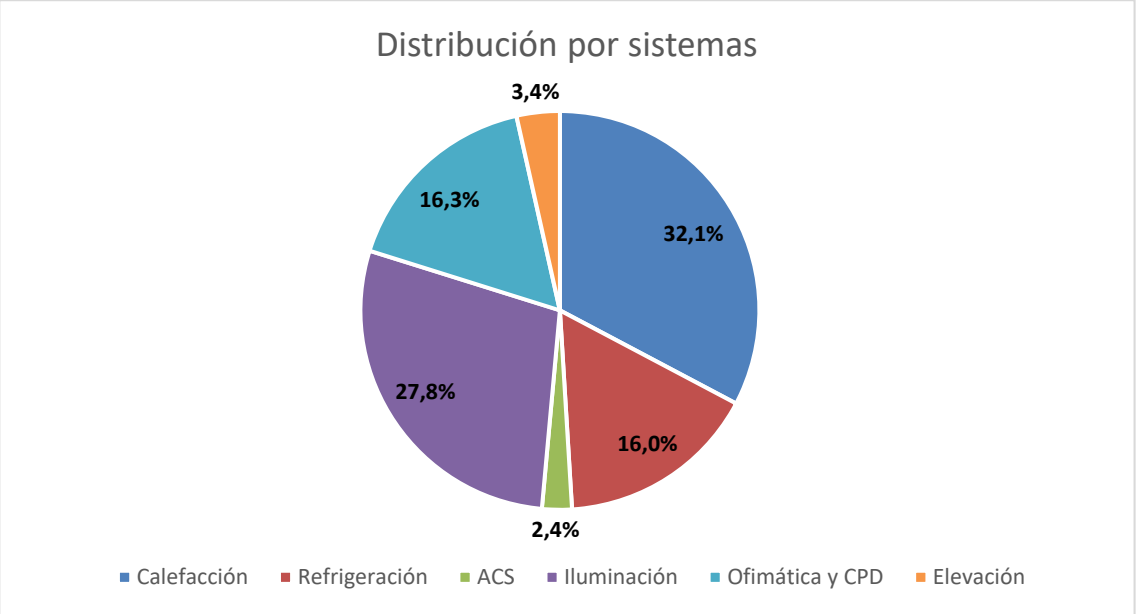


Figura 7: Distribución por sistemas de edificios con tipología de pequeñas oficinas en zona climática E1

Con un 48,1% del consumo total, la climatización se posiciona como el sistema con un mayor consumo, siendo el sistema de calefacción el que mayor consumo representa con un 32,1%. Seguido de iluminación con un 27,8% y equipos ofimáticos con el 16,3%. Entre estos tres sistemas acaparan el 92,2% de los consumos registrados.

2.3.2 Medianas oficinas

Analizados los edificios de los que se tiene información se presenta la siguiente tabla indicando los valores entre los que se ubican los consumos por sistema en los edificios, indicando un rango entre el mínimo y el máximo valor detectados. Para la distribución por sistemas se ha empleado un promedio del total de los edificios pertenecientes a esta tipología.

Tabla 8: Rango de consumos de edificios con tipología de medianas oficinas en zona climática E1

SISTEMA	CONSUMO (kWh/año)	CONSUMO (kWh/m^2)
Calefacción	18.500 - 90.000	26,41
Refrigeración	8.600 - 53.000	12,38
ACS	1.300 - 6.000	1,95
Iluminación	14.600 - 74.800	20,94
Ofimática y CPD	10.500 - 48.000	18,29
Elevación	1.600 - 3.500	3,18
Otros	1.000 - 5.000	1,44

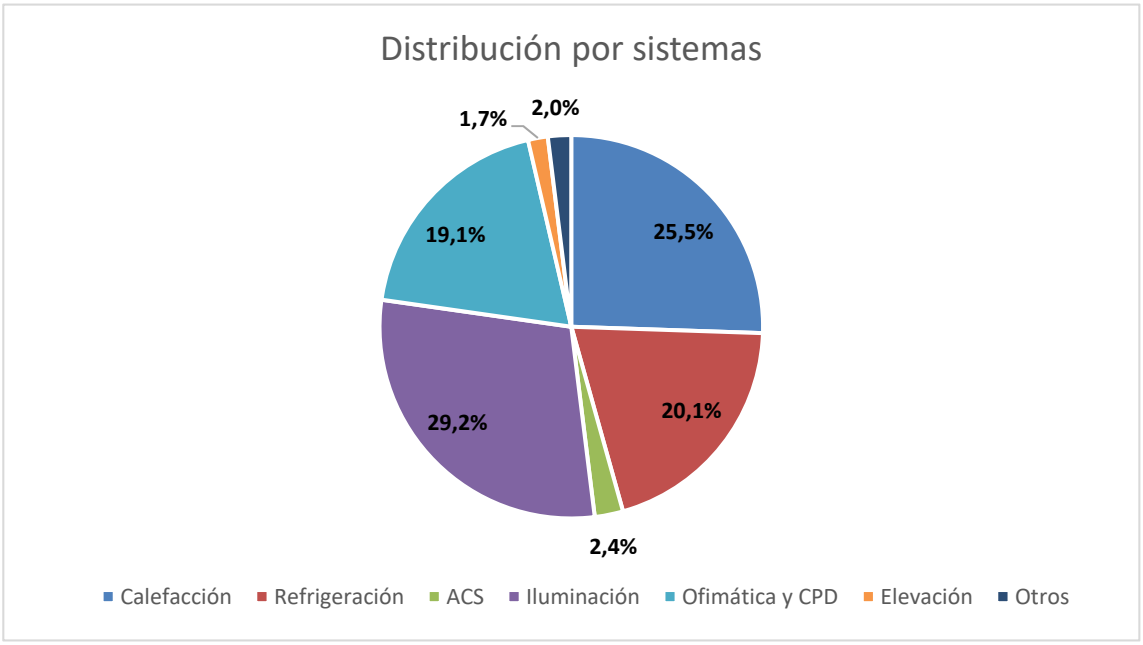


Figura 8: Distribución por sistemas de edificios con tipología de medianas oficinas en zona climática E1

Con un 45,6% del consumo total, la climatización se posiciona como el sistema con un mayor consumo, aunque desglosando calefacción y refrigeración es el sistema de iluminación con un 29,2% el sistema con un mayor consumo. Entre estos tres sistemas y el consumo de equipos ofimáticos acaparan el 93,9% de los consumos registrados.

2.3.3 Gran edificio de oficinas

Con todos los edificios que se engloban en esta categoría se recogen los siguientes datos de consumos mínimos y máximos para cada una de las tecnologías horizontales. Con todos los datos recopilados se ha realizado el reparto de consumos por sistemas, realizando un promedio de todos los datos.

Tabla 9: Rango de consumos en edificios con tipología de gran edificio de oficinas en zona climática E1

SISTEMA	CONSUMO (kWh/año)	CONSUMO (kWh/m^2)
Calefacción	160.000 - 850.000	48,39
Refrigeración	230.000 - 1.315.000	59,34
ACS	32.500 - 158.000	5,96
Iluminación	63.000 - 357.000	10,52
Ofimática y CPD	32.400 - 175.000	22,63
Elevación	4.500 - 25.000	16,20
Otros	32.400 - 182.000	6,60

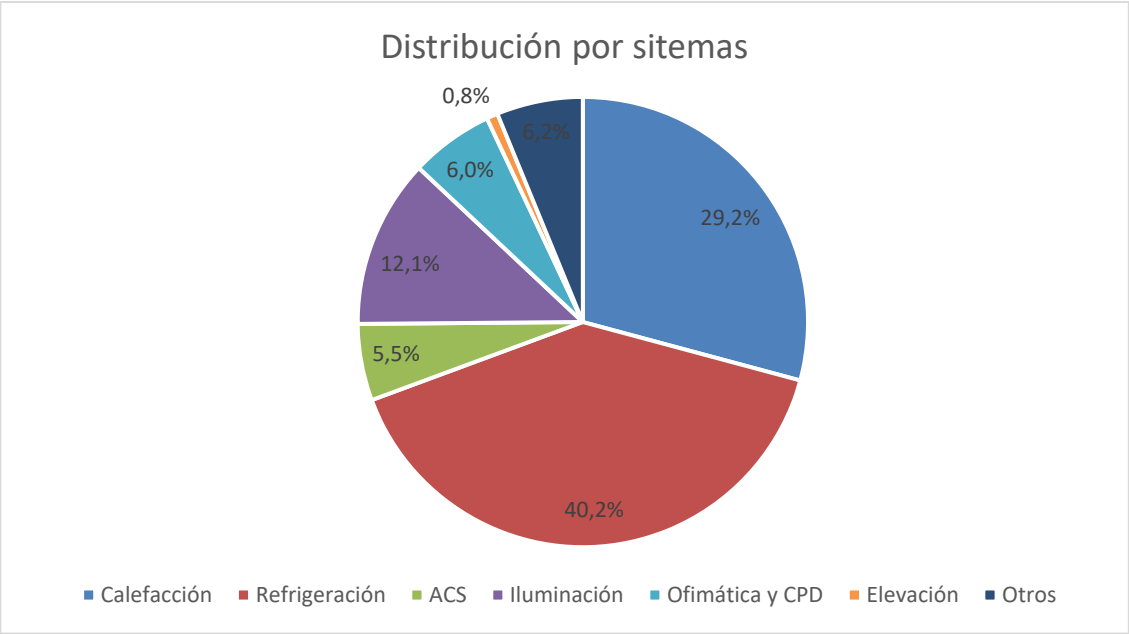


Figura 9: Distribución por sistemas en edificios con tipología de gran edificio de oficinas en zona climática E1

El sistema de climatización representa el 69,4% del consumo registrado en los edificios objeto de estudio en este apartado. Nuevamente está seguido del sistema de iluminación con un 12.1%. El consumo de los equipos de ofimática representa el 6,0%, muy igualado de otros consumidores de energía y el sistema de producción de ACS.

3 Propuesta de actuación de mejora

A continuación, se muestran las medidas de eficiencia energética propuestas y realizadas dentro de la tipología. Se dividen por tipología de centro y a su vez por sistema, pero no por zona climática.

3.1 Pequeñas y medianas oficinas

Las medidas a adoptar en ambos casos serán similares, debido a las similitudes entre ambos subtipos de edificios por lo cual, se detallan de manera conjunta.

3.1.1 Iluminación

- Sustitución de luminarias convencionales por tecnología LED.
- Instalación de detectores de presencia.
- Implantación de sistemas de control de la iluminación.

3.1.2 Climatización

- Instalación de variadores de frecuencia en las bombas de impulsión de agua climatizada.

- Sustitución de equipos obsoletos por un sistema de climatización centralizada con un mayor rendimiento energético.

3.1.3 Soluciones pasivas

- Reducción de la transmitancia de la envolvente
- Sustitución de la carpintería actual.

3.1.4 ACS

- Conexionado de la instalación solar térmica para producción de ACS

3.1.5 Ofimática y CPD

- Incorporación de regletas inteligentes para el control de los equipos ofimáticos.

3.2 Gran edificio de oficinas

3.2.1 Iluminación

- Sustitución de luminarias convencionales por tecnología LED.
- Instalación de detectores de presencia.
- Implantación de sistemas de control de la iluminación.

3.2.2 Climatización

- Instalación de variadores de frecuencia en las bombas de impulsión de agua climatizada.
- Sustitución de equipos con refrigerante R22.
- Sustitución de los quemadores actuales por quemadores modulantes con control de O_2 en continuo.
- Instalación de un sistema centralizado de climatización.
- Sustitución de las calderas actuales por calderas de condensación.
- Sustitución de la carpintería actual.

3.2.3 ACS

- Instalación de un sistema solar térmico para ACS.

3.2.4 Suministros

- Instalación de paneles solares fotovoltaicos.
- Optimización del término de potencia.
- Monitorización de gestión de los consumos energéticos.
- Instalación/revisión de baterías de condensadores.

3.2.5 Ofimática y CPD

- Incorporación de regletas inteligentes para el control de los equipos ofimáticos.

4 Ahorros conseguidos

Se presentan a continuación los ahorros que se logran con la implantación de estas medidas, clasificadas por tipología de edificios y ordenadas de menor periodo de retorno a mayor.

Se ha utilizado el mínimo y el máximo de entre todos los centros para el ahorro energético, ahorro económico, inversión y periodo de retorno. Para poder ordenar por periodo de retorno, se ha calculado el periodo de retorno medio entre todos los centros donde se estudió la propuesta.

Es importante indicar que para la medida "Sustitución de luminarias convencionales por tecnología LED" se muestran los resultados globales, sin diferenciar tipo de luminaria, independientemente del número de luminarias sustituidas.

Aquellas medidas que únicamente se propusieron para un centro se han incluido también en la tabla, indicando los valores ponderados obtenidos con su implantación.

4.1 Pequeñas y medianas oficinas

En la siguiente tabla se recogen los ahorros esperados al implantar cada medida, así como la inversión y el periodo de retorno.

Tabla 10: Medidas propuestas en edificios de tipología pequeñas y medianas oficinas

Sistema	Medida	Ahorro energético (kWh)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Periodo de retorno (años)	Periodo de retorno medio (años)
Iluminación	Implantación de medidas de control de la iluminación	90 - 1.950	20 - 550	100 - 1.700	1,2 - 3,4	2,4
Ofimática y CPD	Incorporación de regletas inteligentes para el control de los equipos ofimáticos	120 - 1.700	30 - 500	140 - 900	3,4 - 4,7	3,75
Iluminación	Instalación detectores de presencia	200 - 2.500	30 - 450	130 - 1.700	3,5 - 4,7	4,1
Iluminación	Sustitución de luminarias convencionales por tecnología LED	2.500 - 35.000	450 - 6.000	2.000 - 30.000	2,3 - 7,5	4,9
Climatización	Instalación de variadores de frecuencia en las bombas de impulsión de agua climatizada	200 - 2.800	40 - 500	250 - 3.700	1,7 - 9,5	5,5
Producción ACS	Instalación solar térmica por termosifón para producción de ACS	200 - 3.000	40 - 550	300 - 4.000	5,8 - 7,5	6,9

Sistema	Medida	Ahorro energético (kWh)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Periodo de retorno (años)	Periodo de retorno medio (años)
Climatización	Sustitución de carpinterías	200 - 8.000	50 - 900	1.200 - 25.000	5,7 - 43,5	14,2
Climatización	Reducción de la transmitancia de la envolvente	450 - 6.500	50 - 450	600 - 8.000	12 - 17.8	15,4
Climatización	Sustitución de equipos obsoletos por un sistema de climatización centralizada	4.000 - 58.000	500 - 7.000	14.000 - 190.000	14,5 - 30	25,0

4.2 Gran edificio de oficinas

En la siguiente tabla se recogen los ahorros esperados al implantar cada medida, así como la inversión y el periodo de retorno.

Tabla 11: Medidas propuestas en edificios de tipología gran edificio de oficinas

Sistema	Medida	Ahorro energético (kWh)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Periodo de retorno (años)	Periodo de retorno medio (años)
Suministros	Optimización del término de potencia	-	4.000 - 12.500	100 - 500	-	-
Iluminación	Implantación de medidas de control de la iluminación	300 - 11.000	45 - 1.600	100 - 3.000	1,5 - 2,2	2,1
Suministros	Monitorización y gestión de los consumos energéticos	2.000 - 150.000	300 - 23.500	1.100 - 9.500	1,2 - 8,2	3,1
Ofimática y CPD	Monitorización y gestión centralizada de equipos de ofimática.	2.200 - 5.500	100 - 860	350 - 2.500	1,8 - 4,4	3,4
Iluminación	Instalación de detectores de presencia	4.500 - 17.000	750 - 3.000	3.000 - 12.000	3,2 - 4,5	3,9

Sistema	Medida	Ahorro energético (kWh)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Periodo de retorno (años)	Periodo de retorno medio (años)
Climatización	Instalación de variadores de frecuencia en motores de las climatizadoras	4.500 - 18.000	650 - 2.500	6.000 - 27.000	2,4 - 8,1	4,4
Iluminación	Sustitución de luminarias convencionales por tecnología LED	64.000 - 250.000	11.000 - 44.000	55.000 - 210.000	3,5 - 7,4	4,7
Suministros	Instalación/Revisión de la batería de condensadores	-	500 - 2.000	3.000 - 12.500	1 - 7,8	5,6
Climatización	Sustitución de los quemadores actuales por quemadores modulantes con control de O_2 en continuo	35.700 - 140.000	1.700 - 6.600	11.000 - 43.000	5,2 - 7,6	6,4
ACS	Instalación de un sistema solar térmico para ACS	5.000 - 21.000	900 - 3.500	7.000 - 29.000	5,6 - 8,4	6,7
Suministros	Instalación de paneles solares fotovoltaicos	5.000 - 100.000	300 -6.500	4.500 - 115.000	4,7 - 15,1	7,6

Sistema	Medida	Ahorro energético (kWh)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Periodo de retorno (años)	Periodo de retorno medio (años)
Climatización	Sustitución de carpinterías	400 - 58.000	50 - 5.800	5.200 - 140.000	5,1 - 32,5	13,4
Climatización	Sustitución de calderas actuales por calderas de condensación	7.500 - 120.000	1.000 - 3.900	19.000 - 56.000	11,2 - 29	14,8
Climatización	Sistema centralizado de climatización	100.000 - 410.000	13.000 - 51.000	360.000 - 1.300.000	14,5 - 31	17,4

HOSPITALES Y CENTROS SANITARIOS

CONSUMOS, ACTUACIONES DE MEJORA Y POTENCIALES AHORROS

Hospitales y Centros Sanitarios

1 Definición de los edificios tipo representativos

Las instalaciones de este informe se dividen en tres tipologías: Gran Hospital, Hospital y Centro de Atención Primaria (CAP).

A continuación, se procede a definir las características principales de estas tipologías.

1.1 Gran Hospital

Estas instalaciones se caracterizan por ser los más grandes de las tres categorías, teniendo las superficies y consumos más elevados, pues en ocasiones cuentan además con diferentes edificaciones dentro del complejo. Es frecuente que estas instalaciones cuenten con cogeneración, al contrario que el resto de las tipologías.

Debido a la demanda de electricidad que requieren necesitan tarifas eléctricas 6.1 en adelante, por lo que cuentan con centros de transformación, además de grupos electrógenos para asegurar un suministro en caso de emergencia.

Estos centros suelen contar con instalaciones especializadas para ofrecer atenciones complejas y atienden a personas con patologías cuyo tratamiento requieren equipos sofisticados.

En estos centros se destaca un horario continuo con apertura 24h al día los 365 días del año.

A continuación, se muestran los ratios de estos centros.

- Superficie: 49.000 m^2 – 181.000 m^2
- Consumo eléctrico: 7,5 GWh/año – 30 GWh/año
- Consumo de Gas Natural: 8 GWh/año – 88 GWh/año
- Consumo cogeneración: 3 GWh/año – 20 GWh/año
- Consumo total: 25 GWh/año – 130 GWh/año
- Usuarios al día: 3.000-7.500

Respecto a la tipología media de un Gran Hospital, los datos serían:

- Superficie: 100.000 m^2
- Consumo eléctrico: 18 GWh
- Consumo de Gas Natural: 45 GWh
- Consumo cogeneración: 13 GWh
- Consumo total: 76 GWh
- Usuarios al día: 5.000

- Nivel medio de carga interna: medio- alta con 10 W/m^2
- Muestra utilizada: 4

El edificio tipo suele contar con una central térmica de generación de frío y calor que se distribuye por todas las instalaciones. Esta central térmica suelen ser calderas, enfriadoras y sistema de cogeneración. Además, el centro tipo cuenta con un número elevado de climatización descentralizada con equipos bombas de calor.

1.2 Hospital

La principal diferencia entre los hospitales y los grandes hospitales es el tamaño de los mismos. Estos centros en general son de menor superficie y demandan menor energía para su actividad, sin embargo, son bastantes más grandes y con demandas bastante superiores que la tercera tipología (CAP).

Por lo general no cuentan con instalaciones de cogeneración y no disponen de instalaciones tan especializadas como los centros anteriores, aunque proveen de una atención bastante completa. Por lo general, solo cuentan con una edificación.

Al igual que los centros anteriores, contratan tarifas 6.1 en adelante, por lo que cuentan con centros de transformación. También disponen de grupos electrógenos para asegurar el suministro eléctrico.

Estos centros por lo general también abren 24h al día todo el año, aunque algunos pueden tener horarios más limitados en algunas zonas del mismo o en la totalidad del centro.

En algunos centros se utiliza como fuente de energía gasóleo C o propano, sin embargo, al ser muy pequeño su consumo respecto al gas natural y a la electricidad, sumado al hecho de que los centros que utilizan estas fuentes de energía son muy pocos, no se incluye su ratio al no considerarse significativo.

A continuación se muestran los ratios de estos centros.

- Superficie: 4.500m^2 – 48.000m^2
- Consumo eléctrico: 340 MWh/año -10 GWh/año
- Consumo Gas Natural: 493 MWh/año – 7,3 GWh/año
- Consumo total: 830,5 MWh/año – 17,3 GWh/año
- Usuarios al día: 400-1500

Respecto a la tipología media de un Hospital, los datos serían:

- Superficie: 30.000 m^2
- Consumo eléctrico: 5 GWh

- Consumo de Gas Natural: 4 GWh
- Consumo total: 9 GWh
- Usuarios al día: 750
- Nivel medio de carga interna: medio- alta con 10 W/m^2
- Muestra utilizada: 10

El edificio tipo suele contar con una central térmica de generación de frío y calor que se distribuye por todas las instalaciones. Esta central térmica suelen ser calderas y enfriadoras. Además, el centro tipo cuenta con un número elevado de climatización descentralizada con equipos bombas de calor. La generación de ACS suele ser mediante caldera de gas natural.

1.3 Centros de Atención Primaria - CAP

En esta última tipología se encuentran los centros pequeños y con consumo inferior a los centros de las otras tipologías comentadas. Estos centros suelen ofrecer atención básica, sobre todo se tratan de centros para pasar consulta y pequeñas atenciones. En los centros de mayor superficie puede haber máquinas de rayos X para traumatología y ecógrafos.

En cuanto a las tarifas eléctricas estos centros contratan tarifas 3.0 y 3.1. En el caso de las 3.1 si se dispone de centros de transformación, al contrario de las 3.0. En algunos centros existen grupos electrógenos.

El horario de estos centros es bastante variado, algunos abren 24 horas al día, aunque lo más común es un horario de 8:00 a 18:00.

A continuación se muestran los ratios de estos centros.

- Superficie: 500m^2 – 9.000m^2
- Consumo eléctrico: 14 MWh/año – 900 MWh/año
- Consumo de Gas Natural: 6 MWh/año – 546 MWh/año
- Consumo total: 40 MWh/año –1 GWh/año
- Usuarios: 23 –120

Respecto a la tipología media de un Centro de Atención Primaria, los datos serían:

- Superficie: 3000 m^2
- Consumo eléctrico: 450 MWh
- Consumo de Gas Natural: 300 MWh
- Consumo total: 500 MWh

- Usuarios al día: 75
- Nivel medio de carga interna: medio con 8 W/m^2
- Muestra utilizada: 180

El edificio tipo suele contar con una caldera mixta de generación de agua caliente para calefacción y para agua caliente sanitaria. La generación de frío suele ser con equipos bomba de calor.

2 Estudio de consumos

A continuación se presenta la distribución de consumo por sistema para cada tipología de edificio. Debido a que la zona climática donde se encuentre el centro influye bastante en algunos sistemas como climatización e iluminación, también se clasificarán por las zonas climáticas a las que pertenezcan.

2.1 Zona climática D3

En esta zona climática se encuentran las provincias de Madrid, Ciudad Real, Albacete, Guadalajara, Zaragoza y Lérida.

2.1.1 Gran Hospital

A continuación se presenta una tabla con los consumos de este tipo de centros así como una gráfica con el porcentaje que supone cada sistema respecto al total del consumo energético. Esto se ha obtenido tras el análisis de los centros auditados.

Tabla 1: Rango de consumos de centros con tipología de Gran Hospital en zona climática D3

SISTEMA	CONSUMO (kWh)
Climatización	36.000.000
ACS	7.200.000
Iluminación	6.800.000
Ofimática y CPD	2.800.000
Elevación	1.800.000
Pérdidas trafos	670.000
Otros	4.000.000

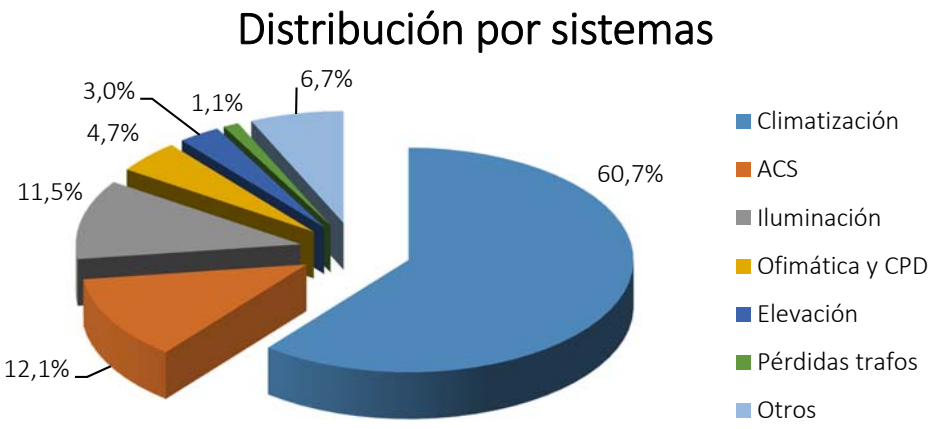


Figura 1: Distribución por sistemas de centros con tipología de Gran Hospital en zona climática D3

Como se puede observar la climatización supone la mayor parte de los consumos, principalmente debido al gran tamaño de estos centros, seguido de ACS e iluminación. Entre los tres sistemas suponen el 84,3%.

2.1.2 Hospital

Para la realización de la siguiente tabla se ha cogido el valor mínimo y máximo entre los centros auditados, lo que explica los rangos tan grandes para algunos sistemas, ya que la superficie de estos centros también se incluye en un rango amplio. Para la distribución por sistemas se ha obtenido el promedio ponderado de todos los centros de los que se tiene información.

Tabla 2: Rango de consumos de centros con tipología de Hospital en zona climática D3

SISTEMA	CONSUMO (kWh)
Climatización	2.000.000 - 3.300.000
ACS	350.000 -750.000
Iluminación	250.000 - 635.000
Ofimática y CPD	4.500 - 120.000
Elevación	30.000 - 100.000
Pérdidas trafos	8.500 - 16.000
Otros	150.000 - 350.000

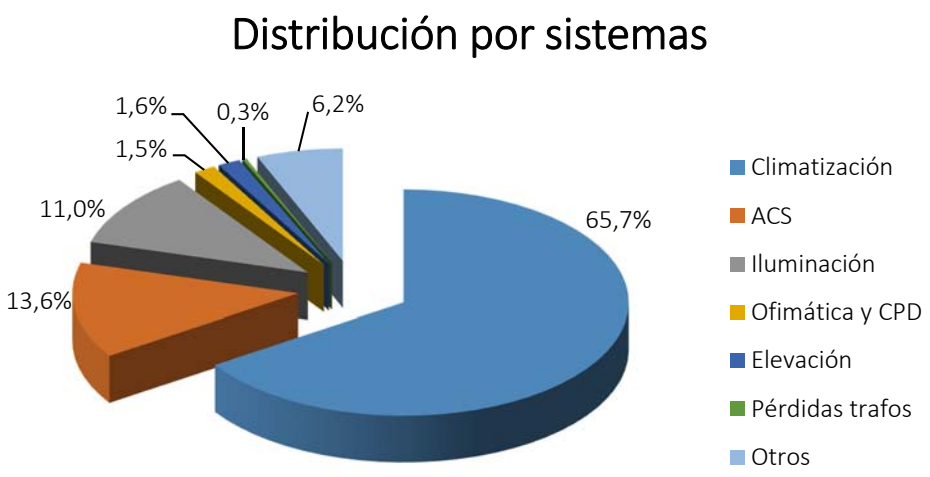


Figura 2: Distribución por sistemas de centros con tipología de Hospital en zona climática D3

Una vez más, la climatización supone la mayor parte del consumo, seguido también por ACS e iluminación.

2.2 Zona climática C2

En esta zona climática se encuentran las provincias de Barcelona, Gerona y Orense.

2.2.1 Gran Hospital

Tras el análisis de los centros de los que se tiene información se presenta la siguiente tabla indicando los valores entre los que se ubican los consumos por sistema de los centros, indicando el mínimo y el máximo. La distribución por sistemas se ha utilizado el total de los centros pertenecientes a esta tipología.

Tabla 3: Rango de consumos de centros con tipología de Gran Hospital en zona climática C2

SISTEMA	CONSUMO (kWh)
Cogeneración	7.500.000 - 24.000.000
Climatización	8.000.000 - 47.500.000
ACS	1.300.000 - 14.000.000
Iluminación	2.000.000 - 28.000.000
Ofimática y CPD	74.500 - 11.500.000
Elevación	184.000 - 820.000
Pérdidas trafos	88.500 - 520.000
Otros	1.200.000 - 3.900.000
Otras instalaciones	1.500.000 - 6.000.000

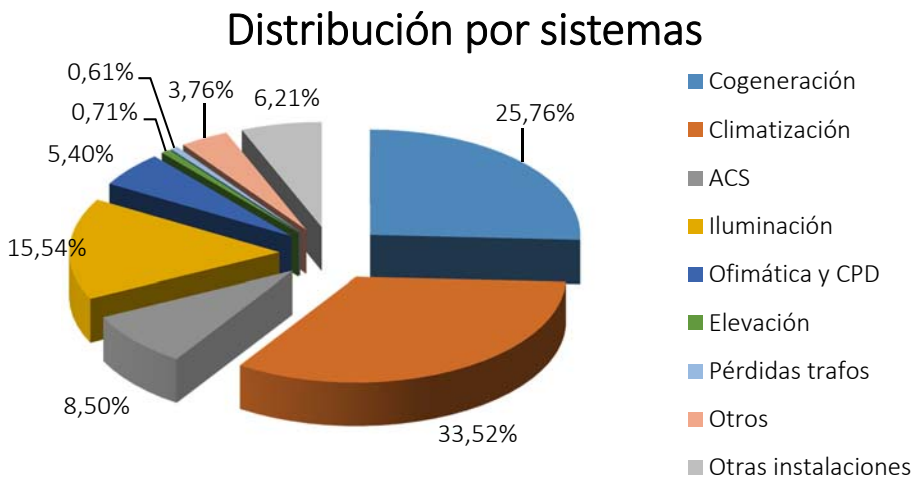


Figura 3: Distribución por sistemas de centros con tipología de Gran Hospital en zona climática C2

En este caso el consumo está más distribuido, debido a la presencia de cogeneración en un número significativo de los edificios considerados. La climatización una vez más supone el mayor porcentaje de consumo.

2.2.2 Hospital

A continuación, se presenta la distribución de consumo para este tipo de centros. De entre todos los centros disponibles se ha escogido el mínimo y el máximo para mostrar en rango de consumos en la siguiente tabla. Para la distribución por sistema se ha realizado un promedio de los consumos de todos los centros.

Tabla 4: Rango de consumos de centros con tipología de Hospital en zona climática C2

SISTEMA	CONSUMO (kWh)
Climatización	460.000 - 8.500.000
ACS	141.300 - 2.600.000
Iluminación	145.500 - 2.000.000
Ofimática y CPD	48.400 - 820.000
Elevación	10.000 - 970.000
Pérdidas trafos	6.500 - 222.500
Otros	13.500 - 2.227.000
Otras instalaciones	230.000 - 550.000

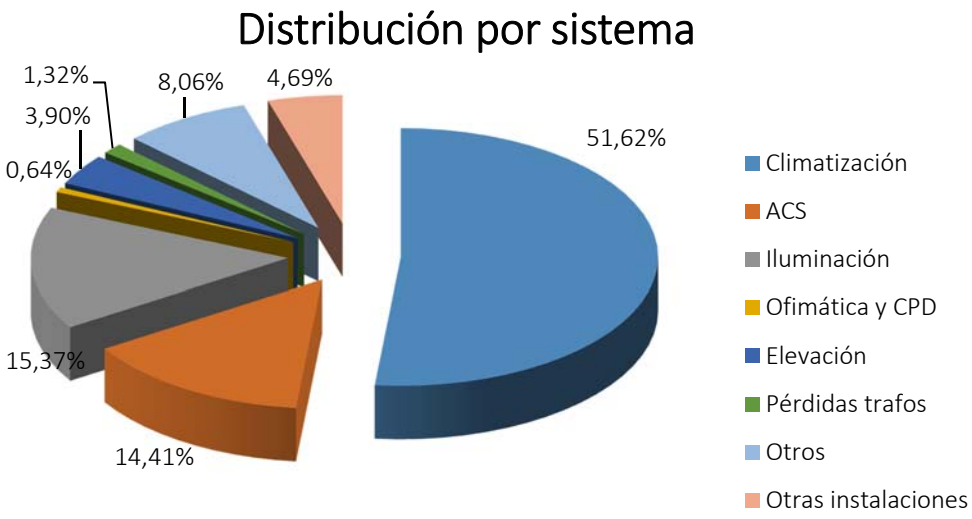


Figura 4: Distribución por sistemas de centros con tipología de Hospital en zona climática C2

La climatización supone cerca de la mitad del consumo, siendo una vez más ACS e iluminación los siguientes consumos de mayor proporción. Al no existir áreas tan especializadas en estos centros, el consumo de otras instalaciones, en las que se incluyen las médicas, es menor en comparación con las otras tipologías.

2.2.3 CAP

Para representar el rango de consumo se ha escogido el valor mínimo y máximo de entre todos los centros. A la hora de representar la distribución por sistema, se ha utilizado √(n) centros, escogiendo centros pequeños, medianos y grandes, debido a la cantidad de centros de esta tipología disponibles.

Tabla 5: Rango de consumos de centros con tipología de CAP en zona climática C2

SISTEMA	CONSUMO (kWh)
Climatización	55.000 - 715.000
ACS	8.200 - 190.000
Iluminación	6.500 - 342.000
Ofimática y CPD	4.600 - 180.000
Elevación	2.300 - 43.000
Pérdidas trafos	16.500 - 36.400
Otros	1.200 - 100.000

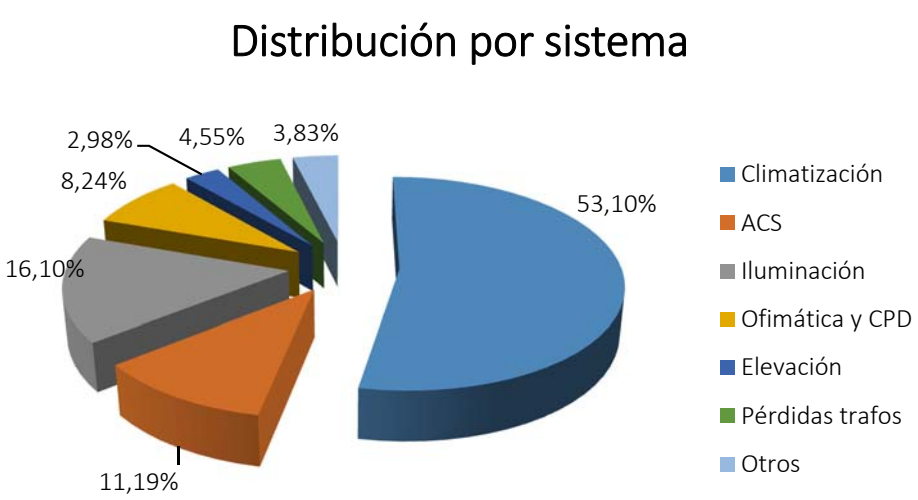


Figura 5: Distribución por sistemas de centros con tipología de CAP en zona climática C2

3 Propuesta de actuación de mejora

A continuación, se muestran las medidas de eficiencia energética propuestas y realizadas. Se dividen por tipología de centro y a su vez por sistema, pero no por zona climática.

3.1 Gran Hospital

3.1.1 Envolvente

- Sustitución de la carpintería actual.
- Instalación de protección solar.

3.1.2 Iluminación

- Sustitución de luminarias convencionales por tecnología LED.

3.1.3 Climatización

- Instalación de variadores de frecuencia en las bombas de impulsión de agua climatizada.
- Instalación de variadores de frecuencia en motores de las climatizadoras.
- Sustitución de calderas actuales por calderas de condensación.
- Aislamiento de los intercambiadores de calor.
- Precalentamiento del aire combustión en caldera de vapor.
- .

3.1.4 ACS

- Conexionado de la instalación solar térmica para ACS.

3.1.5 Suministros

- Monitorización y gestión de los consumos energéticos.
- Micro-cogeneración con depósitos de inercia.
- Micro-cogeneración con paradas los fines de semana de verano.
- Micro-cogeneración de menor potencia.
- Micro-cogeneración con máquina de absorción.
- Instalación de una planta de micro-cogeneración.
- Instalación de paneles fotovoltaicos.

3.1.6 Ofimática y CPD

- Monitorización y gestión centralizada de equipos de ofimática.

3.1.7 Otros

- Utilización del agua precalentada en tren de lavado de cocina y los de cafeterías.

3.2 Hospital

3.2.1 Envolvente

- Sustitución de la carpintería actual.
- Instalación de protección solar.

3.2.2 Iluminación

- Sustitución de luminarias convencionales por tecnología LED.
- Instalación de detectores de presencia en los pasillos.

3.2.3 Climatización

- Instalación de variadores de frecuencia en las bombas de impulsión de agua climatizada.
- Instalación de variadores de frecuencia en motores de las climatizadoras.
- Sustitución de equipos con refrigerante R22.
- Sustitución de los quemadores actuales por quemadores modulantes con control de O_2 en continuo.
- Instalación de un sistema centralizado de climatización.
- Sustitución de las calderas actuales por calderas de condensación.
- Aislamiento de los intercambiadores de calor.

3.2.4 ACS

- Instalación de un sistema solar térmico para ACS.
- Aislamiento de la red de circulación de ACS.
- Parada de las bombas de recirculación de ACS por control de la Tª en la red.

3.2.5 Suministros

- Instalación de paneles solares fotovoltaicos.
- Optimización del término de potencia.
- Monitorización de gestión de los consumos energéticos.
- Instalación de una planta de micro-cogeneración.

3.2.6 Ofimática y CPD

- Uso de los sistemas de ahorro del equipamiento ofimático.

3.2.7 Otros

- Utilización del agua precalentada en tren de lavado de cocina y los de cafeterías.
- Apagado nocturno de las máquinas de vending.

3.3 CAP

3.3.1 Envolvente

- Sustitución de la carpintería actual.
- Instalación de protección solar.

3.3.2 Iluminación

- Sustitución de luminarias convencionales por tecnología LED.
- Instalación de detectores de presencia en pasillos.
- Adecuación de la iluminación del ascensor.
- Adecuación de la iluminación en zonas de trabajo.
- Implantación de sistemas de control de la iluminación.

3.3.3 Climatización

- Sustitución de las calderas actuales por calderas de condensación.
- Regulación del sistema de climatización en zonas con poco uso o sin uso.
- Instalación de variadores de frecuencia en las bombas de impulsión de agua climatizada.
- Instalación de variadores de frecuencia en motores de las climatizadoras.
- Aislamiento de las tuberías y válvulas de las redes de agua caliente.
- Sustitución de equipos con refrigerante R22.

3.3.4 ACS

- Instalación de un sistema solar térmico para ACS.
- Parada de bombas de circulación de ACS por control de Tª en la red.
- Aislamiento de la red de circulación de ACS.

3.3.5 Suministros

- Optimización del término de potencia.
- Monitorización y gestión de los consumos energéticos.
- Instalación de paneles solares fotovoltaicos.
- Instalación/revisión de baterías de condensadores.

3.3.6 Ofimática y CPD

- Uso de los sistemas de ahorro del equipamiento ofimático.

4 Ahorros conseguidos

Se presenta a continuación los ahorros que se logran con la implantación de estas medidas, clasificadas por tipología de centro y ordenadas de menor periodo de retorno a mayor.

Se ha utilizado el mínimo y el máximo de entre todos los centros para el ahorro energético, ahorro económico, inversión y periodo de retorno. Para poder ordenar por periodo de retorno, se ha calculado el periodo de retorno medio entre todos los centros donde se estudió la propuesta.

Es importante indicar que para la medida "Sustitución de luminarias convencionales por tecnología LED" se muestran los resultados globales, sin diferenciar tipo de luminaria, independientemente del número de luminarias sustituidas.

Aquellas medidas que únicamente se propusieron para un centro se han incluido también en la tabla, indicando los valores ponderados obtenidos con su implantación.

4.1 Gran Hospital

En la siguiente tabla se recogen los ahorros esperados al implantar cada medida, así como la inversión y el periodo de retorno.

Tabla 6: Medidas propuestas en centros de tipología Gran Hospital

Sistema	Medida	Ahorro energético (kWh)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Periodo de retorno (años)	Periodo de retorno medio (años)
ACS	Conexionado de la instalación solar térmica	185.600	4.200	1.200	0,28	0,28
Otros	Utilización del agua precalentada en tren de lavado de cocina y los de cafeterías	--	5.200	2.000	0,38	0,38
Iluminación	Sustitución de luminarias convencionales por tecnología LED	1.500 - 2.000.000	90 - 128.000	374 - 280.000	0,2 - 4,4	1,9
Climatización	Aislamiento de los intercambiadores de calor	21.300	500	1300	2,45	2,45
Suministros	Monitorización y gestión de los consumos energéticos	253.000	14.800	38.000	2,46	2,46
Climatización	Precalentamiento del aire de combustión en caldera de vapor	113.000	3.100	13.500	4,06	4,06

Sistema	Medida	Ahorro energético (kWh)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Periodo de retorno (años)	Periodo de retorno medio (años)
Climatización	Instalación de variadores de frecuencia en motores de las climatizadoras	250.000 -1.000.000	22.000 - 58.000	138.600 - 220.000	3,6 - 5,74	4,7
Climatización	Instalación de variadores de frecuencia en las bombas de impulsión de agua climatizada	38.500 - 490.000	2.200 - 25.000	25.000 - 46.500	1,4 - 9,9	6,2
Ofimática y CPD	Monitorización y gestión centralizada de equipos de ofimática	101.200	5.900	42.000	6,59	6,59
Suministros	Cogeneración	(-2.200.000) - (-684.000)	90.000 - 229.000	800.000 - 1.600.000	6,17 - 8,07	6,88
Climatización	Sustitución de calderas actuales por calderas de condensación	155.000 - 210.000	3.500 - 6.000	34.000 - 49.000	7,6 - 8,5	8,04
Suministros	Instalación de paneles solares fotovoltaicos	160.000	10.600	200.000	15,48	15,48
Climatización	Sustitución de carpintería actual	790.000	20.500	495.000	19,08	19,08

4.2 Hospital

En la siguiente tabla se recogen los ahorros esperados al implantar cada medida, así como la inversión y el periodo de retorno.

Tabla 7: Medidas propuestas en centros de tipología Hospital

Sistema	Medida	Ahorro energético (kWh)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Periodo de retorno (años)	Periodo de retorno medio (años)
Suministros	Optimización del término de potencia	-	15.000	10	0,00	0,00
Otros	Apagado nocturno de máquinas de vending de bebidas frías y calientes	21.500	1.500	750	0,50	0,50
Otros	Utilización de agua precalentada en trenes de lavado y lavaperolas de cocina	-	2.700	2.000	0,73	0,73
Iluminación	Instalación de detectores de presencia en pasillos	200.000	15.500	19.500	1,20	1,20
Climatización	Aislamiento térmico de los intercambiadores de calor de placas	7.000	300	550	1,64	1,64

Sistema	Medida	Ahorro energético (kWh)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Periodo de retorno (años)	Periodo de retorno medio (años)
Iluminación	Sustitución de luminarias convencionales por tecnología LED	1.000 - 514.000	88 - 33.400	24 - 88.200	0,13 - 7,53	2,42
Suministros	Monitorización y gestión de los consumos energéticos	12.000 - 176.000	1.000 - 13.500	2.100 - 30.500	1,70 - 4,07	2,88
ACS	Parada de bombas de recirculación de ACS por control de Tª en la red	2.500	100	300	3,21	3,20
CPD	Uso de los sistemas de ahorro del equipamiento ofimático	7.300	600	2.900	4,24	4,20
Climatización	Instalación de variadores de frecuencia en motores de las climatizadoras	6.400 - 160.000	500 - 12.000	5.000 - 48.500	3,07 - 8,84	5,20
Climatización	Sustitución de calderas actuales por calderas de condensación	54.000 - 98.000	2.000 - 3.800	11.000 - 25.500	4,85 - 6,07	5,50
Climatización	Sustitución de los quemadores actuales por quemadores modulantes con control de O_2 en continuo	172.000	8.000	60.000	6,82	6,82

Sistema	Medida	Ahorro energético (kWh)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Periodo de retorno (años)	Periodo de retorno medio (años)
Suministros	Instalación de paneles solares fotovoltaicos	15.300 - 70.000	1.100 - 5.000	9.500 - 40.000	6,80 - 7,36	7,08
ACS	Instalación de un sistema solar térmico para ACS	23.500 - 290.000	800 - 10.200	7.200 - 84.500	7,50 - 7,88	7,69
Climatización	Instalación de variadores de frecuencia en las bombas de impulsión de agua de climatización	19.000 - 110.000	1.200 - 7.500	19.000 - 66.000	4,22 - 12,87	8,35
ACS	Aislamiento de la red de recirculación de ACS	59.000	2.000	25.000	10,50	10,50
Climatización	Sistema centralizado de climatización	79.500	5.000	80.000	13,10	13,10
Climatización	Sustitución de bombas de calor con refrigerante R22	2.000	200	3.500	14,86	14,86
Suministros	Instalación de una planta de micro-cogeneración	-149.000	8.000	150.000	15,45	15,45

4.3 CAP

En la siguiente tabla se recogen los ahorros esperados al implantar cada medida, así como la inversión y el periodo de retorno.

Tabla 8: Medidas propuestas en centros de tipología CAP

Sistema	Medida	Ahorro energético (kWh)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Periodo de retorno (años)	Periodo de retorno medio (años)
Suministros	Optimización del término de potencia	-	160 - 4.300	10 - 900	0 - 1,4	0,10
Suministros	Instalación/Revisión de la batería de condensadores	-	125 - 1.700	150 - 1.800	0,81 - 8,59	2,50
Suministros	Monitorización y gestión de los consumos energéticos	1.400 - 108.000	140 - 8.300	1.100 - 8.500	0,54 - 7,77	2,60
Iluminación	Implantación de medidas de control de la iluminación	250 - 12.000	20 - 1.100	50 - 3.000	0,07 - 7,48	2,70
Iluminación	Instalación de detectores de presencia	100 - 31.500	10 - 2.800	70 - 1.400	0,29 - 11,71	3,20
Iluminación	Sustitución de luminarias convencionales por tecnología LED	30 - 91.000	3 - 7.329	3 - 32.800	0,09 - 19,45	3,50

Sistema	Medida	Ahorro energético (kWh)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Periodo de retorno (años)	Periodo de retorno medio (años)
Climatización	Aislamiento de las tuberías y válvulas de las redes de agua caliente	700 - 4.000	30 - 200	60 - 3.000	1,80 - 12,24	4,02
CPD	Uso de los sistemas de ahorro del equipamiento ofimático	2.300	200	1.000	4,37	4,40
Iluminación	Adecuación de la iluminación en el ascensor	5.600	550	2.500	4,49	4,49
Iluminación	Adecuación de la iluminación en zonas de trabajo	15.000 - 260.000	1.100 - 20.000	3.000 - 175.000	2,50 - 7,80	5,15
ACS	Aislamiento de la red de circulación de ACS	250 - 71.000	10 - 3.500	40 - 26.500	0 - 43,65	6,10
ACS	Parada de bombas de circulación de ACS por control de Tª en la red	220 - 5.000	10 - 200	250 - 500	1,83 - 53,12	7,10
Climatización	Instalación de variadores de frecuencia en las bombas de impulsión de agua climatizada	350 - 52.200	30 - 4.000	500 - 2.400	0,36 -17,92	8,60

Sistema	Medida	Ahorro energético (kWh)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Periodo de retorno (años)	Periodo de retorno medio (años)
Climatización	Instalación de variadores de frecuencia en motores de las climatizadoras	700 - 12.600	70 -1.200	400 - 14.000	2,69 - 24,88	8,63
ACS	Instalación de un sistema solar térmico para ACS	2.000 - 43.500	70 - 2.000	800 - 23.000	0,99 - 19,72	8,80
Climatización	Regulación del sistema de climatización en zonas con poco o sin uso	180 - 61.000	20 - 3.300	0 - 47.000	0 - 25,89	9,13
Suministros	Instalación de paneles solares fotovoltaicos	4.000 - 95.500	220 - 7.500	3.700 - 114.000	5,41 - 13,85	9,40
Climatización	Sustitución de calderas actuales por calderas de condensación	4.500 - 110.000	170 - 4.800	2.900 - 51.500	0 - 21,53	10,60
Climatización	Sustitución de la carpintería actual	350 - 64.300	30 - 6.100	500 - 130.000	0 - 34,25	11,50
Climatización	Sustitución de equipos con refrigerante R-22	3.000 - 64.000	260 - 4.000	2.000 - 61.500	7,29 - 22,80	13,40

5 Descripción de las medidas

En este apartado se incluye una descripción técnica de cada medida propuesta, organizadas por sistema.

5.1 Iluminación

Las medidas enfocadas al sistema de iluminación pueden focalizarse tanto en el punto de iluminación concreto mediante una sustitución por tecnología más eficiente, como la adecuación de la iluminación existente.

5.1.1 Sustitución de luminarias convencionales por tecnología LED.

Se propone el cambio de las tecnologías actuales por tecnología LED. El uso de la tecnología LED en la iluminación permite múltiples ventajas:

- Reducción de la potencia actual, ya que con la tecnología LED es posible conseguir niveles de iluminaciones similares e incluso mejores, con una demanda de potencia mucho menor.
- Aumento de la vida útil de las luminarias.
- Aumento del nivel de luminosidad aportado.
- Reducción de la emisión de calor en los equipos de iluminación.
- Buen índice de producción cromática.
- Su composición no incorpora mercurio, el cual es altamente venenoso al exponerse en el medio ambiente.

Además, la vida útil de una lámpara de fluorescencia compacta similar a las instaladas en el centro se encuentra entre 5.000 y 12.000 horas, frente a las luminarias LED cuya vida media es de 30.000 horas.

Cabe destacar, que se está proponiendo una medida de cambio de punto de luz por punto de luz, es decir, sustituyendo cada lámpara o luminaria por otra más eficiente que ofrezca la misma luminancia teórica.

5.1.2 Instalación de detectores de presencia.

Se propone el control de la iluminación de las zonas mencionadas mediante detectores de presencia de modo que la iluminación únicamente se encienda en aquellos momentos en los que algún usuario transite o haga uso de dichos emplazamientos.

Figura 6: Detector de presencia

De esta manera, se reducirá significativamente el tiempo de funcionamiento de la iluminación de estas zonas, evitándose consumos de energía innecesarios, el desgaste de los equipos de iluminación y alargándose los plazos entre intervenciones de reposición y mantenimiento.

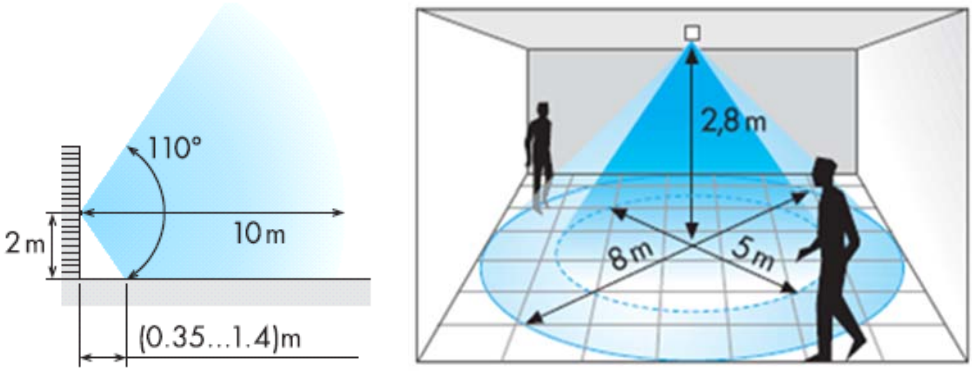


Figura 7: Funcionamiento de un detector de presencia

5.1.3 Adecuación de la iluminación del ascensor.

Se propone la adecuación de la iluminación del ascensor para que ésta sólo permanezca encendida durante el tiempo de uso del mismo.

Esta medida comprende una actuación sobre la electrónica del ascensor de manera que las lámparas únicamente se activen en el momento de la llamada del ascensor.

5.1.4 Adecuación de la iluminación en las zonas de trabajo.

Se propone la realización de un proyecto de transformación del ambiente de trabajo hacia un entorno saludable que contribuya a mejorar la salud de los trabajadores, proporcionando a la vez un espacio confortable que ayude a mantener alto el ánimo de los empleados, a favorecer la productividad y a mejorar la reputación de la empresa.

La creación de tal ambiente de trabajo se debe abordar desde dos áreas fundamentales:

1) Organización de los espacios de trabajo: Por un lado se busca dotar a las instalaciones de diferentes áreas donde desempeñar el trabajo, ganando en flexibilidad y en opciones disponibles para el empleado. Por otro lado se busca imprimir al conjunto de las oficinas de un orden y una armonía que reduzca las sensaciones de dificultad, complejidad o rigidez. Esto se consigue con la estructuración ordenada del mobiliario y la sectorización de usos (almacenaje, archivo, tránsito libre de obstáculos, espacios de lectura, mesa de trabajo, espacios de socialización y espacios de colaboración y reunión). El orden y la limpieza juegan un papel clave.
2) Iluminación dinámica y de calidad: Se busca crear atmósferas confortables que mejoren la salud de los empleados. Con la iluminación de calidad (una correcta distribución lumínica y un nivel adecuado de intensidad) se previenen dolencias y molestias que pueden derivar en dolores de cabeza, cansancio o estrés. Se busca evitar los fuertes contrastes de luz, los brillos, las zonas oscuras, los parpadeos o la mala reproducción cromática. La luz puede llegar a relajar y tranquilizar. Se puede ajustar la luz en los espacios de trabajo para estimular a las personas o ayudar a que se concentren cuando así lo requiera su actividad. La luz también puede atenuar o puede calmar situaciones de estrés, propiciando un mejor desempeño en las actividades. El bienestar de las personas puede ser adicionalmente motivado a través de temperaturas de color y la mezcla de la luz natural con la artificial.

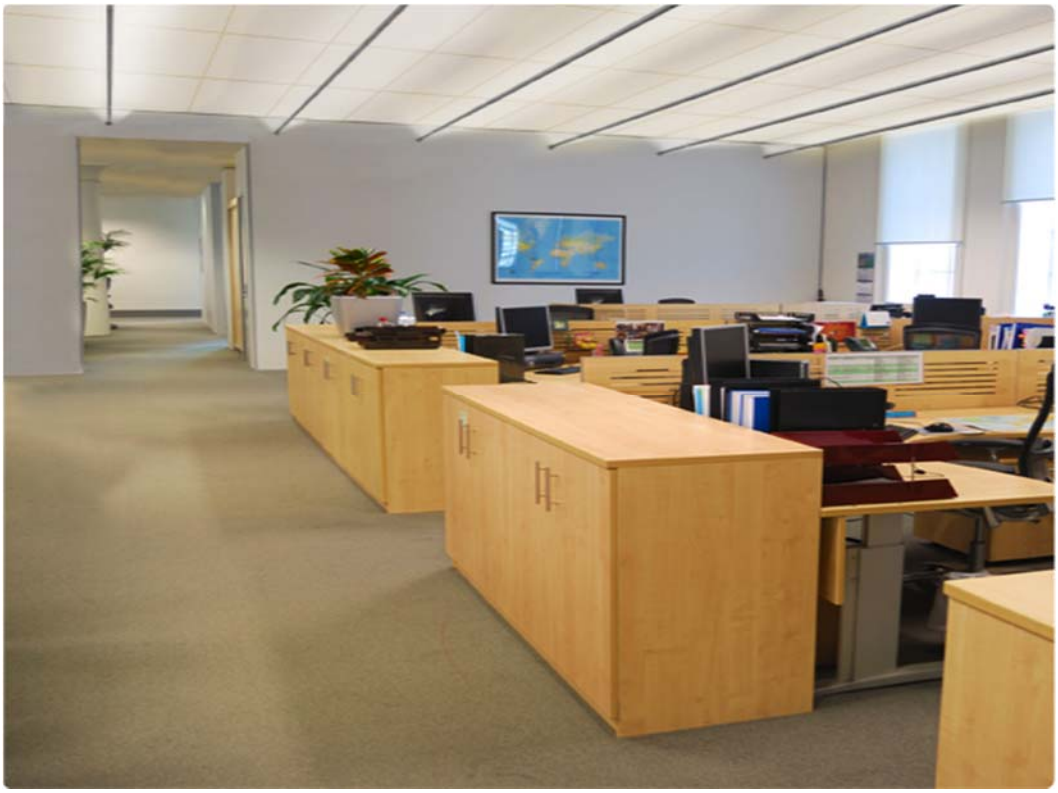


Figura 8: Iluminación confortable

Para conseguir estos efectos y crear diferentes atmósferas con la iluminación dinámica se propone dotar al conjunto de las instalaciones de un sistema domótico adaptativo capaz de monitorizar en todo momento los niveles de ocupación de las distintas áreas, así como de medir el aporte de luz natural a través de las ventanas y determinar las necesidades de iluminación artificial en cada momento del día.

La medida de mejora contempla el paso completo a luminarias de tecnología LED con regulación de la temperatura de color y de la intensidad de la luz.

El proyecto de iluminación se basa en una doble distribución de la luz, una luz indirecta, de carácter suave, que bañe la totalidad de la estancia, y una luz directa e individual por cada puesto de trabajo (o conjunto reducido de puestos de trabajo) con detección de presencia.

Figura 9: Iluminación indirecta + iluminación directa

Esta configuración permite reducir la potencia total instalada al no tener que dotar de la misma intensidad luminosa a toda la estancia, sino que se limitará al plano de trabajo del puesto en particular. La utilización de luminarias suspendidas ayudará a conseguir este escenario de iluminación, además de favorecer la sectorización instalando en ellas los detectores de presencia, discriminando así las zonas con presencia de las zonas sin presencia.

Adicionalmente se contempla la instalación de sensores de luz que recojan información sobre el aporte de luz natural, propiciando una regulación en tiempo real de la intensidad de las luminarias.

Combinando la acción de los elementos descritos se adecuará el nivel de alumbrado en función del aporte de luz natural y también por detección de presencia, lo que aporta un ahorro adicional.

El sistema domótico adaptativo también regulará los escenarios imitando el ritmo natural de noche y día al que responde el cuerpo humano. Al ejercer un efecto positivo sobre el reloj biológico, estimula el bienestar y mantiene a los usuarios alerta y dispuestos.

Dicho sistema monitorizará en tiempo real el funcionamiento de la instalación, recogiendo, almacenando, compartiendo y distribuyendo los datos recopilados por cada luminaria en su ubicación.

Figura 10: Atmósfera energizante y motivadora

Figura 11: Atmósfera de aumento de la concentración

Figura 12: Atmósfera calmada

5.1.5 Instalación de sistemas de control de la iluminación

Los sistemas de regulación y control apagan, encienden y regulan la luz según interruptores, detectores de movimiento y presencia, células fotosensibles o calendarios y horarios preestablecidos. Permiten un mejor aprovechamiento de la energía

consumida, reduciendo los costes energéticos y de mantenimiento, además de dotar de flexibilidad al sistema de iluminación.

Este control permite realizar encendidos selectivos y regulación de las luminarias durante diferentes períodos de actividad, o según el tipo de actividad cambiante a desarrollar.

Se distinguen 4 tipos fundamentales:

- Regulación y control bajo demanda del usuario por interruptor manual, pulsador, potenciómetro o mando a distancia.
- Regulación de la iluminación artificial según aporte de luz natural por ventanas, cristaleras, lucernario o claraboyas.
- Control del encendido y apagado según presencia en la sala.
- Regulación y control por un sistema centralizado de gestión.

5.2 Climatización

Las medidas de ahorro energético citadas en el presente punto están referidas tanto a los equipos de generación, como a las unidades de distribución del fluido caloportador. Además, se incluye una medida enfocada a la envolvente del edificio para reducir la pérdida energética en el sistema de climatización.

5.2.1 Sustitución de calderas actuales por calderas de condensación.

Se propone el cambio de los equipos actuales por calderas de condensación, que presentan un rendimiento superior.

Las calderas de condensación son calderas de alto rendimiento (pueden alcanzar rendimientos superiores al 100%, sobre poder calorífico inferior), basado en el aprovechamiento del calor de condensación de los humos de la combustión. Esta tecnología aprovecha el vapor de agua que se produce en los gases de combustión y lo devuelve en estado líquido.

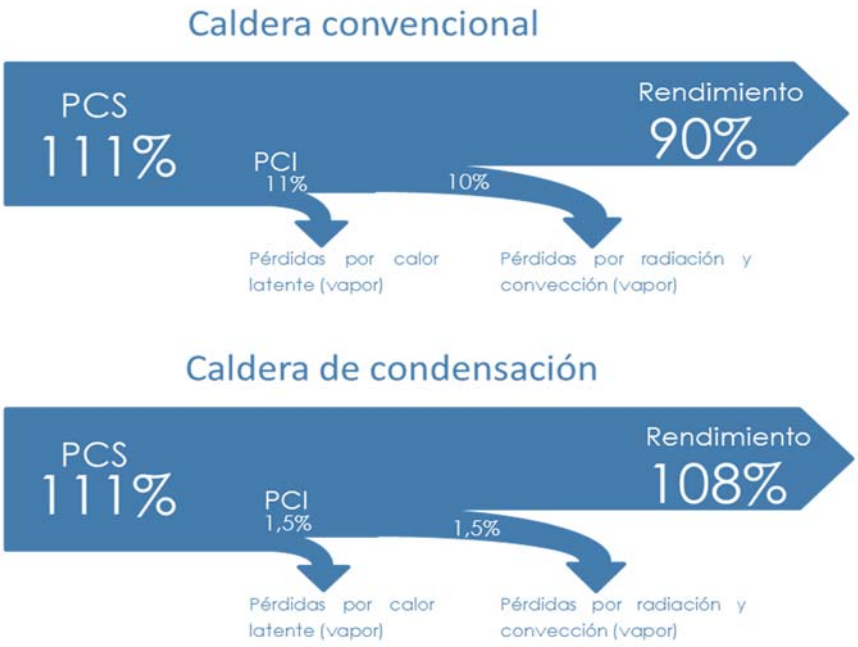


Figura 13: Comparación de rendimientos en base al PCI del gas natural

Con una caldera clásica de tipo atmosférico, una parte no despreciable del calor latente es evacuada por los humos, lo que implica una temperatura muy elevada de los productos de combustión (del orden de 150°C). La utilización de una caldera de condensación permite recuperar una parte muy grande de ese calor latente. Esta recuperación de la energía reduce considerablemente la temperatura de los gases de combustión (valores del orden de 65°C). Además, las calderas de condensación permiten realizar una combustión de mayor calidad que las calderas convencionales por lo que emiten menos gases contaminantes.

La gráfica de la figura siguiente muestra una comparativa de rendimientos según el tipo de caldera y según el porcentaje de carga de funcionamiento.

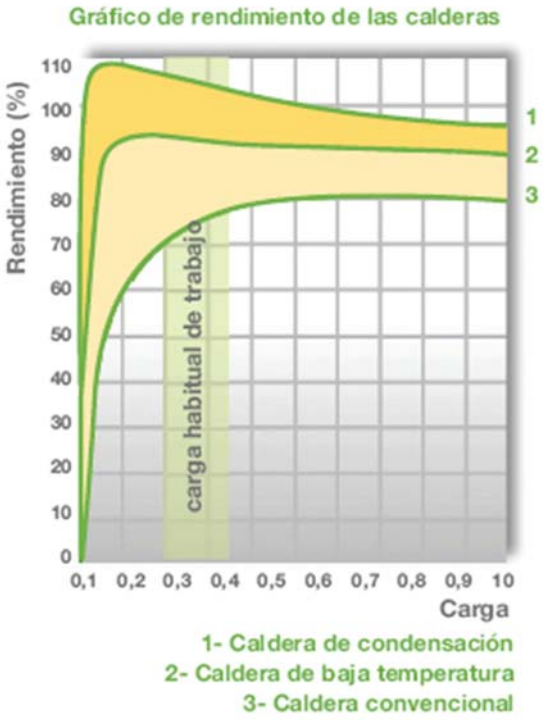


Figura 14: Rendimiento de calderas según tipo y carga

Por otra parte, los kits de modulación de los quemadores permiten que se ajuste perfectamente la potencia generada a la demanda de la instalación, regulando el aporte de calor al caudal solicitado y a la temperatura exterior, consiguiendo con ello reducir las pérdidas energéticas al evitar arranques y paradas innecesarios de la caldera.

Es importante saber también que la calderas de condensación, como las de baja temperatura, ofrecen sus mayores ventajas cuando se utilizan junto a sistemas de distribución de baja temperatura, como son los aerotermos, el suelo radiante o radiadores de baja temperatura porque así, junto con los ahorros que se obtienen por un mayor rendimiento en generación, se les une un mayor rendimiento por aumento de los periodos en los que la caldera puede condensar y también un mayor rendimiento en distribución por menores pérdidas térmicas, sobre todo teniendo en cuenta los largos recorridos en distribución que existen en estos centros.

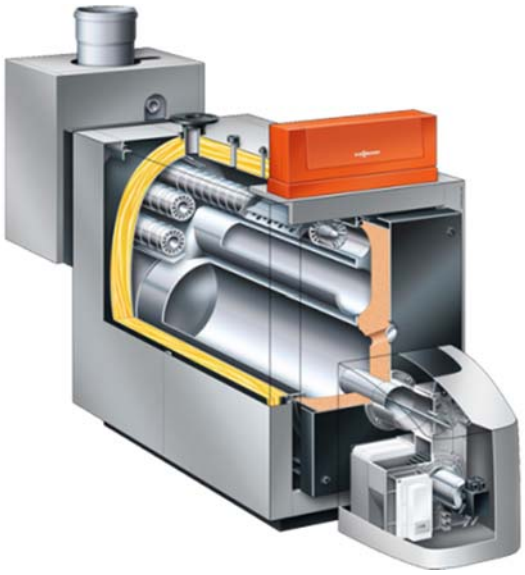


Figura 15: Caldera de Condensación

Así, para un mejor funcionamiento es recomendable la instalación de sondas exteriores de temperatura que permitan a la caldera modular la temperatura de impulsión en función de la misma mediante la modulación de los quemadores que permite además que se ajuste perfectamente la potencia generada por la misma a la demanda de la instalación, regulando el aporte de calor solicitado según la temperatura exterior, consiguiendo con ello reducir las pérdidas energéticas por cuerpo caldera (radiación) y por humos al evitar arranques y paradas innecesarios de la caldera.

5.2.2 Instalación de variadores de frecuencia en motores de las climatizadoras.

La mayoría de las aplicaciones de aire acondicionado, calefacción y ventilación están diseñadas para operar ventiladores y bombas a una velocidad constante, sin embargo, las cargas térmicas de los edificios no son constantes. En los sistemas convencionales, se emplean estrangulaciones mecánicas para reducir el agua y aire en el sistema, no obstante, el motor de impulsión, continúa operando a plena velocidad, empleando para ello la misma cantidad de energía independientemente de la carga de calentamiento o enfriamiento en el sistema. Si bien el estrangulamiento mecánico proporciona un buen nivel de control, no se trata de un sistema eficiente.

Los motivos básicos del uso de variadores de frecuencia con respecto a otros métodos de control vienen dados porque son capaces de controlar los motores de corriente alterna sin pérdidas notables y además son ideales para sistemas de accionamiento con motores de inducción.

La regulación de velocidad mediante estos dispositivos trae consigo una serie de ventajas:

- Ahorro energético: el que un motor gire más rápido de lo necesario implica un consumo mayor de energía, por lo que la regulación de la misma implica ahorros energéticos inmediatos y significativos.
- Reducción de costes de mantenimiento: al reducirse sobrecargas en el sistema.
- Mejora de la regulación y control: al permitir regular la velocidad de los motores de forma lineal y exacta.
- Funcionamiento: por su principio de funcionamiento el par desarrollado es el nominal y la velocidad la más adecuada a la carga, por lo que se reduce el consumo de energía al trabajar siempre en las condiciones más adecuadas a la carga.

La propuesta de mejora en la eficiencia del accionamiento de los motores y, por extensión, en el funcionamiento de los mismos, que se plantea es la instalación de estos sistemas en el cuadro eléctrico que gobierna los motores, de tal manera que cuando se modifique el uso de un motor, se pueda seguir utilizando el mismo variador.

5.2.3 Instalación de variadores de frecuencia en las bombas de impulsión de agua climatizada.

Las últimas técnicas en la fabricación de motores han propiciado una mejora de la eficiencia de los mismos.

Además, desde distintas instancias, se está pretendiendo fomentar la adquisición de motores de mayor eficiencia. Para ello, desde la International ElectrotechnicalCommission se estableció la IEC60034-30:2008 que establece los criterios de eficiencia de los motores.

Por otra parte, como los hilos de acero quedan protegidos por el poliuretano, ya no es necesario lubricarlos, mejorando su adherencia y tracción. La máquina está dotada de rodamientos sellados, por lo que tampoco precisan ser lubricados. Esto supone una reducción en la generación de residuos contaminantes.

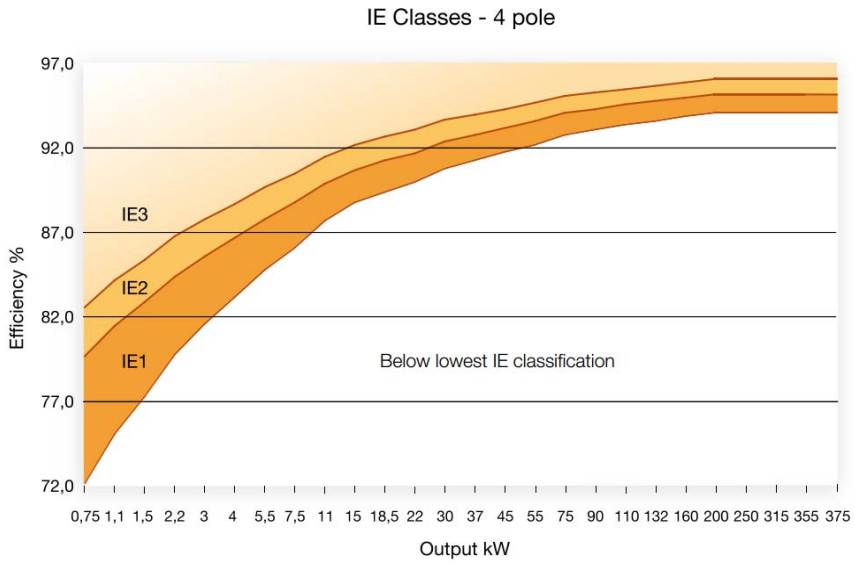


Figura 16: Comparativa de la eficiencia de los motores según la IEC60034-30:2008 (International ElectrotechnicalCommission)

En Europa, la CEMEP (European sector Commitee of Manfacturers of Electrical Machines and PowerElectronics) ha establecido una clasificación de los motores en función de la eficiencia que presentan, con un criterio similar al IEC, pero una nomenclatura distinta:

IE3 Muy alto rendimiento

IE2 ≈ EFF1 Alto Rendimiento

IE1 ≈ EFF2 Rendimiento Mejorado

Debido a la antigüedad de los motores de los extractores, se ha considerado que los equipos actuales corresponden a un rendimiento inferior a la categoría IE1.

Se plantea la sustitución de los motores actuales por motores de la misma potencia y mayor eficiencia, IE3.

5.2.4 Aislamiento de los intercambiadores de calor.

El método propuesto para el aislamiento del intercambiador de calor de placas es instalar una chaqueta de aislamiento; que se pueden adaptar a las diferentes formas y tamaños de los intercambiadores. El material empleado es espuma rígida de poliuretano de unos 20mm de espesor, resistente a temperaturas de hasta 180ºC; más que suficiente para el sistema de ACS. La carcasa de dos piezas se monta con la ayuda de pasadores de localización y se mantiene adicionalmente entre sí por una tira de velcro. Las pérdidas de energía del intercambiador de calor de placas se ven reducidas casi por completo, aumentando por consiguiente la eficiencia de este.

Figura 17: Chaqueta de aislamiento para intercambiador de placas

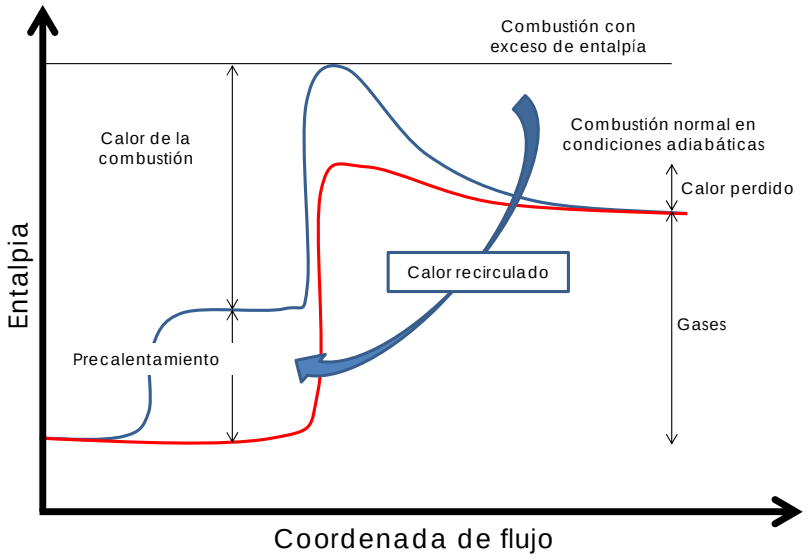
5.2.5 Precalentamiento del aire combustión en caldera de vapor.

Se propone el aumento de la temperatura del aire de combustión de la caldera, mediante un sistema de intercambio de calor con los humos de evacuación.

La máxima temperatura adiabática de llama se alcanza cuando se quema el combustible con la cantidad teóricamente necesaria de oxígeno puro. La máxima temperatura adiabática de llama en aire corresponde a la combustión con la cantidad de aire teóricamente necesaria y es, evidentemente, mucho menor que la máxima temperatura de llama en oxígeno puro. Debido a la necesidad de emplear un exceso de aire para asegurar la combustión completa, las temperaturas de llama adiabáticas de las combustiones reales son siempre menores que los valores máximos.

El precalentamiento del aire de combustión incremente la entalpía permitiendo obtener temperaturas mayores a la de llama adiabática en condiciones normales.

La gráfica siguiente ilustra el concepto de combustión con exceso de entalpía mediante la recirculación de calor. La línea roja representa el cambio de entalpía para la combustión normal sin precalentamiento de aire. Debido a las pérdidas finitas de calor, la temperatura no puede alcanzar completamente los valores que daría una llama adiabática. Por otra parte, la variación de entalpia con la recuperación de calor es presentada mediante la línea azul.



Gráfica 1: Concepto exceso de entalpía

Un sistema de precalentamiento de aire de combustión incrementa la eficiencia general del sistema y minimiza sus costos operativos. Los gases de escape que se utilizan para precalentar el aire de combustión entrante, lo cual resulta ser un uso más eficiente de la energía consumida e implica menores costos operativos de gas natural. El rendimiento general estimado que se obtiene al utilizar este sistema puede superar el 93% (base PCI).

Un típico resumen de los componentes de un sistema de precalentamiento de aire de combustión es el siguiente:

- Intercambiador de calor (aire-aire)
- Quemador modificado en función de las elevadas temperaturas del aire de combustión.
- Ductos para el aire de combustión desde el ventilador de succión hasta el intercambiador de calor y desde el intercambiador de calor hasta el quemador.
- Ductos para gases de escape desde el quemador hasta el intercambiador de calor y desde el intercambiador de calor hasta la chimenea.

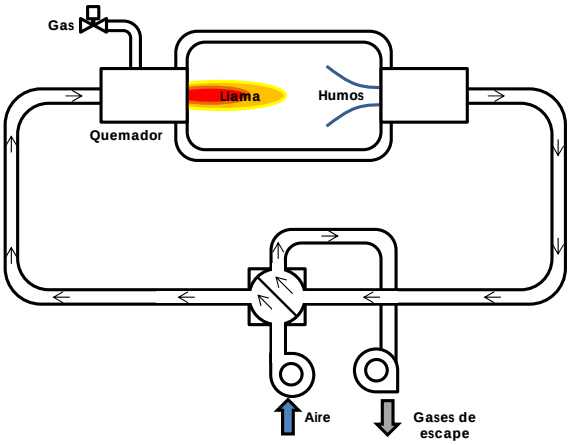


Figura 18: Principio de funcionamiento

5.2.6 Sustitución de la carpintería actual.

Se propone la sustitución de las ventanas actuales de aquellas zonas con pérdidas importantes, por unas nuevas carpinterías de PVC con RPT dotadas de doble acristalamiento aislante. Se propone la instalación de carpinterías de PVC debido a que, por su propia construcción, conllevan la rotura de los puentes térmicos.

La instalación de nuevas ventanas con marco con RPT logra mantener la temperatura de confort en las habitaciones evitando un elevado porcentaje de las pérdidas que se producen actualmente y reduciendo el consumo de los equipos de climatización.

Dicha carpintería está formada, normalmente, por perfiles huecos de PVC, con dos o tres cámaras, ofreciendo un comportamiento térmico de primer orden. Los valores de transmitancia comúnmente aceptados son de 2,2 a 1,8 W/m²K. Habitualmente son carpinterías de sección amplia y por lo tanto su participación en el hueco es elevada, del 35% al 40% en función de los tamaños del hueco.

El doble acristalamiento se trata de un conjunto formado por dos o más láminas de vidrios monolíticos separados entre sí por uno o más espaciadores, herméticamente cerrados a lo largo de todo el perímetro. Las unidades de doble acristalamiento, al encerrar entre dos paneles de vidrio una cámara de aire, inmóvil y seco, aprovechando la baja conductividad térmica del aire, limitan el intercambio de calor por convección y conducción. La principal consecuencia es un fuerte aumento de su capacidad aislante, reflejado en la drástica reducción de su transmitancia térmica (3,3 W/m²K en su composición más básica 4-6-4). El aumento progresivo del espesor de la cámara de aire proporciona una reducción paulatina de la transmitancia térmica.

Por otro lado, con la aplicación de dicha medida, se realizará un ajuste de los marcos a las paredes logrando el sellado completo y evitando las pérdidas que pueden producirse a través de pequeños intersticios entre la unión del marco y el muro.

Figura 19: Carpintería de PVC

5.2.7 Sustitución de equipos con refrigerante R22.

En el Reglamento (CE) 1005/2009 del 16 de septiembre de 2009 se incluyó al gas R-22 (clorodifluorometano) dentro de la lista de sustancias que agotan la capa de ozono prohibiendo su fabricación. Además a partir del 1 de enero de 2015, quedó también prohibida la reparación y/o relleno de refrigerante de cualquier equipo de climatización con uso de refrigerante R-22.

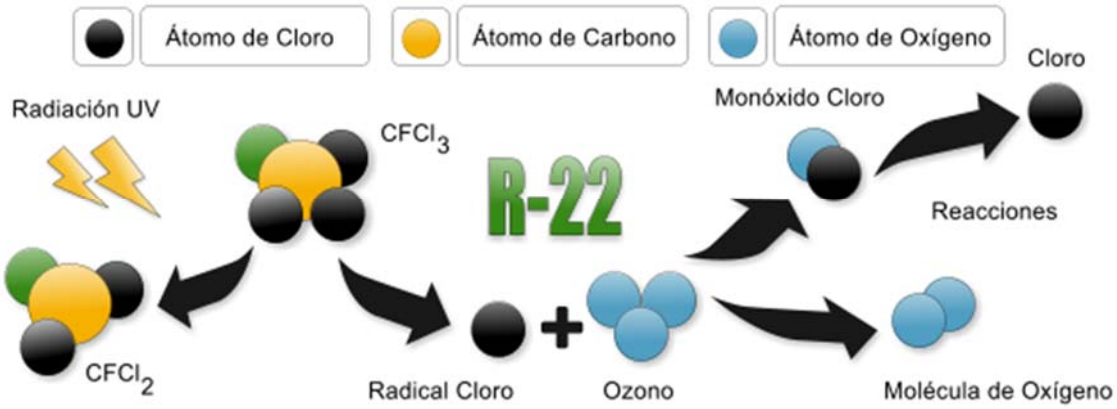


Figura 20: Reacción química R-22

5.2.8 Sustitución de los quemadores actuales por quemadores modulantes con control de O_2 en continuo

Para la generación de agua caliente para climatización, así como para la generación de ACS, el edificio cuenta con un total de cinco calderas alimentadas mediante gas natural y dotadas de quemadores progresivos.

Si bien estos equipos presentan un rendimiento adecuado y denotan un buen estado de funcionamiento, tras el análisis de los gases de combustión se observó que el ajuste de los quemadores es susceptible de mejora, ya que existe un exceso de aire que puede corregirse.

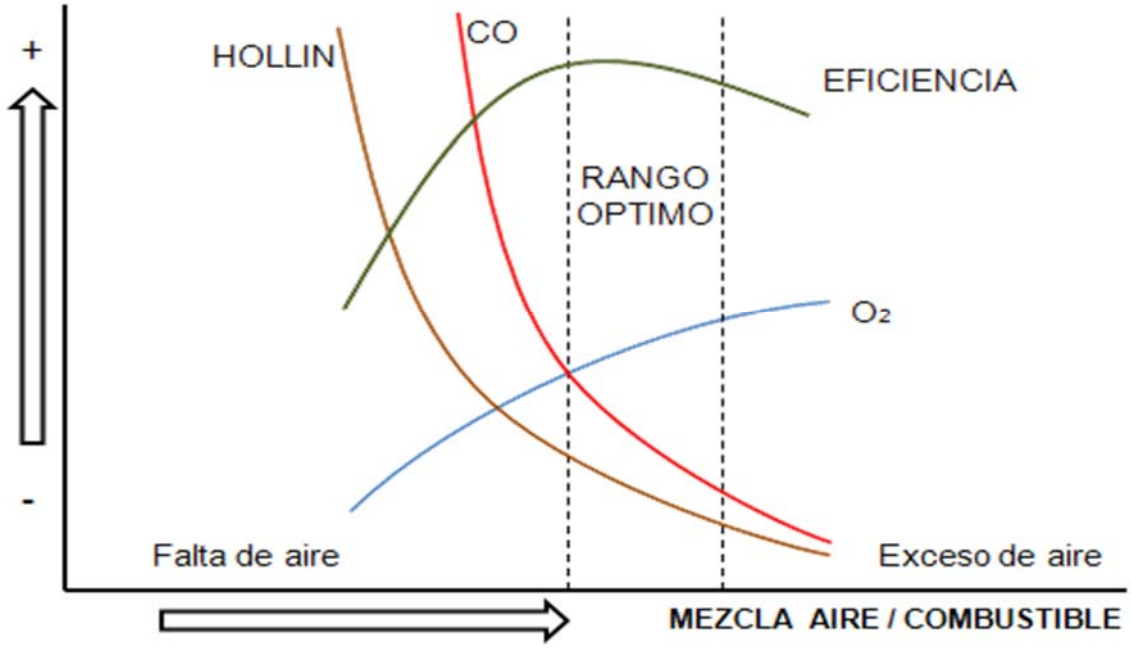


Figura 21: Influencia del aire en el rendimiento

5.2.9 Instalación de un sistema centralizado de climatización.

Se propone la sustitución del sistema actual de climatización por un sistema centralizado formado por unidades VRV.

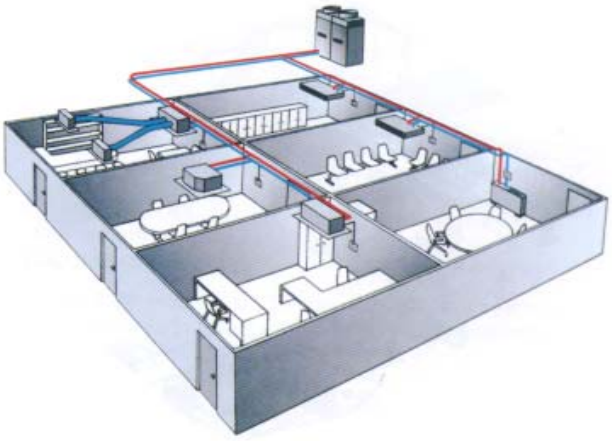


Figura 22: Ejemplo instalación centralizada

A diferencia de los equipos actuales, los sistemas VRV tienen la capacidad de poder variar el volumen de refrigerante aportado a las baterías de evaporación-condensación, controlando más eficazmente las condiciones de temperatura de las zonas a climatizar.

Los equipos VRV también ofrecen un rendimiento mayor al de los equipos actuales, por tanto, para cubrir las demandas térmicas actuales, se consumiría menos energía.

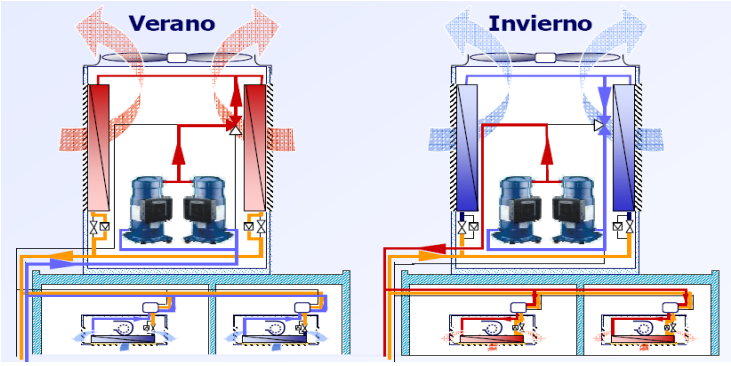


Figura 23: Esquema interior de funcionamiento

Otras de las ventajas de estos nuevos equipos frente a los actuales son las siguientes:

- Construcción más compacta, sencilla y robusta.
- Menor consumo para la misma producción térmica.
- Mayor vida útil.
- Periodos de mantenimiento más prolongados.
- Control más preciso.
- Funcionamiento más silencioso.
- Uso de refrigerante menos agresivo con el medio ambiente y la capa de ozono.

Además, al tratarse de sistemas a tres tubos, cuando en una zona está el sistema trabajando en modo refrigeración, si se demanda calor en otra sala, parte del calor recuperado en la unidad en modo refrigeración se aprovecha en la unidad donde se está demandando calor.

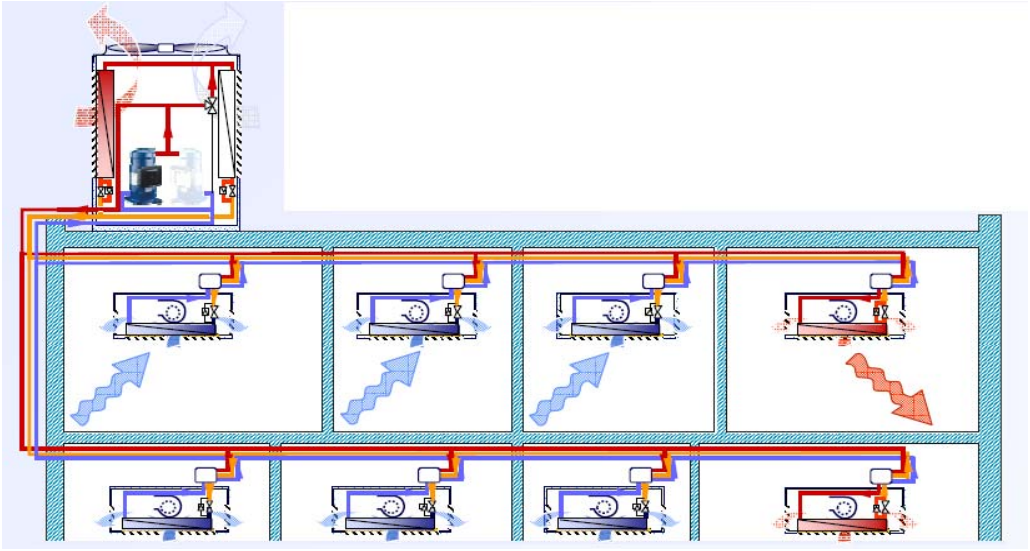


Figura 24: Recuperación de calor en VRV

5.3 ACS

En este punto se incluyen todas las medidas relacionadas con la producción de agua caliente sanitaria.

5.3.1 Instalación de un sistema solar térmico para ACS.

Se propone la instalación de un sistema solar térmico en para la producción de Agua Caliente Sanitaria. Estos sistemas basan su funcionamiento en aprovechar la radiación solar que incide sobre unos colectores por los que circula agua o un fluido calorportante, el cual eleva su temperatura. Este fluido es impulsado a un intercambiador de calor, donde transfiere su energía al circuito de agua sanitaria. El agua sanitaria, ya caliente, es depositada en un acumulador a la espera de recibir demanda de consumo.

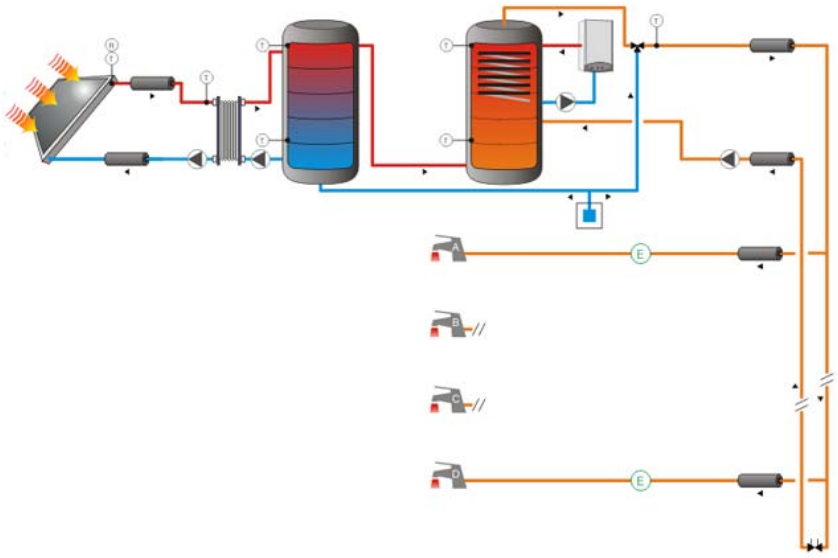


Figura 25: Esquema instalación solar térmica

Dado que no siempre es posible abastecer toda la demanda de ACS debido a excesos de demanda, sombreamientos sobre los captadores (días muy nublados, sombras, etc.), demandas nocturnas u otras anomalías, el sistema deberá contar con un sistema de generación térmica de apoyo, rol que puede cumplir el sistema de generación actual.

El código técnico de la edificación, CTE, en su sección DB HE 4 define la contribución mínima que el sistema solar debe ser capaz de cubrir.

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50 – 5.000	30	30	40	50	60
5.000 – 10.000	30	40	50	60	70
> 10.000	30	50	60	70	70

Figura 26: Contribución solar mínima anual para ACS en %

No obstante el dimensionado de la instalación se realizará teniendo en cuenta que en ningún mes del año la energía producida por la instalación podrá superar el 110% de la demanda energética y en no más de tres meses el 100%.

En el caso de que en algún mes del año la contribución solar pudiera sobrepasar el 100% de la demanda energética se ha de dotar a la instalación de un mecanismo disipador de la energía excedente o bien se procederá al tapado parcial o el vaciado parcial del campo de captadores.

5.3.2 Conexionado de la instalación solar térmica.

En algunos centros se dispone de instalaciones solares que permanecen inactivas por desconocimiento del propio personal del centro.

Se propone poner en funcionamiento la instalación térmica existente para poder cubrir parte de la demanda de ACS con esta tecnología y reducir el consumo de combustible.

La explicación sobre la instalación solar térmica se encuentra en el punto 5.3.1

5.3.3 Aislamiento de la red de circulación de ACS.

Es frecuente que las distribuciones de agua caliente que vayan a discurrir empotradas en la tabiquería, se oculten con tubos corrugados de PVC, estos elementos están diseñados para proteger las conducciones de los materiales de construcción, no obstante, no están diseñadas para lograr una mejora en el aislamiento. Se propone el por tanto, aislamiento de todas las tuberías de la instalación de agua caliente sanitaria mediante el uso de coquillas de espuma de un espesor de 25 mm.

Proporcionar o mejorar el aislamiento de las tuberías de distribución puede suponer una reducción importante en la demanda energética de una instalación. Uno de los materiales más eficientes para el aislamiento de tuberías es la espuma elastomérica, la cual es espuma flexible fabricada con caucho natural o sintético.

Dado que la red de agua caliente sanitaria discurre empotrada en los tabiques del centro, la medida consistiría en el descubrimiento de la misma, su aislamiento así como, los trabajos de tapado y rematado.

Figura 27: Espuma elastomérica

5.3.4 Parada de las bombas de recirculación de ACS por control de la Tª en la red.

Se propone el control de la temperatura en el punto más lejano de la instalación para ajustarla estrictamente al mínimo legal (50ºC). Esta medida consiste en la instalación de una sonda en dicho punto así como una centralita que recopile los datos y comande la puesta en marcha de los equipos de impulsión del sistema de recirculación de agua. Se

comandaría así la parada de las mismas cuando la temperatura de red indicada por la sonda sobrepase el mínimo legal.

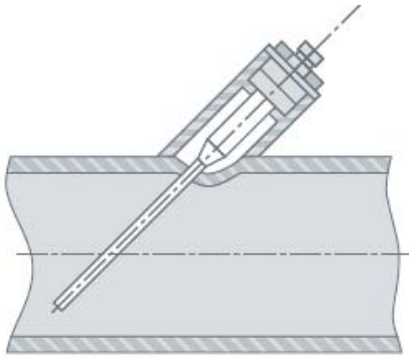


Figura 28: Sonda de temperatura de inmersión en el punto más alejado

5.4 Suministros

En este punto se incluyen medidas que no proporcionan ahorro energético, pero sin embargo logran un importante ahorro económico con el ajuste de parámetros energéticos en facturación o regulación. Por otra parte, se destacan medidas para la generación de energía para autoconsumo.

5.4.1 Optimización del término de potencia.

Se propone el ajuste de la potencia contratada, para reducir los costes económicos.

El ajuste de la potencia, cuando se realiza una bajada, se debe gestionar a través de la empresa comercializadora eléctrica, y no debe suponer un coste económico, ya que es posible realizar una modificación anual sin penalización.

Para el ajuste de potencia contratada se debe tener en cuenta los siguientes datos:

Para tarifas de menos de 451 kW en alta tensión, la potencia facturada depende de la máxima potencia registrada por el maxímetro según la siguiente fórmula:

- Si la potencia registrada es < el 85% de la potencia contratada

Potencia Facturada = 0,85·Potencia Contratada

- Si potencia registra está entre el 85% y el 105% de la potencia contratad

Potencia Facturada = Potencia Registrada

- Si la potencia registrada es > el 105% de la potencia contratada

Potencia Facturada = = P. Registrada + 2*(P. Registrada – 1,05*P. Contratada)

Los únicos costes en los que se podría llegar a incurrir son los correspondientes al cambio de los transformadores de intensidad de los equipos de medida, en caso de que fuera necesario por la bajada de potencia.

Además, los costes de aumento de potencia, en caso de que se llegase a requerir en el futuro, son mayores y es posible que fuese necesario el correspondiente boletín eléctrico.

5.4.2 Monitorización y gestión de los consumos energéticos.

La opción propuesta consiste en el suministro, instalación y configuración de un sistema de monitorización energética. La monitorización propuesta se llevará a cabo en los suficientes puntos de medida como para tener identificados todos los sistemas energéticos del centro. Esta identificación puede realizarse mediante contadores físicos (analizadores de redes instalados) y contadores virtuales (deducidos mediante sumas y restas de los anteriores). Se propone por tanto abarcar mediante monitorización, el consumo general, así como los consumos tanto del sistema de iluminación como del sistema de climatización, así como otros aquellos sistemas de interés específico en el centro.

Dicho sistema se encargará de recoger y almacenar los datos de consumo eléctrico y consumo volumétrico de gas, registrados por los contadores de las compañías distribuidoras.

Para ello, se instalarán los elementos de integración necesarios para obtener las medidas directas de los cuadros, que garanticen la exactitud con los datos de facturación. Todos los datos adquiridos de los contadores son enviados a los servidores de una plataforma cada cierto tiempo.

La información estará disponible tanto para su visualización como descarga en diferentes formatos, de manera que pueda ser accesible mediante representaciones gráficas, datos numéricos, tablas de datos, etc. siendo posible descargarlos directamente a través de la página web del servidor, convenientemente configurado y personalizado a las necesidades del cliente.

La aplicación permitirá disponer de información inmediata acerca de los consumos que se estén produciendo en cada punto de medida. El conocimiento en tiempo real de estos datos hace que la comprobación del impacto de las medidas de eficiencia energética que se lleven a cabo en las instalaciones sea muy sencilla, pudiendo valorarse de manera inmediata.

Además, no sólo se tendrán en cuenta los parámetros de demanda eléctrica de la instalación, sino que se dispondrá de estimaciones de facturación en el instante de cierre de los periodos, simplificando la gestión económica.

El sistema presenta también la posibilidad de gestionar alertas y avisos. Mediante las mismas se pueden controlar distintos parámetros de consumo, ratios, etc., lanzándose alarmas cuando sea necesario. Estas alarmas pueden desencadenar el envío de mensajes de SMS o correos electrónicos, aparte de generarse un registro que queda almacenado en la aplicación.

Por ejemplo, si el consumo se dispara puede avisarse directamente al jefe de turno o al responsable de mantenimiento, simplificando los trámites y agilizando la respuesta.

La personalización por usuarios permite que los datos se puedan presentar de manera útil a los distintos perfiles. Este sistema diferencia, organiza y muestra los datos de la forma que cada grupo necesita, resaltando y organizándolos de manera pertinente. Se puede personalizar el acceso de cada usuario, de manera que se disponga de acceso a toda la información o a la parte que interese de ella. También se permite discriminar por niveles de acceso, restringiendo o permitiendo en su caso el acceso a gráficas, análisis, etc.

5.4.3 Instalación de paneles solares fotovoltaicos.

Para realizar un uso efectivo de la energía solar y convertirlo en electricidad se plantea un sistema conectado a la red que consta de elementos de captación solar y de generación de electricidad en corriente continua que se convierte a corriente alterna y se inyecta a la red eléctrica.

Los módulos fotovoltaicos producen corriente continua que se convierte en corriente alterna mediante un conjunto de inversores cuyas salidas están conectadas a un cuadro de distribución y protección de corriente del sistema fotovoltaico.

El funcionamiento de estos paneles es sencillo, los fotones emitidos por la radiación solar impactan sobre la capa exterior de los paneles atravesándolos y siendo absorbidos por materiales semiconductores tales como el silicio o el arseniuro de galio. Los electrones, partículas subatómicas que forman parte del exterior de los átomos, y que se encuentran en los orbitales de energía, son golpeados por los fotones liberándose de los átomos a los que estaban originalmente confinados.

Esto les permite, posteriormente, circular a través del material y producir la electricidad.

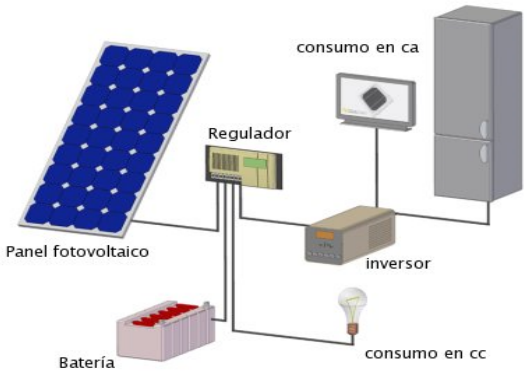


Figura 29: Esquema de una instalación solar fotovoltaica

5.4.4 Instalación de una planta de micro-cogeneración.

Se propone la instalación de una planta de micro-cogeneración que cubra parte de la producción térmica.

La cogeneración es un sistema de alta eficiencia energética basado en la producción simultánea de energía eléctrica y térmica a partir de la energía primaria de un combustible como puede ser el gas natural. A modo resumen, la cogeneración presenta las siguientes ventajas:

- Ahorro de energía primaria. Este tipo de proyectos aportan un ahorro de combustible en comparación con la climatización mediante sistemas convencionales.
- Ventajas medioambientales. Al tratarse de una solución más eficiente (requiere una menor cantidad de energía primaria), se reduce la emisión de gases de efecto invernadero.
- Ahorro en la factura energética. La generación de la climatización mediante cogeneración contribuye a ahorros en la factura energética.

- Aumento de la fiabilidad del sistema eléctrico.

Agrandes rasgos un sistema de cogeneración se compone de un motor de combustible de ciclo otto que con la rotación de su cigüeñal activa un generador que será el encargado de producir la electricidad. Al mismo tiempo los gases de evacuación del motor son circulados a través de un intercambiador de calor que transmite su energía térmica al circuito de calefacción o ACS.

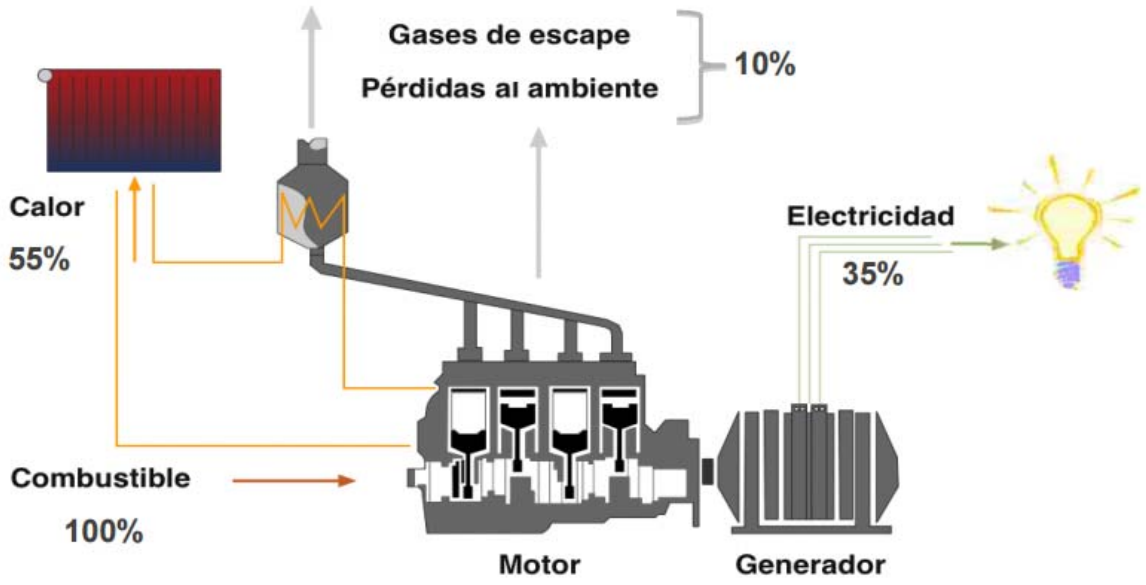


Figura 30: Esquema básico de funcionamiento

Para determinar el comportamiento anual de la demanda se utilizan perfiles de consumo diario, semanal y mensual.

5.4.5 Instalación/revisión de baterías de condensadores.

Se propone la instalación de una batería de condensadores en cabecera de la instalación eléctrica.

Las Baterías de Condensadores se encargan de compensar la energía reactiva que consume una instalación, reduciendo o eliminando las penalizaciones asociadas al consumo de la misma.

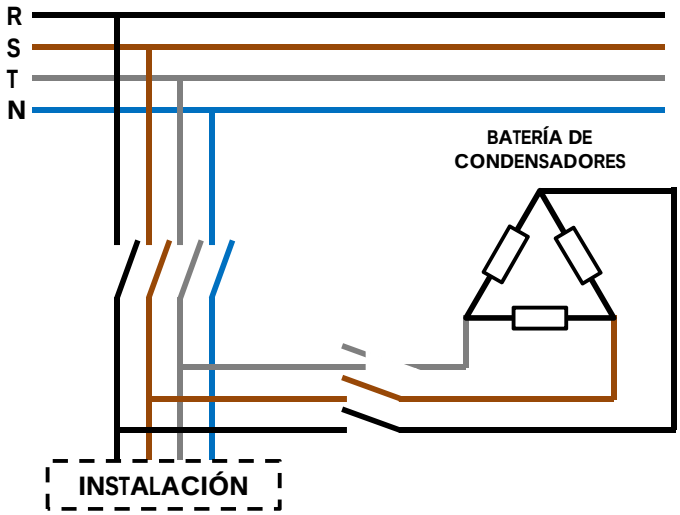


Figura 31: Esquema batería de condensadores

A grandes rasgos estos equipos están conformados por una serie de condensadores de distintas potencias (escalones), contactores de maniobra y un regulador que determina la potencia que ha de compensar y actúa como relé para la maniobra de los contactores.

Además, las baterías de condensadores facilitan la estabilización y calidad de suministro eléctrico, optimizando el dimensionamiento, capacidad y el rendimiento de la instalación eléctrica.

5.5 Ofimática y CPD

Las medidas citadas en este punto están enfocadas a la regulación del uso de los sistemas ofimáticos de una instalación.

5.5.1 Uso de los sistemas de ahorro del equipamiento ofimático.

Esta medida plantea la puesta en práctica del uso de estos sistemas de ahorro energético con que cuenta todo el equipamiento ofimático.

Se propone, por tanto, el apagado de los equipos que lo permitan tras 30 minutos de inactividad y en aquellos que no puedan apagarse, su entrada en suspensión o en modo de ahorro de energía.

La intervención en los diferentes equipos es sencilla, permitiendo ser ejecutada en pocos minutos por cada uno de los equipos, de manera que el personal encargado de la gestión del equipamiento ofimático del centro puede acometer esta propuesta de forma rápida, sin suponer una molestia para los usuarios.

5.5.2 Monitorización y gestión centralizada de equipos de ofimática.

Esta medida plantea la instalación de un 'Sistema de Monitorización y Gestión Centralizada de Equipos Informáticos' que permite el control de dichos equipos siempre que lo permita el Hardware disponible.

Esta plataforma de gestión se instala en un ordenador personal y controla todos los dispositivos a través de la red de datos del centro, sin necesidad de 'switches' ni 'routters' especiales para la monitorización y gestión del puesto de trabajo. No es necesario instalar ningún agente en los ordenadores. La monitorización y gestión se realiza a través de protocolos nativos: para PC's vía WMI, dispositivos hijo (conectados al pc como monitores e impresoras locales) vía PC (dispositivo padre), impresoras de red vía SNMP y Telefonía IP vía SNMP.

Para permitir el teletrabajo, una de las soluciones que tradicionalmente se usa, es dejar los equipos encendidos para poder realizar la conexión en remoto. El 'Sistema de Monitorización y Gestión Centralizada de Equipos Informáticos' dispone de una funcionalidad de 'Encendido Remoto de Ordenadores'. Otra posibilidad es permitir a los empleados (o a algunos de ellos) el deshabilitar temporalmente la aplicación de políticas en su equipos (para que no se suspenda/apague y pueda trabajar desde casa).

La funcionalidad de 'Encendido Remoto de Ordenadores' permite encender remotamente un equipo (o varios), de manera programada o manual, para trabajar y posteriormente volver a pasar a un estado energético eficiente una vez realizadas las tareas.

El 'Encendido Remoto de Ordenadores' se puede realizar desde la red del centro o desde un acceso vía web. Es decir, permite encender remotamente un equipo para trabajar (sin la necesidad de dejarlo encendido para conectarse remotamente) para posteriormente volver a pasar a un estado energético eficiente una vez realizadas las tareas, desde dentro o desde fuera de la red de la compañía bajo los métodos seguros que la propia compañía proporcione para la conexión desde el exterior.

El sistema se puede utilizar en un futuro para la gestión de otros elementos conectados a los PC's (por ejemplo las impresoras) y otros equipos que posean una dirección IP (impresoras de red, escáneres) y para los equipos que integran los Centros de Proceso de Datos (CPD's).

La introducción de un 'Sistema de Monitorización y Gestión Centralizada de Equipos Informáticos' es rentable si se instala para un conjunto de equipos superior a 500 ordenadores.

5.6 Otros

5.6.1 Apagado nocturno de las máquinas de vending.

Las máquinas de Vending son unas cargas eléctricas pequeñas, sin embargo tienen una utilidad limitada al horario de utilización del centro. Por lo tanto se propone eliminar dichos consumos en el periodo de no utilización del mismo, encendiendo las máquinas dos horas antes del inicio de las actividades, de este modo las máquinas se encontraran en las condiciones óptimas de utilización.

La medida se llevará a cabo mediante la instalación de temporizadores programables. Estos equipos permiten la programación diaria e incluso en algunos modelos una programación semanal.

Figura 32: Temporizador programable

Solo se propone la aplicación de esta medida a las máquinas de bebidas frías y calientes, dado que los productos almacenados en las máquinas expendedoras de alimentos necesitan de una refrigeración constante para su conservación.

5.6.2 Utilización del agua precalentada en tren de lavado de cocina y los de cafeterías.

La opción propuesta consiste en la adaptación de la instalación, conectando al circuito de ACS a la entrada de agua y que el agua entre a 55-60º.

De esta manera durante el lavado no será prácticamente necesario calentar el agua y muy poco en el aclarado, que necesita algo más de temperatura.

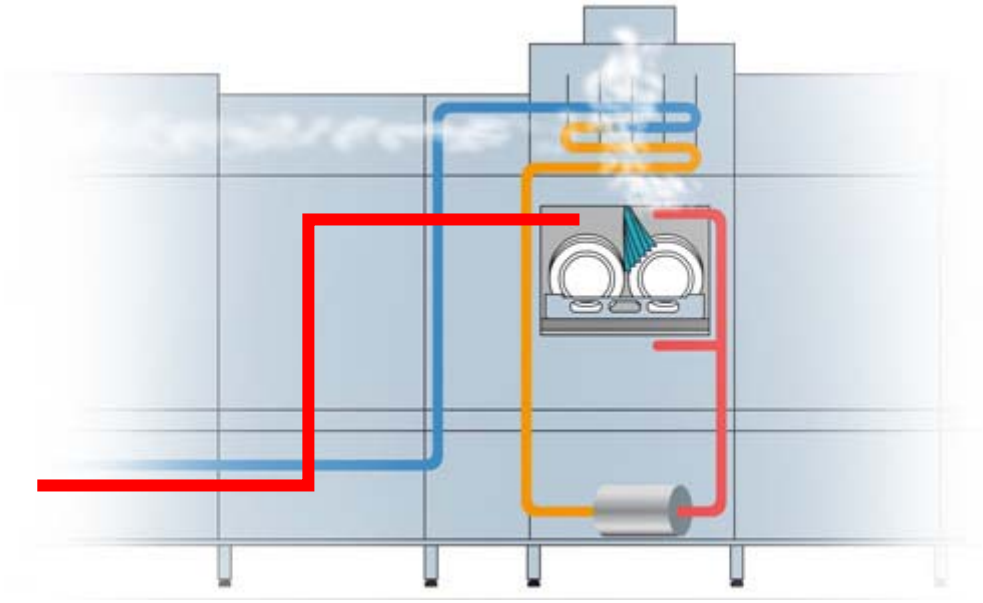


Figura 33: Esquema de circuito

Otro beneficio a tener en cuenta con esta medida es un ahorro en el tiempo de lavado, ya que al llevar el agua ya precalentada el tiempo de calentado se reduce o elimina y el proceso de lavado es más rápido. Según estudios, el tiempo de los lavados se reduce un 15-20%.

Para ello, será necesario llevar el circuito de agua caliente hasta la entrada del equipo.

6 Base de datos utilizada

Elaboración propia a partir de inventarios y balances energéticos reales obtenidos directamente por los consultores de SinCeO2.

Todos los datos incluidos en el presente documento están basados en datos reales obtenidos de auditorías energéticas realizadas por el personal cualificado de SinCeO2 en instalaciones de uso hospitalario, mediante toma de datos exhaustivas y mediciones de diferentes parámetros energéticos.

EDIFICIOS FORMATIVOS

CONSUMOS, ACTUACIONES DE MEJORA Y POTENCIALES AHORROS

Edificios Formativos

1 Definición de los edificios tipo representativos

Las instalaciones de este informe se dividen en dos tipologías: Colegios y centros formativos de uso continuado.

A continuación, se procede a definir las características principales de estas tipologías.

1.1 Colegios

Esta tipología cuenta con una gran variedad en cuanto a dimensiones, desde pequeños colegios en localidades de población reducida hasta institutos o colegios de gran tamaño en ciudades.

Estos centros no cuentan con instalaciones de generación complejas, debido a que no presentan necesidades energéticas elevadas. La energía consumida en estos locales es retirada directamente de la red de distribución.

En estos centros se emplea un horario de 8 h al día de lunes a viernes, con una carga interna media. A pesar de englobarse edificios de una gran diversidad en cuanto al área, estos presentan unos ratios energéticos muy similares, donde los consumos son proporcionales a la superficie.

A continuación, se muestran los ratios de estos centros.

- Superficie: 500 m^2 – 9.000 m^2
- Superficie media: 4.796 m^2.
- El perfil de uso es de 8 horas de lunes a viernes.
- El nivel de carga interna es medio, con un CFI de 7.
- Los sistemas de climatización y de producción de A.C.S. destacando el uso de calderas para la producción de agua para calefacción que utiliza radiadores como unidades terminales.
- Consumo eléctrico: 4,5 MWh/año – 290 MWh/año.
- Consumo de Gas Natural: 2,6 MWh/año – 215 MWh/año.
- Consumo total: 8 MWh/año – 398 MWh/año.
- Usuarios al día: 75-1.250.

1.2 Centros formativos de uso continuado

Centros formativos de uso continuado se entienden en este apartado como aquellos edificios destinados a actividades formativas con un horario de uso superior a las 12 horas diarias, como facultades, centros de formación permanente, etc.

El perfil de uso de estos edificios tiene un horario de 14 horas de lunes a viernes. En algunos casos este horario se ve ampliado a los fines de semana, e incluso se amplía hasta prácticamente las 24 horas del día.

A continuación se muestran los ratios de estos centros.

- Superficie: 3.500 m^2 – 37.000 m^2
- Superficie media: 10.809 m^2.
- El perfil de uso es de 14 horas de lunes a viernes.
- El nivel de carga interna es medio, con un CFI de 7.
- Los sistemas de climatización y de producción de A.C.S. destacando el uso de calderas para la producción de agua para calefacción que utiliza radiadores como unidades terminales.
- Consumo eléctrico: 150 MWh/año -2,1 GWh/año.
- Consumo Gas Natural: 85 MWh/año – 1,6 GWh/año.
- Consumo total: 212 MWh/año – 2,8 GWh/año.
- Usuarios al día: 650-8.500.

2 Estudio de consumos

A continuación se presenta la distribución de consumo por sistema para cada tipología de edificio. Debido a que la zona climática donde se encuentre el centro influye en algunos sistemas como climatización e iluminación, también se clasificarán por las zonas climáticas a las que pertenezcan.

2.1 Zona climática C4

En esta zona climática se encuentran ciudades como Toledo, Jaén, Cáceres y Badajoz.

2.1.1 Colegios

Una vez analizados los edificios auditados dentro de esta tipología se han obtenido los consumos que se recogen en la siguiente tabla, en la que se muestran el valor mínimo y máximo de todas las auditorías realizadas. Para la segregación de los consumos por sistemas se ha realizado un promedio de todos los datos analizados.

Tabla 1: Rango de consumos en edificios con tipología de colegios en zona climática C4

SISTEMA	CONSUMO (kWh/año)	CONSUMO (kWh/m^2)
Calefacción	6.000 - 110.000	12,25
Refrigeración	4.200 - 76.000	8,48
ACS	700 - 14.600	1,63
Iluminación	3.500 - 65.000	7,32
Ofimática y CPD	1.000 - 19.800	2,20
Elevación	100 - 1.200	0,13
Otros	550 - 10.300	1,15

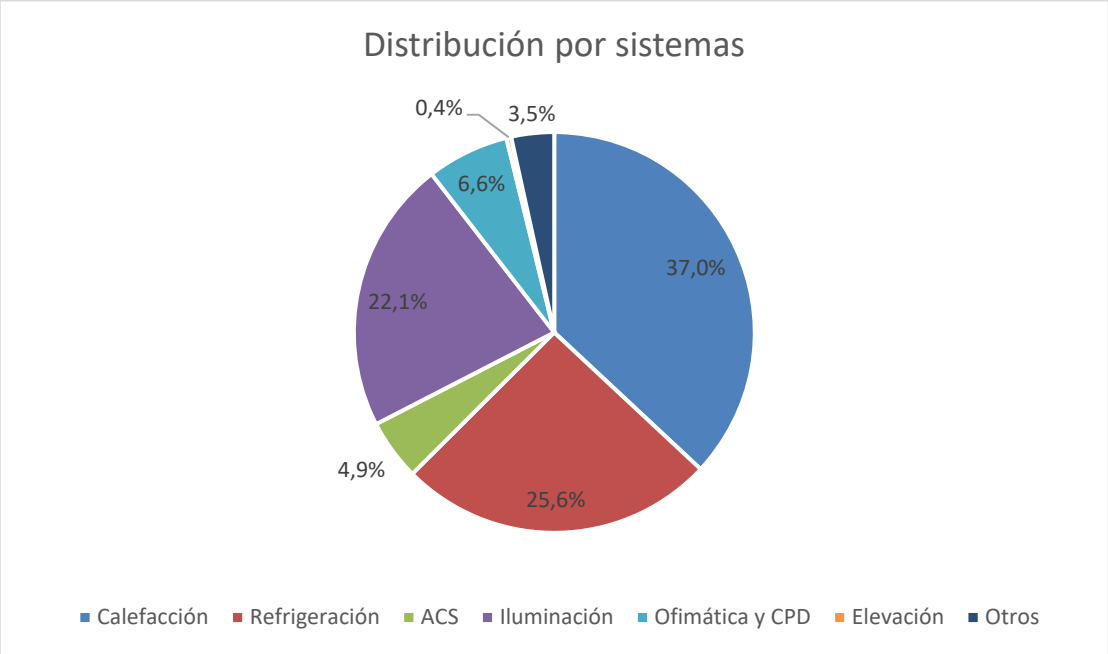


Figura 1: Distribución por sistemas de edificios con tipología de colegios en zona climática C4

Los sistemas de climatización representan de media el 62,6% del consumo total en los edificios que se engloban dentro de este apartado. Como segundo foco consumidor se encuentra la iluminación con un 22,1%. El resto de tecnologías presentan unos porcentajes menores en comparación con climatización e iluminación.

2.1.2 Centros formativos de uso continuado

A la hora de clasificar los consumos dentro de esta tipología se han tenido en cuenta los valores mínimos y máximos encontrados en las auditorías realizadas, lo que explica los rangos tan amplios para algunos sistemas. Esto también es debido al amplio rango de superficie que se ha detectado. Para la distribución por sistemas se ha obtenido el promedio ponderado de todos los edificios de los que se tiene información.

Tabla 2: Rango de consumos en edificios con tipología de centros formativos de uso continuado en zona climática C4

SISTEMA	CONSUMO (kWh/año)	CONSUMO (kWh/m^2)
Calefacción	65.000 - 815.000	23,23
Refrigeración	27.000 - 310.000	8,92
ACS	8.000 - 97.000	2,78
Iluminación	26.000 - 305.000	8,73
Ofimática y CPD	9.400 - 109.000	3,14
Elevación	900 - 10.800	0,31
Otros	26.500 - 308.000	8,82

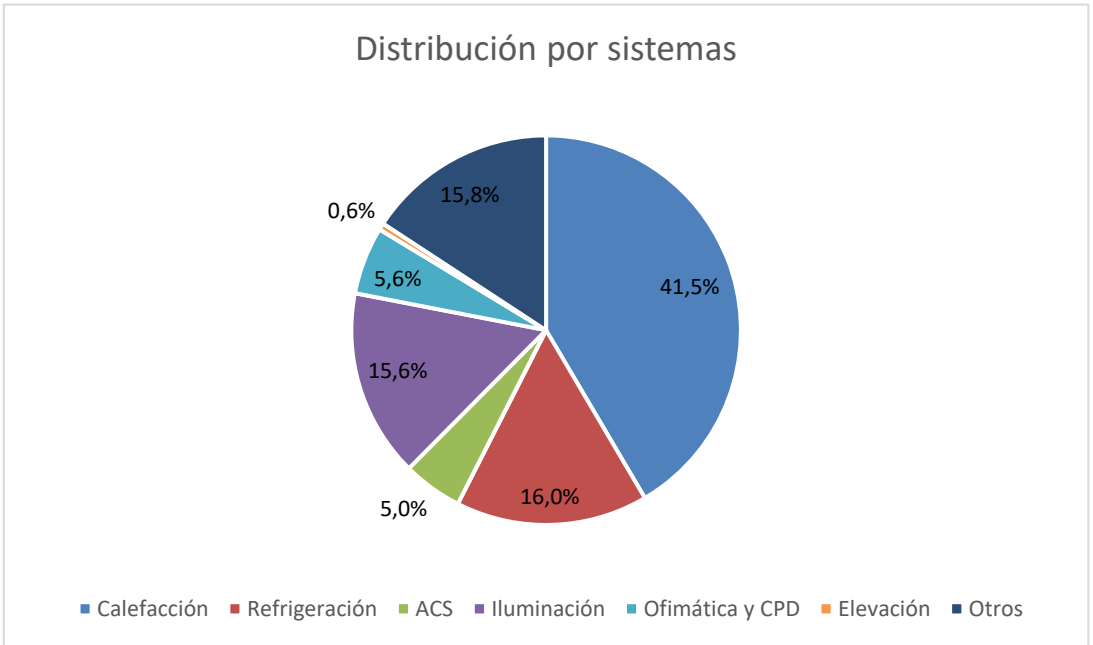


Figura 2: Distribución por sistemas en edificios con tipología de centros formativos de uso continuado en zona climática C4

La climatización supone la mayor parte del consumo, alcanzando cerca del 57,5%, seguido de la instalación de iluminación y otros consumidores de energía, sumando conjuntamente el 88,9%.

2.2 Zona climática D3

En esta zona climática se encuentran las provincias de Madrid, Lérida, Ciudad Real o Albacete, entre otras.

2.2.1 Colegios

Analizados todos los edificios de los que se tiene información se realiza la siguiente tabla indicando en ella los valores mínimos y máximos que se han obtenido para cada una de los sistemas, lo que explica nuevamente el amplio rango de valores que se han descrito. Para la distribución por sistemas se ha empleado el promedio del total de los edificios pertenecientes a esta tipología.

Tabla 3: Rango de consumos en edificios con tipología de colegios en zona climática D3

SISTEMA	CONSUMO (kWh/año)	CONSUMO (kWh/m^2)
Calefacción	7.200 - 129.000	14,36
Refrigeración	5.500 - 97.500	10,84
ACS	800 - 16.000	1,78
Iluminación	3.500 - 64.000	7,11
Ofimática y CPD	1.200 - 21.000	2,27
Elevación	150 - 1.200	0,13
Otros	500 - 9.400	1,04

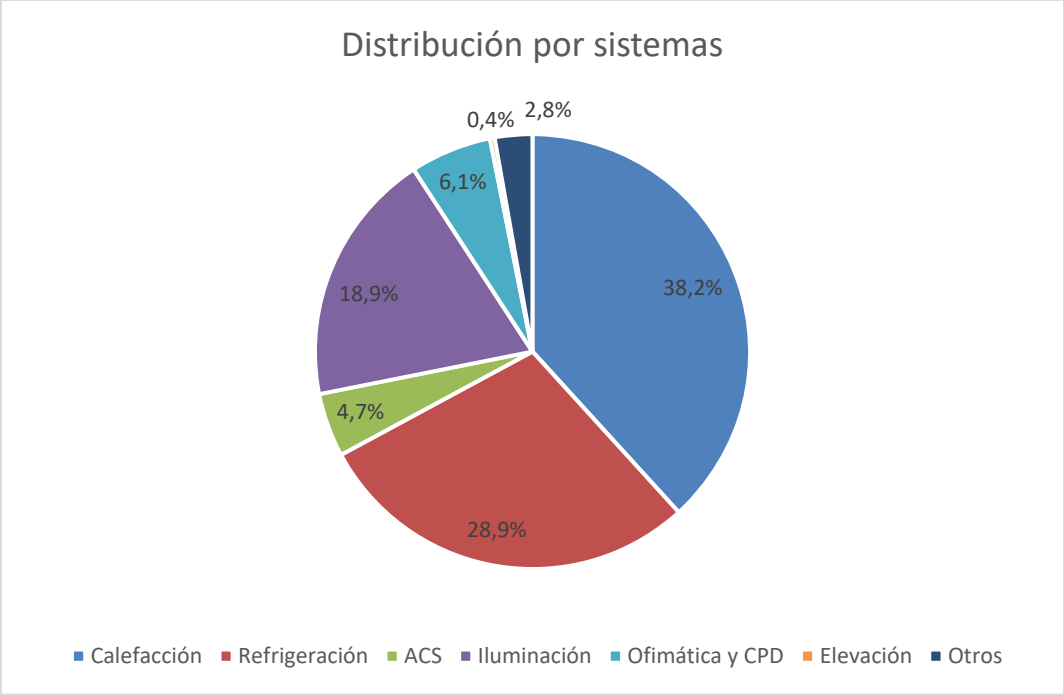


Figura 3: Distribución por sistemas de edificios con tipología de colegios en zona climática D3

Al igual que para la zona climática C3, los equipos para climatización suponen el mayor foco de consumo energético con un 67,1%. Seguido de la instalación de iluminación con un 18,9%.

2.2.2 Centros formativos de uso continuado

Una vez analizada toda la información disponible sobre los edificios de esta tipología, se han obtenido los valores de consumos máximos y mínimos que se detallan en la siguiente tabla. Con todos los valores se ha realizado el reparto de consumos por sistemas, empleando el valor promedio de todos los edificios.

Tabla 4: Rango de consumos de edificios con tipología de centros formativos de uso continuado en zona climática D3

SISTEMA	CONSUMO (kWh/año)	CONSUMO (kWh/m^2)
Calefacción	80.000 - 935.000	26,71
Refrigeración	30.800 - 360.000	10,26
ACS	7.500 - 88. 000	2,50
Iluminación	31.000 - 366.000	10,47

Ofimática y CPD	9.000 - 104.000	2,98
Elevación	1.000 - 12.200	0,35
Otros	23.800 - 270.000	7,94

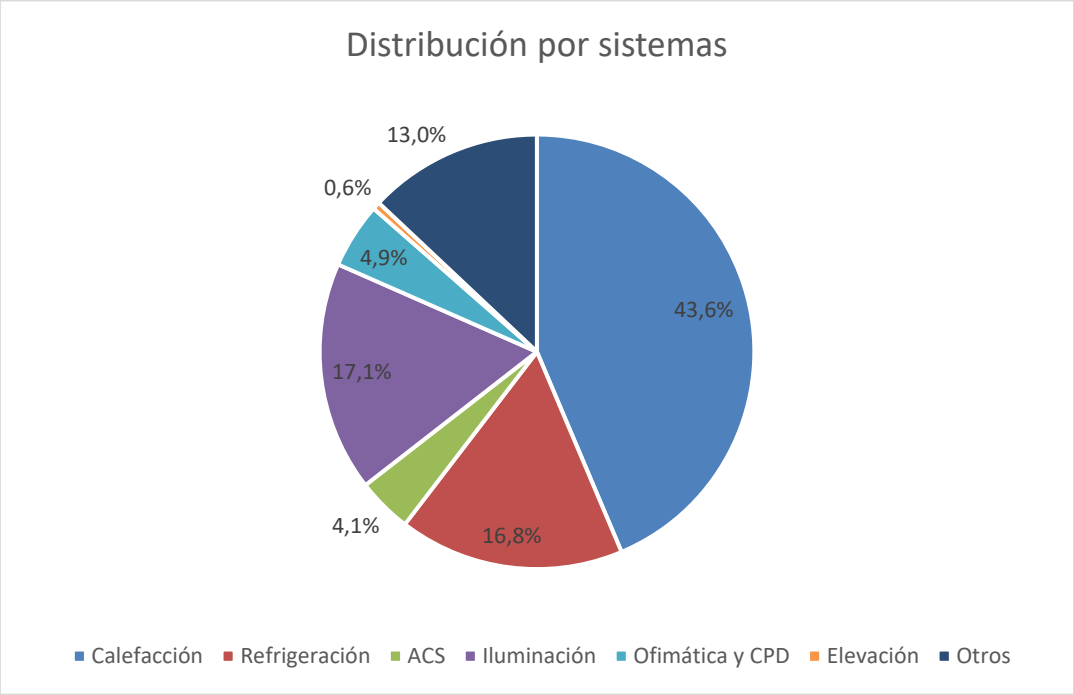


Figura 4: Distribución por sistemas de edificios con tipología de centros de formación de uso continuado en zona climática D3

La climatización supone un 60,4% del total del consumo en los edificios de esta tipología en una zona climática D3. Nuevamente está seguido por el consumo en iluminación y otros consumidores, sumando conjuntamente el 90,5%.

2.3 Zona climática E1

En esta zona climática se encuentran las provincias de Ávila, Soria o Burgos, entre otras.

2.3.1 Colegios

Analizados los edificios de los que se tiene información se presenta la siguiente tabla indicando los valores entre los que se ubican los consumos por sistema en los edificios, indicando un rango entre el mínimo y el máximo valor detectados. Para la distribución por sistemas se ha empleado un promedio del total de los edificios pertenecientes a esta tipología.

Tabla 5: Rango de consumos de edificios con tipología de colegios en zona climática E1

SISTEMA	CONSUMO (kWh/año)	CONSUMO (kWh/m^2)
Calefacción	8.500 - 150.800	16,85
Refrigeración	5.800 - 105.000	11,77
ACS	900 - 16.900	1,88
Iluminación	3.500 - 61.300	6,82
Ofimática y CPD	1.500 - 25.600	2,85
Elevación	120 - 1.150	0,10
Otros	650 - 11.500	1,28

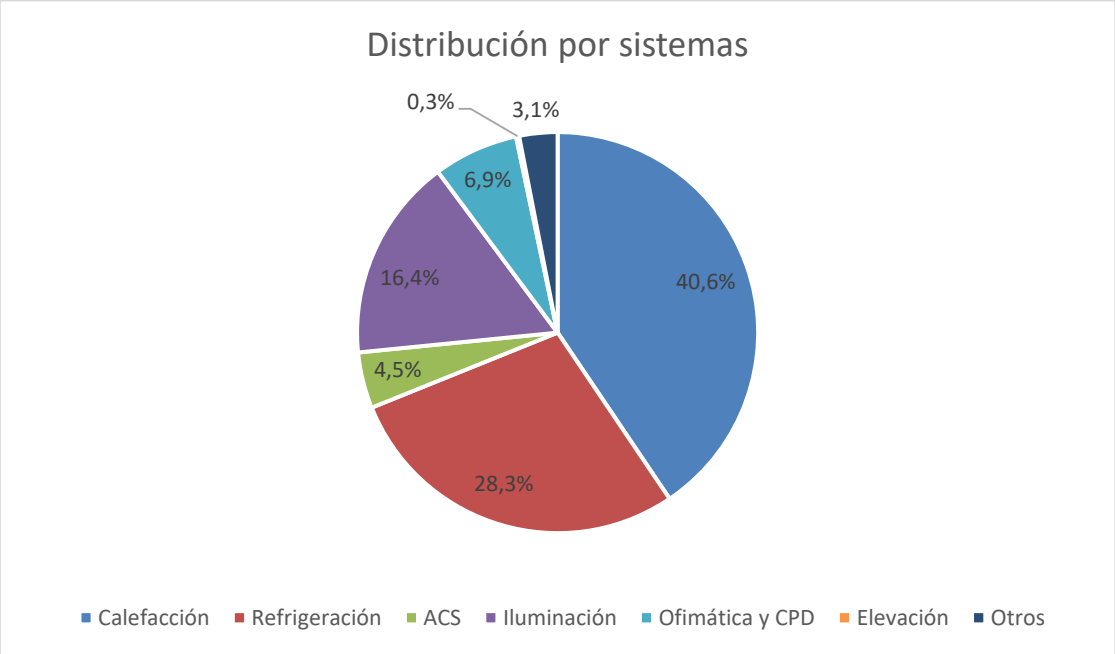


Figura 5: Distribución por sistemas de edificios con tipología de colegios en zona climática E1

El mayor foco de consumo lo conforman los sistemas de climatización con un 68,9%, seguido por iluminación con un 16,4% y en menor medida por equipos ofimáticos con un 6,9%.

2.3.2 Centros de formación de uso continuado

Los datos relativos a consumo de los diferentes sistemas han sido obtenidos seleccionando los mínimos y máximos valores dentro del total de edificios analizados.

Con toda la información utilizada, se ha realizado un promedio para realizar el gráfico de reparto por sistemas.

Tabla 6: Rango de consumos en edificios con tipología de centro de formación de uso continuado en zona climática E1

SISTEMA	CONSUMO (kWh/año)	CONSUMO (kWh/m^2)
Calefacción	90.000 - 1.030.000	29,38
Refrigeración	34.000 - 390.000	11,29
ACS	7.800 - 90.000	2,62
Iluminación	28.700 - 330.000	9,42
Ofimática y CPD	7.000 - 105.000	2,38
Elevación	800 - 11.500	0,31
Otros	26.500 - 305.000	8,74

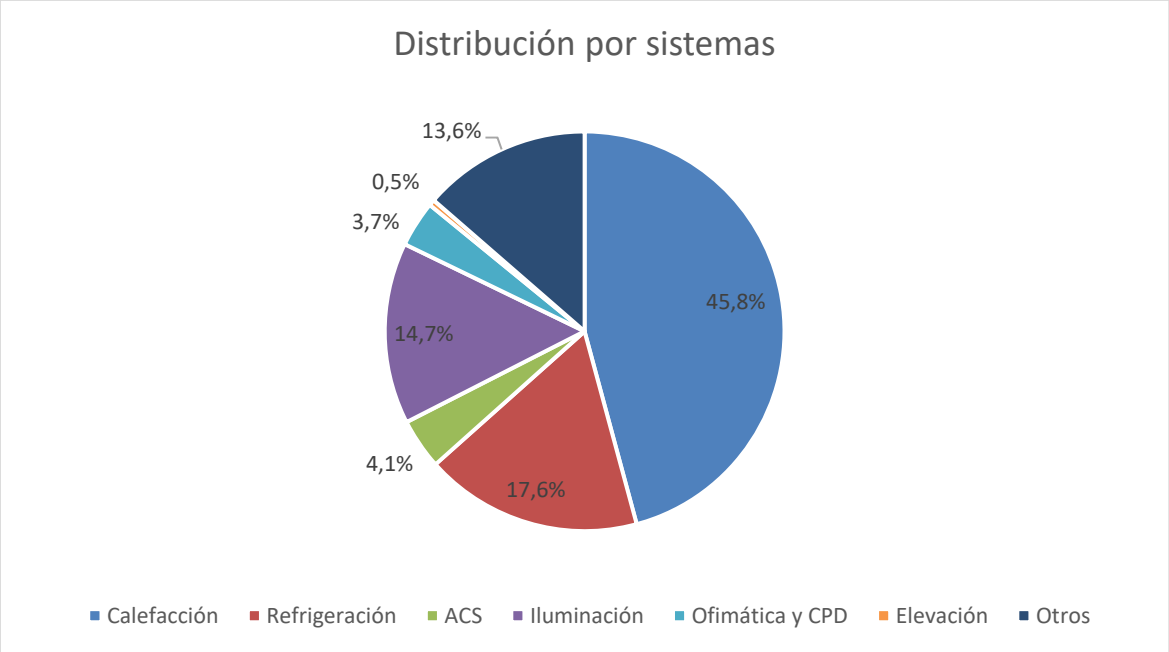


Figura 6: Distribución por sistemas en edificios con tipología de centro e formación de uso continuado en zona climática E1

El sistema de climatización representa el 63,4% del consumo registrado en los edificios objeto de estudio en este apartado. Nuevamente está seguido del sistema de iluminación con un 14,7%, seguido otros consumidores, que representa el 13,6%.

3 Propuesta de actuación de mejora

A continuación, se muestran las medidas de eficiencia energética propuestas y realizadas dentro de la tipología. Se dividen por tipología de centro y a su vez por sistema, pero no por zona climática.

3.1 Colegios

3.1.1 Iluminación

- Sustitución de luminarias convencionales por tecnología LED.
- Instalación de detectores de presencia para el control del encendido.

3.1.2 Climatización

- Instalación de variadores de frecuencia en las bombas de impulsión de agua climatizada.
- Sustitución de equipos obsoletos por un sistema de climatización centralizada con un mayor rendimiento energético.

3.1.3 Sistemas pasivos

- Reducción de la transmitancia de la envolvente.
- Sustitución de la carpintería actual.

3.1.4 ACS

- Conexionado de la instalación solar térmica para producción de ACS.

3.1.5 Suministros

- Instalación de paneles solares fotovoltaicos.
- Monitorización y gestión de los consumos energéticos.
- Optimización del término de potencia.

3.1.6 Ofimática y CPD

- Incorporación de regletas inteligentes para el control de los equipos ofimáticos.

3.2 Centros formativos de uso continuado

3.2.1 Iluminación

- Sustitución de luminarias convencionales por tecnología LED.
- Instalación de detectores de presencia en los pasillos y aseos.
- Implantación de sistemas de control de la iluminación.

3.2.2 Climatización

- Instalación de variadores de frecuencia en las bombas de impulsión de agua climatizada.
- Sustitución de los quemadores actuales por quemadores modulantes con control de O_2 en continuo.
- Instalación de un sistema centralizado de climatización.
- Sustitución de las calderas actuales por calderas de condensación.

3.2.3 Sistemas pasivos

- Reducción de la transmitancia de la envolvente.
- Sustitución de la carpintería actual.

3.2.4 ACS

- Instalación de un sistema solar térmico para ACS.

3.2.5 Suministros

- Instalación de paneles solares fotovoltaicos.
- Optimización del término de potencia.
- Monitorización y gestión de los consumos energéticos.
- Instalación/revisión de baterías de condensadores.

3.2.6 Ofimática y CPD

- Incorporación de regletas inteligentes para el control de los equipos ofimáticos.

4 Ahorros conseguidos

Se presentan a continuación los ahorros que se logran con la implantación de estas medidas, clasificadas por tipología de edificios y ordenadas de menor a mayor en función del periodo de retorno.

Se ha utilizado el mínimo y el máximo de entre todos los centros para el ahorro energético, ahorro económico, inversión y periodo de retorno. Para poder ordenar por periodo de retorno, se ha calculado el promedio del periodo de retorno medio entre todos los centros donde se estudió la propuesta.

Es importante indicar que para la medida “Sustitución de luminarias convencionales por tecnología LED” se muestran los resultados globales, sin diferenciar tipo de luminaria, independientemente del número de luminarias sustituidas.

Aquellas medidas que únicamente se propusieron para un centro se han incluido también en la tabla, indicando los valores ponderados obtenidos con su implantación.

4.1 Colegios

En la siguiente tabla se recogen los ahorros esperados al implantar cada medida, así como la inversión y el periodo de retorno.

Tabla 7: Medidas propuestas

Sistema	Medida	Ahorro energético (kWh)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Periodo de retorno (años)	Periodo de retorno medio (años)
Suministros	Optimización del término de potencia	-	250 - 4.500	50 - 500	-	-
Ofimática y CPD	Incorporación de regletas inteligentes para el control de los equipos ofimáticos	250 - 4.500	70 - 1.300	120 - 2.500	2,2 - 5,3	2,8
Suministros	Monitorización y gestión de los consumos energéticos	2.200 - 55.000	450 - 8.900	600 - 3.500	1,3 - 7,7	3,5
Iluminación	Instalación de detectores de presencia	400 - 7.300	60 - 1.150	260 - 4.800	3,1 - 4,9	4,1
Iluminación	Sustitución de luminarias convencionales por tecnología LED	5.500 - 99.000	800 - 16.500	3.500 - 72.500	2,5 -5,2	4,7
ACS	Conexionado de la instalación solar térmica para producción de ACS	400 - 7.500	50 - 1.500	500 - 12.000	4,7 - 8,9	6,2

Sistema	Medida	Ahorro energético (kWh)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Periodo de retorno (años)	Periodo de retorno medio (años)
Climatización	Instalación de variadores de frecuencia en las bombas de impulsión de agua climatizada	400 - 6.900	80 - 1.500	500 - 10.000	1,5 - 8,7	6,2
Climatización	Reducción de la transmitancia de la envolvente	8.000 - 145.000	150 - 1.700	1.500 - 20.800	11,8 - 19,5	12,2
Suministros	Instalación de paneles solares fotovoltaicos	2.000 - 36.000	130 - 2.500	2.000 - 43.000	5,5 - 17,6	14,8
Climatización	Sustitución de la carpintería actual	300 - 21.500	50 - 2.500	2.000 - 50.500	5,2 - 29,5	19,8
Climatización	Sustitución de equipos obsoletos por un sistema de climatización centralizada con un mayor rendimiento energético	8.000 - 150.000	900 - 18.500	25.000 - 505.000	13,6 - 28	20,5

4.2 Centros de formación de uso continuado

En la siguiente tabla se recogen los ahorros esperados al implantar cada medida, así como la inversión y el periodo de retorno.

Tabla 8: Medidas propuestas en edificios de tipología centros de formación de uso continuado

Sistema	Medida	Ahorro energético (kWh)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Periodo de retorno (años)	Periodo de retorno medio (años)
Suministros	Optimización del término de potencia	-	2.500 - 13.000	100 - 500	-	-
Iluminación	Implantación de sistemas de control de la iluminación	200 - 2.500	30 - 350	60 - 800	1,3 - 2,7	2,2
Ofimática y CPD	Incorporación de regletas inteligentes para el control de los equipos ofimáticos	1.500 - 18.000	400 - 5.500	700 - 9.500	2,2 - 5,1	2,8
Suministros	Monitorización y gestión de los consumos energéticos	1.500 - 20.000	250 - 4.500	700 - 8.500	1,0 - 7,9	2,8
Iluminación	Instalación de detectores de presencia	3.000 - 32.000	500 - 6.000	2.000 - 18.000	2,4 - 4,3	3,1
Climatización	Instalación de variadores de frecuencia en las bombas de impulsión de agua climatizada	3.000 - 16.500	400 - 2.200	3.500 - 8.000	2,1 - 8.9	3,6

Sistema	Medida	Ahorro energético (kWh)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Periodo de retorno (años)	Periodo de retorno medio (años)
Iluminación	Sustitución de luminarias convencionales por tecnología LED	42.000 - 290.000	7.000 - 60.000	35.000 - 250.000	3,5 - 8,2	4,2
Suministros	Instalación/revisión de baterías de condensadores	-	400 - 1.500	2.500 - 10.000	1,1 - 7,8	5,4
Climatización	Sustitución de los quemadores actuales por quemadores modulantes con control de O_2 en continuo	20.000 - 160.000	1.200 - 7.000	7.000 - 45.000	5,0 - 7,5	5,8
ACS	Instalación de un sistema solar térmico para ACS	3.000 - 25.000	700 - 4.000	6.000 - 35.000	5,2 - 17,8	7,2
Suministros	Instalación de paneles solares fotovoltaicos	3.000 - 120.000	300 - 5.900	4.000 - 100.000	4,2 - 18,2	9,5
Climatización	Sustitución de las calderas actuales por calderas de condensación	5.000 - 70.000	700 - 4.200	13.000 - 60.000	10,5 - 25,6	14,3

Sistema	Medida	Ahorro energético (kWh)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Periodo de retorno (años)	Periodo de retorno medio (años)
Climatización	Sustitución de la carpintería actual	300 - 55.000	50 - 5.200	3.500 - 100.000	5,7 - 35,0	17,2
Climatización	Reducción de la transmitancia de la envolvente	5.000 - 52.000	400 - 5.200	6.000 - 85.000	13,5 - 27,5	17,8
Climatización	Instalación de un sistema centralizado de climatización	60.000 - 420.000	8.000 - 60.000	240.000 - 1.500.000	15,7 - 35	25,1

HOTELES

CONSUMOS, ACTUACIONES DE MEJORA Y POTENCIALES AHORROS

Hoteles

1 Definición de los edificios tipo representativos

Los edificios acondicionados para otorgar servicio de alojamiento a personas se han dividido en tres tipologías: Hotel urbano, Hotel vacacional y Apartahotel.

A continuación, se procede a definir las características principales de estas tipologías.

1.1 Hotel Urbano

Hotel urbano: ubicados en las zonas céntricas de poblaciones o áreas metropolitanas. Consumo durante todo el año. El perfil de clientes es turismo de corta estancia y de negocios. Instalaciones centralizadas.

En estos hoteles se destaca un horario continuo con apertura 24h al día los 365 días del año.

A continuación, se muestran las ratios de estos establecimientos.

- Superficie: 500 m^2 – 30.000 m^2
- Consumo eléctrico: 50 MWh/año – 10 GWh/año
- Consumo térmico: 6 MWh/año – 5 GWh/año
- Consumo total: 61 MWh/año – 12,2 GWh/año
- Usuarios al día: 10 - 600 personas

Respecto a la tipología media de un Hotel Urbano, los datos serían:

- Superficie: 15.000 m^2
- Consumo eléctrico: 5,5 GWh
- Consumo térmico: 2,6 GWh
- Consumo total: 8,1 GWh
- Usuarios al día: 350 personas
- Nivel medio de carga interna: medio- alta con 10 W/m^2
- Muestra utilizada: 10

1.2 Hotel Vacacional

Hotel vacacional: ubicados en zonas apartadas de los grandes conos urbanos. Consumo estacional. Turismo de larga estancia. Instalaciones centralizadas.

A continuación, se muestran las ratios de estos establecimientos.

- Superficie: 4.000 m^2 – 70.000 m^2
- Consumo eléctrico: 220 MWh/año -15 GWh/año
- Consumo térmico: 100 MWh/año – 6 GWh/año
- Consumo total: 350 MWh/año – 19 GWh/año

- Usuarios al día: 48 - 840 personas

Respecto a la tipología media de un Hotel Vacacional, los datos serían:

- Superficie: 30.000 m^2
- Consumo eléctrico: 7 GWh
- Consumo térmico: 3 GWh
- Consumo total: 10 GWh
- Usuarios al día: 390 personas
- Nivel medio de carga interna: medio- alta con 10 W/m^2
- Muestra utilizada: 7

1.3 Apartahotel

Ubicados tanto en zonas céntricas como en zonas apartadas. Turismo de larga y corta estancia. Instalaciones autónomas para cada apartamento

A continuación, se muestran las ratios de estos establecimientos.

- Superficie: 500 m^2 – 30.000 m^2
- Consumo eléctrico: 12 MWh/año – 8 GWh/año
- Consumo térmico: 0 MWh/año – 3.5 GWh/año
- Consumo total: 20 MWh/año – 10 GWh/año
- Usuarios al día: 10 - 600 personas

Respecto a la tipología media de un Apartahotel, los datos serían:

- Superficie: 17.000 m^2
- Consumo eléctrico: 4,8 GWh
- Consumo térmico: 1,9 GWh
- Consumo total: 6,7 GWh
- Usuarios al día: 300 personas
- Nivel medio de carga interna: medio con 7 W/m^2
- Muestra utilizada: 8

2 Estudio de consumos

A continuación, se presenta la distribución de consumo por sistema para cada tipología de edificio. Debido a que la zona climática donde se encuentre el centro influye bastante en algunos sistemas como climatización e iluminación, también se clasificarán por las zonas climáticas a las que pertenezcan.

Se ha dividido el consumo entre Climatización, ACS, Iluminación y Otros.

Dentro de la tipología de otros están englobados los siguientes consumos: bombeo de piscina y riego, elevación, cocina, lavandería, ofimática y multimedia, etc.

2.1 Zona climática Mediterránea

2.1.1 Hotel Urbano

A continuación, se presenta una tabla con los consumos de este tipo de alojamientos, así como una gráfica con el porcentaje que supone cada sistema respecto al total del consumo energético. Esto se ha obtenido tras el análisis de los hoteles auditados.

Para la realización de la siguiente tabla se ha cogido el valor mínimo y máximo entre los establecimientos auditados, lo que explica los rangos tan grandes para algunos sistemas, ya que la superficie de estos centros también se incluye en un rango amplio. Para la distribución por sistemas se ha obtenido el promedio ponderado de todos los centros de los que se tiene información.

Tabla 1: Rango de consumos de centros con tipología de Hotel Urbano en zona climática Mediterránea

SISTEMA	CONSUMO (kWh)
Climatización	32.500 - 4.500.000
ACS	5.000 - 1.000.000
Iluminación	15.000 - 3.000.000
Otros	8.000 - 2.000.000

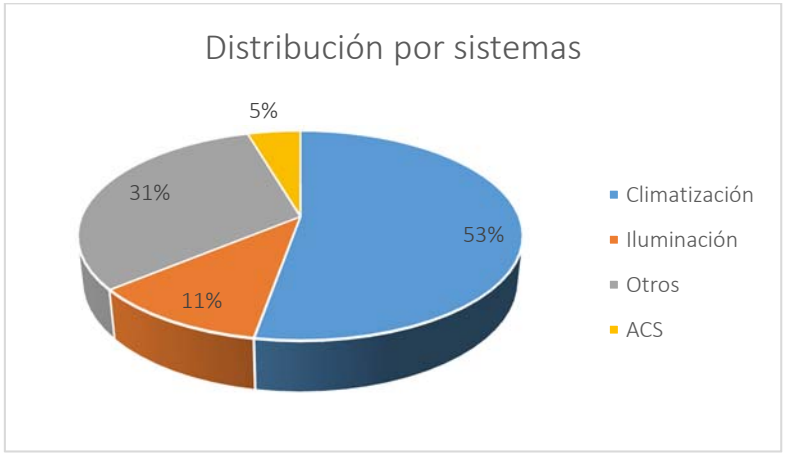


Figura 1: Distribución por sistemas de centros con tipología de Hotel Urbano en zona climática Mediterránea

2.1.2 Hotel Vacacional

A continuación, se presenta una tabla con los consumos de este tipo de alojamientos, así como una gráfica con el porcentaje que supone cada sistema respecto al total del consumo energético. Esto se ha obtenido tras el análisis de los hoteles auditados.

Para la realización de la siguiente tabla se ha cogido el valor mínimo y máximo entre los establecimientos auditados, lo que explica los rangos tan grandes para algunas instalaciones, ya que la superficie de estos centros también se incluye en un rango amplio. Para la distribución por sistemas se ha obtenido el promedio ponderado de todos los centros de los que se tiene información.

Tabla 2: Rango de consumos de centros con tipología de Hotel Vacacional en zona climática Mediterránea

SISTEMA	CONSUMO (kWh)
Climatización	200.000 - 7.000.000
ACS	15.000 - 1.500.000
Iluminación	20.000 - 4.500.000
Otros	80.000 – 4.000.000

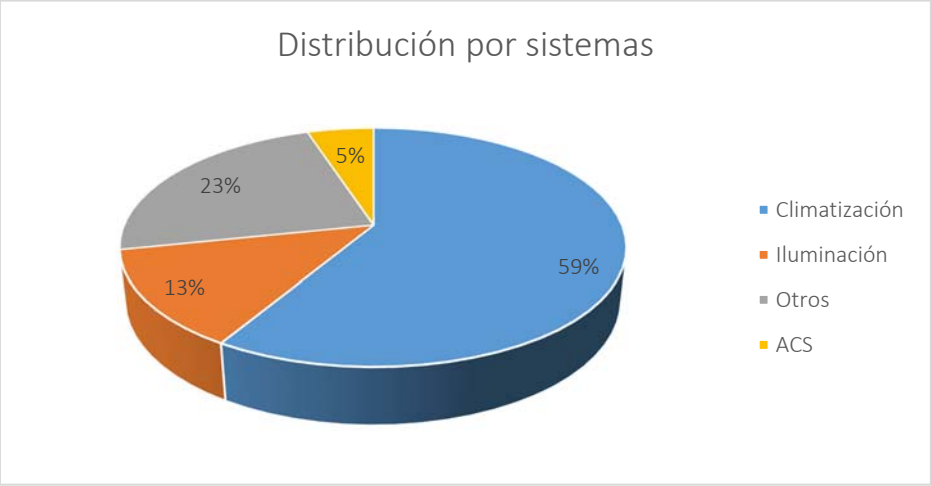


Figura 2: Distribución por sistemas de centros con tipología de Hotel Vacacional en zona climática Mediterránea

2.1.3 Apartahotel

A continuación, se presenta una tabla con los consumos de este tipo de alojamientos, así como una gráfica con el porcentaje que supone cada sistema respecto al total del consumo energético. Esto se ha obtenido tras el análisis de los centros auditados.

Para la realización de la siguiente tabla se ha cogido el valor mínimo y máximo entre los establecimientos auditados, lo que explica los rangos tan grandes para algunos sistemas, ya que la superficie de estos centros también se incluye en un rango amplio. Para la distribución por sistemas se ha obtenido el promedio ponderado de todos los centros de los que se tiene información.

Tabla 3: Rango de consumos de centros con tipología de Apartahotel en zona climática Mediterránea

SISTEMA	CONSUMO (kWh)
Climatización	12.000 - 3.000.000

ACS	1.000 - 800.000
Iluminación	5.000 - 3.000.000
Otros	2.000 – 2.000.000

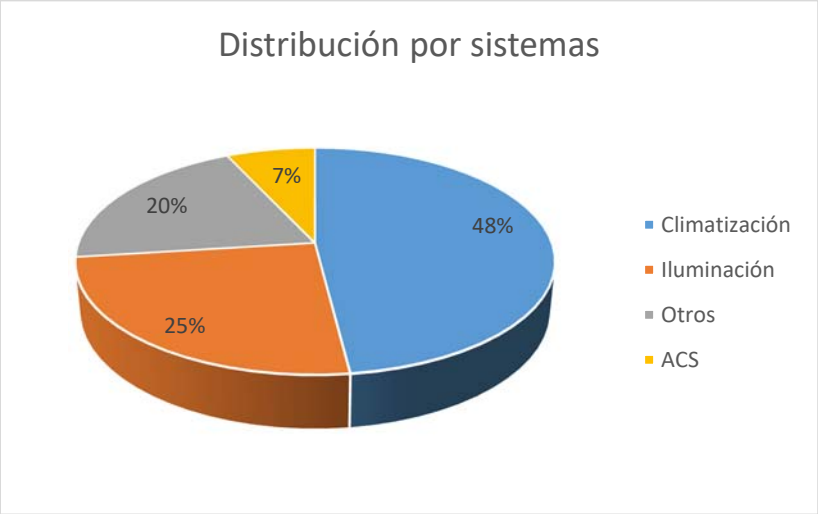


Figura 3: Distribución por sistemas de centros con tipología de Apartahotel en zona climática Mediterránea

2.2 Zona climática Atlántica

2.2.1 Hotel Urbano

A continuación, se presenta una tabla con los consumos de este tipo de alojamientos, así como una gráfica con el porcentaje que supone cada sistema respecto al total del consumo energético. Esto se ha obtenido tras el análisis de los centros auditados.

Para la realización de la siguiente tabla se ha cogido el valor mínimo y máximo entre los establecimientos auditados, lo que explica los rangos tan grandes para algunos sistemas, ya que la superficie de estos centros también se incluye en un rango amplio. Para la distribución por sistemas se ha obtenido el promedio ponderado de todos los centros de los que se tiene información.

Tabla 4: Rango de consumos de centros con tipología de Hotel Urbano en zona climática Atlántica

SISTEMA	CONSUMO (kWh)
Climatización	35.000 - 4.800.000
ACS	5.300 - 1.100.000
Iluminación	15.000 - 3.000.000
Otros	8.000 - 2.000.000

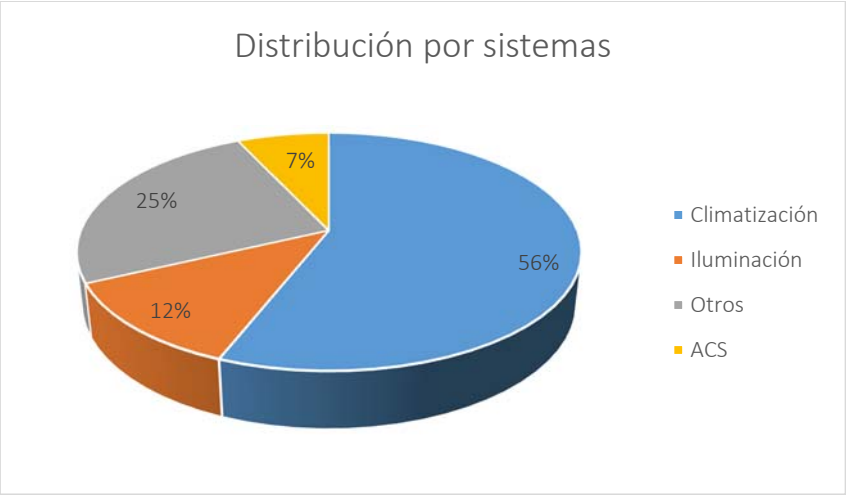


Figura 4: Distribución por sistemas de centros con tipología de Hotel Urbano en zona climática Atlántica

2.2.2 Hotel Vacacional

A continuación, se presenta una tabla con los consumos de este tipo de alojamientos, así como una gráfica con el porcentaje que supone cada sistema respecto al total del consumo energético. Esto se ha obtenido tras el análisis de los centros auditados.

Para la realización de la siguiente tabla se ha cogido el valor mínimo y máximo entre los establecimientos auditados, lo que explica los rangos tan grandes para algunos sistemas, ya que la superficie de estos centros también se incluye en un rango amplio. Para la distribución por sistemas se ha obtenido el promedio ponderado de todos los centros de los que se tiene información.

Tabla 5: Rango de consumos de centros con tipología de Hotel Vacacional en zona climática Atlántica

SISTEMA	CONSUMO (kWh)
Climatización	220.000 - 7.700.000
ACS	16.000 - 1.600.000
Iluminación	20.000 - 4.500.000
Otros	80.000 – 4.000.000

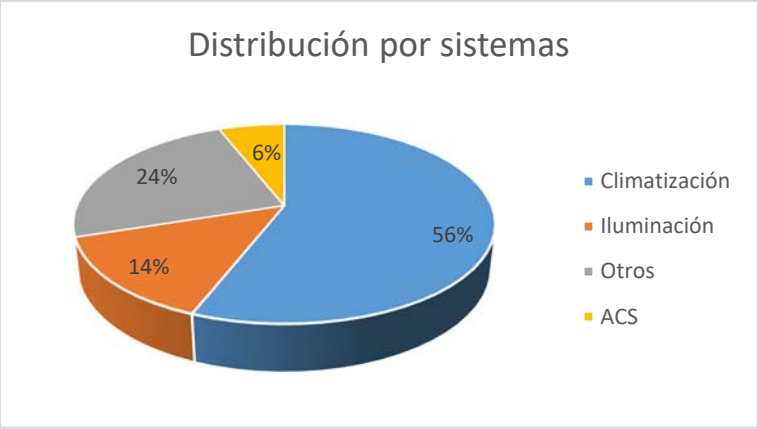


Figura 5: Distribución por sistemas de centros con tipología de Hotel Vacacional en zona climática Atlántica

2.2.3 Apartahotel

A continuación, se presenta una tabla con los consumos de este tipo de alojamientos, así como una gráfica con el porcentaje que supone cada sistema respecto al total del consumo energético. Esto se ha obtenido tras el análisis de los centros auditados.

Para la realización de la siguiente tabla se ha cogido el valor mínimo y máximo entre los establecimientos auditados, lo que explica los rangos tan grandes para algunos sistemas, ya que la superficie de estos centros también se incluye en un rango amplio. Para la distribución por sistemas se ha obtenido el promedio ponderado de todos los centros de los que se tiene información.

Tabla 6: Rango de consumos de centros con tipología de Apartahotel en zona climática Atlántica

SISTEMA	CONSUMO (kWh)
Climatización	12.000 - 3.300.000
ACS	1.000 - 850.000
Iluminación	5.000 - 3.000.000
Otros	2.000 – 2.000.000

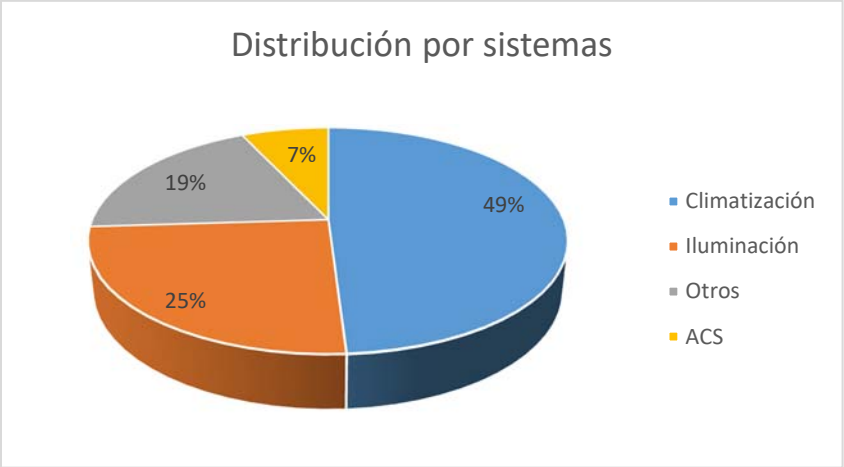


Figura 6: Distribución por sistemas de centros con tipología de Apartahotel en zona climática Atlántica

2.3 Zona climática Continental

2.3.1 Hotel Urbano

A continuación, se presenta una tabla con los consumos de este tipo de alojamientos, así como una gráfica con el porcentaje que supone cada sistema respecto al total del consumo energético. Esto se ha obtenido tras el análisis de los centros auditados.

Para la realización de la siguiente tabla se ha cogido el valor mínimo y máximo entre los establecimientos auditados, lo que explica los rangos tan grandes para algunos sistemas, ya que la superficie de estos centros también se incluye en un rango amplio. Para la distribución por sistemas se ha obtenido el promedio ponderado de todos los centros de los que se tiene información.

Tabla 7: Rango de consumos de centros con tipología de Hotel Urbano en zona climática Continental

SISTEMA	CONSUMO (kWh)
Climatización	40.000 – 6.000.000
ACS	6.000 - 1.200.000
Iluminación	15.000 - 3.000.000
Otros	8.000 - 2.000.000

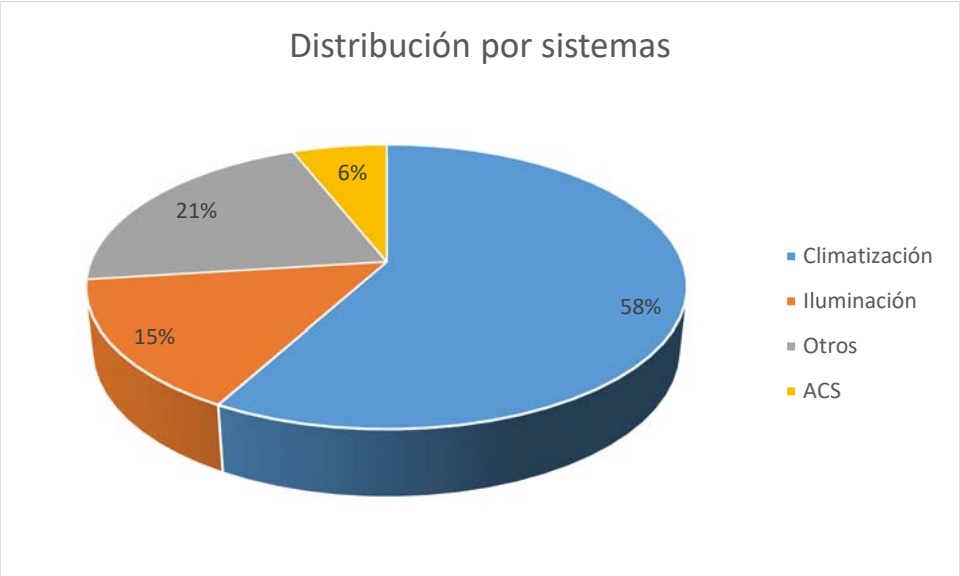


Figura 7: Distribución por sistemas de centros con tipología de Hotel Urbano en zona climática Continental

2.3.2 Hotel Vacacional

A continuación, se presenta una tabla con los consumos de este tipo de alojamientos, así como una gráfica con el porcentaje que supone cada sistema respecto al total del consumo energético. Esto se ha obtenido tras el análisis de los centros auditados.

Para la realización de la siguiente tabla se ha cogido el valor mínimo y máximo entre los establecimientos auditados, lo que explica los rangos tan grandes para algunos sistemas, ya que la superficie de estos centros también se incluye en un rango amplio. Para la distribución por sistemas se ha obtenido el promedio ponderado de todos los centros de los que se tiene información.

Tabla 8: Rango de consumos de centros con tipología de Hotel Vacacional en zona climática Continental

SISTEMA	CONSUMO (kWh)
Climatización	250.000 - 8.400.000
ACS	18.000 - 1.800.000
Iluminación	20.000 - 4.500.000
Otros	80.000 – 4.000.000

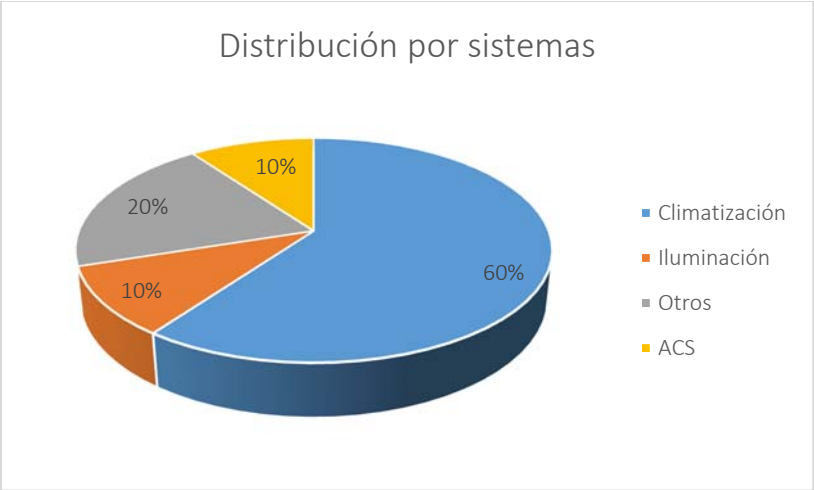


Figura 8: Distribución por sistemas de centros con tipología de Hotel Vacacional en zona climática Continental

2.3.3 Apartahotel

A continuación, se presenta una tabla con los consumos de este tipo de alojamientos, así como una gráfica con el porcentaje que supone cada sistema respecto al total del consumo energético. Esto se ha obtenido tras el análisis de los centros auditados.

Para la realización de la siguiente tabla se ha cogido el valor mínimo y máximo entre los establecimientos auditados, lo que explica los rangos tan grandes para algunos sistemas, ya que la superficie de estos centros también se incluye en un rango amplio. Para la distribución por sistemas se ha obtenido el promedio ponderado de todos los centros de los que se tiene información.

Tabla 9: Rango de consumos de centros con tipología de Apartahotel en zona climática Continental

SISTEMA	CONSUMO (kWh)
Climatización	12.000 - 3.900.000
ACS	1.000 – 1.000.000
Iluminación	5.000 - 3.000.000
Otros	2.000 – 2.000.000

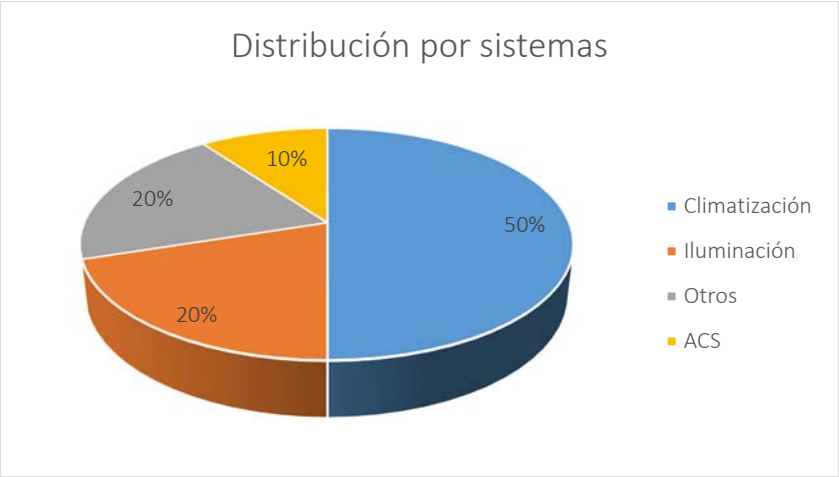


Figura 9: Distribución por sistemas de centros con tipología de Apartahotel en zona climática Continental

3 Propuesta de actuación de mejora

A continuación, se muestran las medidas de eficiencia energética propuestas y realizadas. Se dividen por tipología de alojamiento y a su vez por sistema, pero no por zona climática.

3.1 Hotel Urbano

3.1.1 Iluminación

- Sustitución de luminarias convencionales por tecnología LED.
- Instalación de detectores de presencia en los pasillos.
- Instalación de detectores de presencia en zonas poco transitadas.

3.1.2 Climatización

- Sustitución de enfriadoras por unas de mayor rendimiento.
- Instalación de variadores de frecuencia en las bombas de impulsión de agua climatizada.
- Instalación de variadores de frecuencia en motores de las climatizadoras.
- Sustitución de calderas actuales por calderas de condensación.
- Aislamiento de las tuberías y válvulas de las redes de agua caliente.
- Sustitución de la carpintería actual.
- Instalación de Sistema SATE.

3.1.3 ACS

- Instalación de un sistema solar térmico para ACS.

3.1.4 Suministros

- Monitorización y gestión de los consumos energéticos.
- Instalación Mini-cogeneración.
- Instalación de paneles fotovoltaicos.

3.2 Hotel Vacacional

3.2.1 Iluminación

- Sustitución de luminarias convencionales por tecnología LED.
- Instalación de detectores de presencia en los pasillos y zonas poco transitadas.

3.2.2 Climatización

- Sustitución de enfriadoras por unas de mayor rendimiento.
- Instalación de variadores de frecuencia en las bombas de impulsión de agua climatizada.
- Instalación de variadores de frecuencia en motores de las climatizadoras.
- Sustitución de calderas actuales por calderas de condensación.
- Aislamiento de las tuberías y válvulas de las redes de agua caliente.
- Sustitución de la carpintería actual.
- Instalación de Sistema SATE.

3.2.3 ACS

- Instalación solar térmica para ACS.

3.2.4 Suministros

- Monitorización y gestión de los consumos energéticos.
- Instalación Mini-cogeneración.
- Instalación de paneles fotovoltaicos.

3.3 Apartahotel

3.3.1 Iluminación

- Sustitución de luminarias convencionales por tecnología LED.
- Instalación de detectores de presencia en los pasillos y zonas poco transitadas.

3.3.2 Climatización

- Sustitución de equipos autónomos con mayor rendimiento.
- Sustitución de calderas actuales por calderas de condensación.
- Sustitución de la carpintería actual.
- Instalación de Sistema SATE.

3.3.3 ACS

- Instalación solar térmica para ACS.

3.3.4 Suministros

- Monitorización y gestión de los consumos energéticos.

4 Ahorros conseguidos

Se presenta a continuación los ahorros que se logran con la implantación de estas medidas. Se ha utilizado el mínimo y el máximo de entre todos los alojamientos para el ahorro energético, ahorro económico, inversión y periodo de retorno. Para poder ordenar por periodo de retorno, se ha calculado el periodo de retorno medio entre todos los centros donde se estudió la propuesta.

4.1 Hotel Urbano

En la siguiente tabla se recogen los ahorros esperados al implantar cada medida, así como la inversión y el periodo de retorno. Se han considerado los valores medios

Tabla 10: Medidas propuestas en centros de tipología Hotel Urbano

Sistema	Medida	Ahorro energético (kWh)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Periodo de retorno (años)
Iluminación	Sustitución de luminarias convencionales por tecnología LED	500.000	60.000	140.000	2,3
Iluminación	Instalación de detectores de presencia en los pasillos	100.000	12.000	18.000	1,5
Climatización	Sustitución de equipos autónomos con mayor rendimiento	160.000	19.200	140.000	7,3
Climatización	Instalación de variadores de frecuencia en las bombas de impulsión de agua climatizada	85.000	7.000	15.000	2,14
Climatización	Instalación de variadores de frecuencia en motores de las climatizadoras	90.000	10.800	45.000	4,16
Climatización	Sustitución de calderas actuales por calderas de condensación	250.000	10.000	50.000	5
Climatización	Aislamiento de las tuberías y válvulas de las redes de agua caliente	100.000	4.000	5.200	1,3

Sistema	Medida	Ahorro energético (kWh)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Periodo de retorno (años)
Climatización	Sustitución de la carpintería actual	165.000	12.500	150.000	12
Climatización	Instalación de Sistema SATE	530.000	40.000	500.000	12,5
ACS	Instalación de un sistema solar térmico para ACS	120.000	4.800	45.000	9,3
Suministros	Monitorización y gestión de los consumos energéticos	200.000	16.800	42.000	2,5
Suministros	Cogeneración	-	110.000	800.000	7,3
Suministros	Instalación de paneles solares fotovoltaicos	500.000	60.000	550.000	9,2

4.2 Hotel Vacacional

En la siguiente tabla se recogen los ahorros esperados al implantar cada medida, así como la inversión y el periodo de retorno. Se han considerado los valores medios

Tabla 11: Medidas propuestas en centros de tipología Hotel Vacacional

Sistema	Medida	Ahorro energético (kWh)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Periodo de retorno (años)
Iluminación	Sustitución de luminarias convencionales por tecnología LED	600.000	72.000	150.000	2,1
Iluminación	Instalación de detectores de presencia en los pasillos	120.000	14.400	20.000	1,4
Climatización	Sustitución de enfriadoras por unas de mayor rendimiento	200.000	24.000	190.000	7,9
Climatización	Instalación de variadores de frecuencia en las bombas de impulsión de agua climatizada	110.000	13.200	30.000	2,45
Climatización	Instalación de variadores de frecuencia en motores de las climatizadoras	90.000	10.800	45.000	4,16
Climatización	Sustitución de calderas actuales por calderas de condensación	290.000	11.600	50.000	4,3
Climatización	Aislamiento de las tuberías y válvulas de las redes de agua caliente	150.000	6.000	7.500	1,25

Sistema	Medida	Ahorro energético (kWh)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Periodo de retorno (años)
Climatización	Sustitución de la carpintería actual	200.000	15.500	200.000	13,2
Climatización	Instalación de Sistema SATE	663.000	50.000	600.000	11,9
ACS	Instalación de un sistema solar térmico para ACS	155.000	6.200	60.000	9,7
Suministros	Monitorización y gestión de los consumos energéticos	280.000	21.400	60.000	2,8
Suministros	Cogeneración	-	112.500	900.000	8
Suministros	Instalación de paneles solares fotovoltaicos	585.000	70.000	600.000	8,6

4.3 Apartahotel

En la siguiente tabla se recogen los ahorros esperados al implantar cada medida, así como la inversión y el periodo de retorno. Se han considerado los valores medios:

Tabla 12: Medidas propuestas en centros de tipología Apartahotel

Sistema	Medida	Ahorro energético (kWh)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Periodo de retorno (años)
Iluminación	Sustitución de luminarias convencionales por tecnología LED	500.000	60.000	150.000	2,5
Iluminación	Instalación de detectores de presencia en los pasillos y zonas de poco transito	50.000	6.000	11.500	1,9
Climatización	Sustitución de equipos autónomos con mayor rendimiento	150.000	18.000	250.000	13,8
Climatización	Sustitución de calderas actuales por calderas de condensación	200.000	8.000	40.000	5
Climatización	Sustitución de la carpintería actual	120.000	9.600	100.000	10,4

Sistema	Medida	Ahorro energético (kWh)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Periodo de retorno (años)
Climatización	Instalación de Sistema SATE	200.000	24.000	300.000	12,5
ACS	Instalación de un sistema solar térmico para ACS	120.000	4.800	60.000	12,5
Suministros	Monitorización y gestión de los consumos energéticos	250.000	20.000	50.000	2,5

EDIFICIOS COMERCIALES

CONSUMOS, ACTUACIONES DE MEJORA Y POTENCIALES AHORROS

Edificios Comerciales

1 Definición de los edificios tipo representativos

Las instalaciones de este informe se dividen en dos: Pequeño Comercio y Gran Comercio.

A continuación, se procede a definir las características principales de estas tipologías.

1.1 Gran Comercial

Gran comercio es aquel establecimiento comercial monoinquilino cuya superficie útil para la exposición y venta al público es superior a los 2.500 m^2.

Estos edificios suelen contar con una alta demanda de electricidad. En estos centros existe una variada tipología de uso como de horarios.

A continuación, se muestran las ratios de estos centros.

- Superficie: 2.500 m^2 – 10.000 m^2
- Consumo eléctrico: 0,15 GWh/año – 4,8 GWh/año
- Consumo térmico: 0 GWh/año – 1,5 GWh/año
- Consumo total: 0,15 GWh/año – 4,8 GWh/año
- Usuarios al día: 100 - 1.000 personas

Respecto a la tipología media de un Gran Comercial, los datos serían:

- Superficie: 4.500 m^2
- Consumo eléctrico: 2,2 GWh
- Consumo de térmico: 0,7 GWh
- Consumo total: 2,9 GWh
- Usuarios al día: 650
- Nivel medio de carga interna: alta con 12 W/m^2
- Muestra utilizada: 30

1.2 Pequeño Comercio

Pequeño comercio es aquel establecimiento comercial monoinquilino cuya superficie útil para la exposición y venta al público es inferior a los 2500 m^2. En estos centros existe una variada tipología de uso como de horarios.

A continuación, se muestran las ratios de estos centros.

- Superficie: 100 m^2 – 2.500 m^2
- Consumo eléctrico: 6 MWh/año – 1,8 GWh/año
- Consumo térmico: 0 GWh/año – 0,6 GWh/año
- Consumo total: 6 MWh/año – 1,8 GWh/año

- Usuarios al día: 10 - 300 personas

Respecto a la tipología media de un Pequeño Comercio, los datos serían:

- Superficie: 600 m^2
- Consumo eléctrico: 36 MWh
- Consumo térmico: 0 MWh
- Consumo total: 36 MWh
- Usuarios al día: 150
- Nivel medio de carga interna: medio - alta con 10 W/m^2
- Muestra utilizada: 25

2 Estudio de consumos

A continuación, se presenta la distribución de consumo por sistema para cada tipología de edificio. Debido a que la zona climática donde se encuentre el centro influye bastante en algunos sistemas como climatización e iluminación, también se clasificarán por las zonas climáticas a las que pertenezcan.

2.1 Mediterránea

2.1.1 Gran Comercio

A continuación, se presenta una tabla con los consumos de este tipo de establecimientos, así como una gráfica con el porcentaje que supone cada sistema respecto al total del consumo energético. Esto se ha obtenido tras el análisis de los comercios auditados.

Para la realización de la siguiente tabla se ha cogido el valor mínimo y máximo entre los centros auditados, lo que explica los rangos tan grandes para algunos sistemas, ya que la superficie de estos centros también se incluye en un rango amplio. Para la distribución por sistemas se ha obtenido el promedio ponderado de todos los centros de los que se tiene información.

Tabla 1: Rango de consumos de centros con tipología de Gran Comercio en zona climática Mediterránea

SISTEMA	CONSUMO (kWh)
Climatización	75.000-2.500.000
ACS	2.750-70.000
Iluminación	15.000-215.000
Otros	50.000-1.500.000

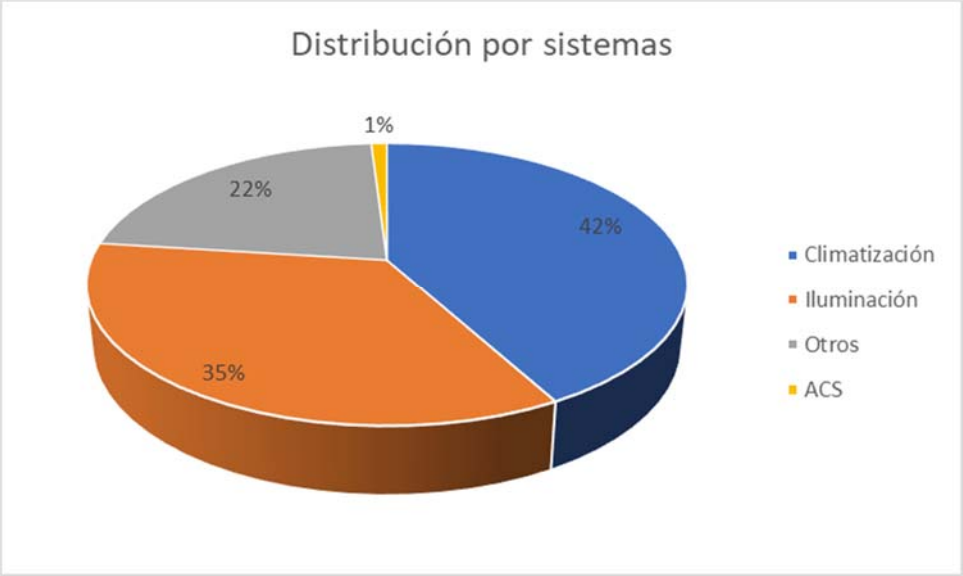


Figura 1: Distribución por sistemas de centros con tipología de Gran Comercio en zona climática Mediterránea

2.1.2 Pequeño Comercio

A continuación, se presenta una tabla con los consumos de este tipo de establecimientos, así como una gráfica con el porcentaje que supone cada sistema respecto al total del consumo energético. Esto se ha obtenido tras el análisis de los comercios auditados.

Para la realización de la siguiente tabla se ha cogido el valor mínimo y máximo entre los centros auditados, lo que explica los rangos tan grandes para algunos sistemas, ya que la superficie de estos centros también se incluye en un rango amplio. Para la distribución por sistemas se ha obtenido el promedio ponderado de todos los centros de los que se tiene información.

Tabla 2: Rango de consumos de centros con tipología de Pequeño Comercio en zona climática Mediterránea

SISTEMA	CONSUMO (kWh)
Climatización	6.000 – 620.000
ACS	100 -27.000
Iluminación	2.400 – 215.000
Otros	500 – 400.000

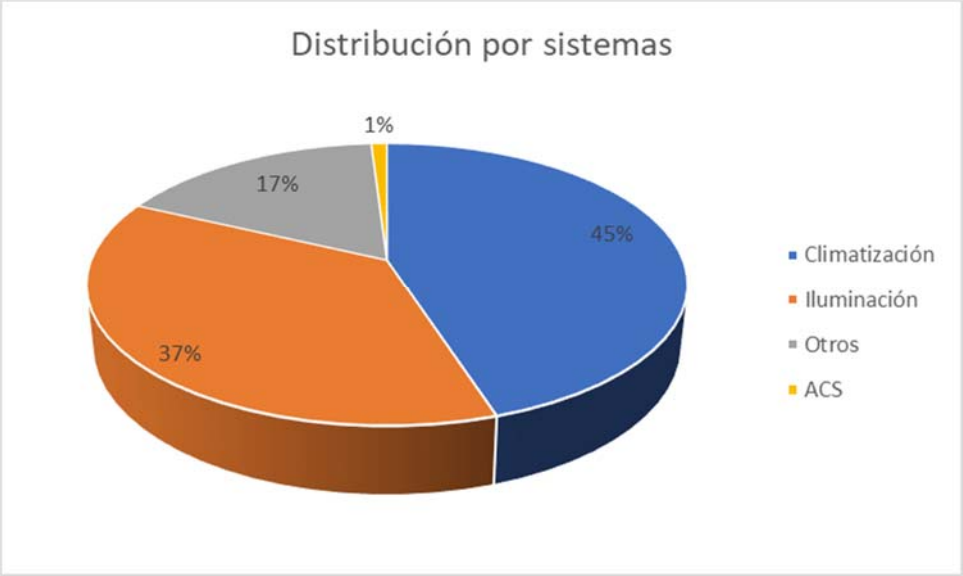


Figura 2: Distribución por sistemas de centros con tipología de Pequeño Comercio en zona climática Mediterránea

2.2 Continental

2.2.1 Gran Comercio

A continuación, se presenta una tabla con los consumos de este tipo de establecimientos, así como una gráfica con el porcentaje que supone cada sistema respecto al total del consumo energético. Esto se ha obtenido tras el análisis de los comercios auditados.

Para la realización de la siguiente tabla se ha cogido el valor mínimo y máximo entre los comercios auditados, lo que explica los rangos tan grandes para algunos sistemas, ya que la superficie de estos centros también se incluye en un rango amplio. Para la distribución por sistemas se ha obtenido el promedio ponderado de todos los comercios de los que se tiene información.

Tabla 3: Rango de consumos de centros con tipología de Gran Comercio en zona climática Continental

SISTEMA	CONSUMO (kWh)
Climatización	200.000-3.000.000
ACS	4.000-90.000
Iluminación	15.000-215.000
Otros	50.000-1.500.000

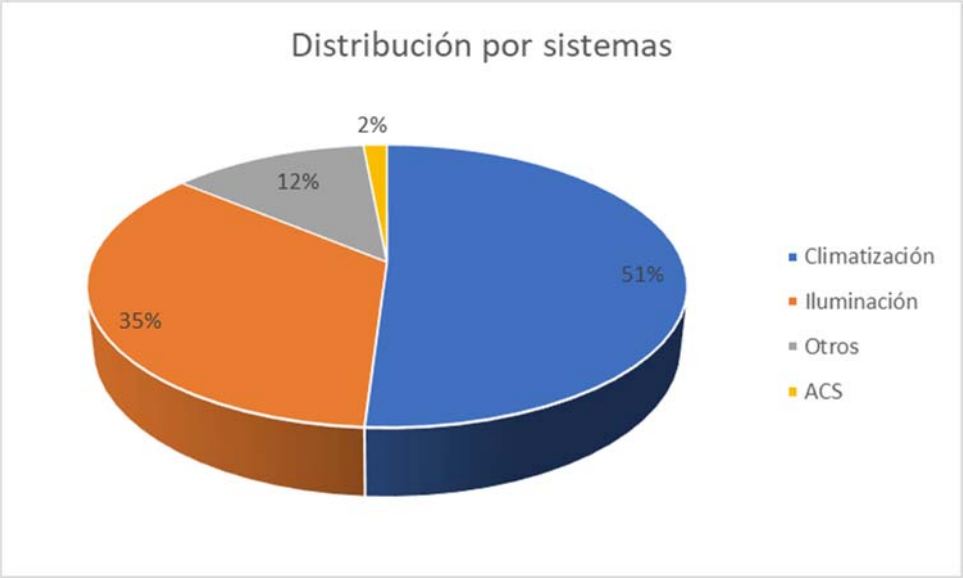


Figura 3: Distribución por sistemas de centros con tipología de Gran Comercio en zona climática Continental

2.2.2 Pequeño Comercio

A continuación, se presenta una tabla con los consumos de este tipo de establecimientos, así como una gráfica con el porcentaje que supone cada sistema respecto al total del consumo energético. Esto se ha obtenido tras el análisis de los comercios auditados.

Para la realización de la siguiente tabla se ha cogido el valor mínimo y máximo entre los comercios auditados, lo que explica los rangos tan grandes para algunos sistemas, ya que la superficie de estos centros también se incluye en un rango amplio. Para la distribución por sistemas se ha obtenido el promedio ponderado de todos los comercios de los que se tiene información.

Tabla 4: Rango de consumos de centros con tipología de Pequeño Comercio en zona climática Continental

SISTEMA	CONSUMO (kWh)
Climatización	8.000 – 800.000
ACS	250 -30.000
Iluminación	2.400 – 215.000
Otros	500 – 400.000

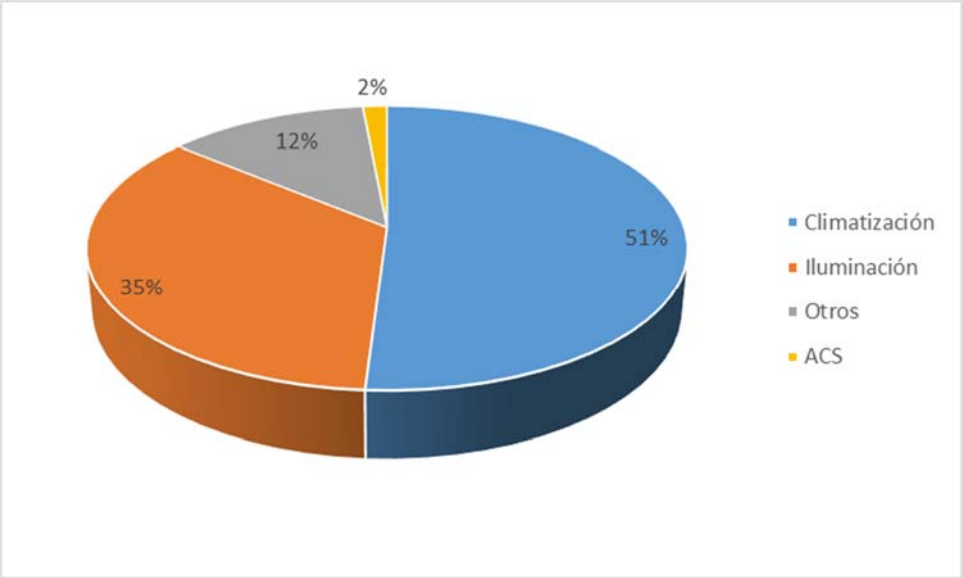


Figura 4: Distribución por sistemas de centros con tipología de Pequeño Comercial en zona climática Continental

2.3 Atlántica

2.3.1 Gran Comercio

A continuación, se presenta una tabla con los consumos de este tipo de establecimientos, así como una gráfica con el porcentaje que supone cada sistema respecto al total del consumo energético. Esto se ha obtenido tras el análisis de los comercios auditados.

Para la realización de la siguiente tabla se ha cogido el valor mínimo y máximo entre los centros auditados, lo que explica los rangos tan grandes para algunos sistemas, ya que la superficie de estos centros también se incluye en un rango amplio. Para la distribución por sistemas se ha obtenido el promedio ponderado de todos los centros de los que se tiene información.

Tabla 5 Rango de consumos de centros con tipología de Gran Comercio en zona climática Atlántica

SISTEMA	CONSUMO (kWh)
Climatización	125.000-2.800.000
ACS	3.300 -83.000
Iluminación	15.000-215.000
Otros	50.000-1.500.000

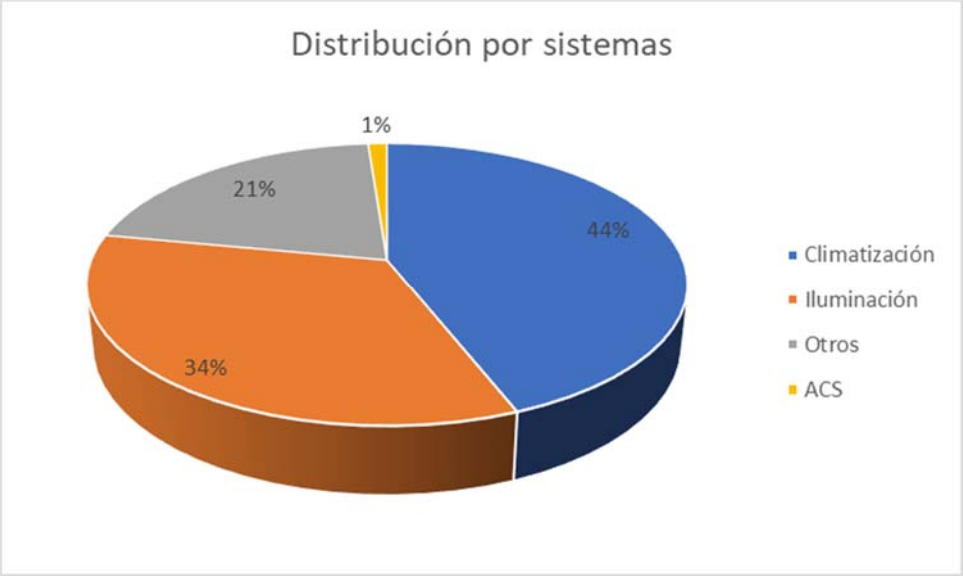


Figura 5: Distribución por sistemas de centros con tipología de Gran Comercio en zona climática Atlántica

2.3.2 Pequeño Comercio

A continuación, se presenta una tabla con los consumos de este tipo de establecimientos, así como una gráfica con el porcentaje que supone cada sistema respecto al total del consumo energético. Esto se ha obtenido tras el análisis de los comercios auditados.

Para la realización de la siguiente tabla se ha cogido el valor mínimo y máximo entre los centros auditados, lo que explica los rangos tan grandes para algunos sistemas, ya que la superficie de estos centros también se incluye en un rango amplio. Para la distribución por sistemas se ha obtenido el promedio ponderado de todos los centros de los que se tiene información.

SISTEMA	CONSUMO (kWh)
Climatización	5.000 – 700.000
ACS	200 -30.000
Iluminación	2.400 – 215.000
Otros	500 – 400.000

Tabla 6 Rango de consumos de centros con tipología Pequeño Comercio en Zona climática Atlántica

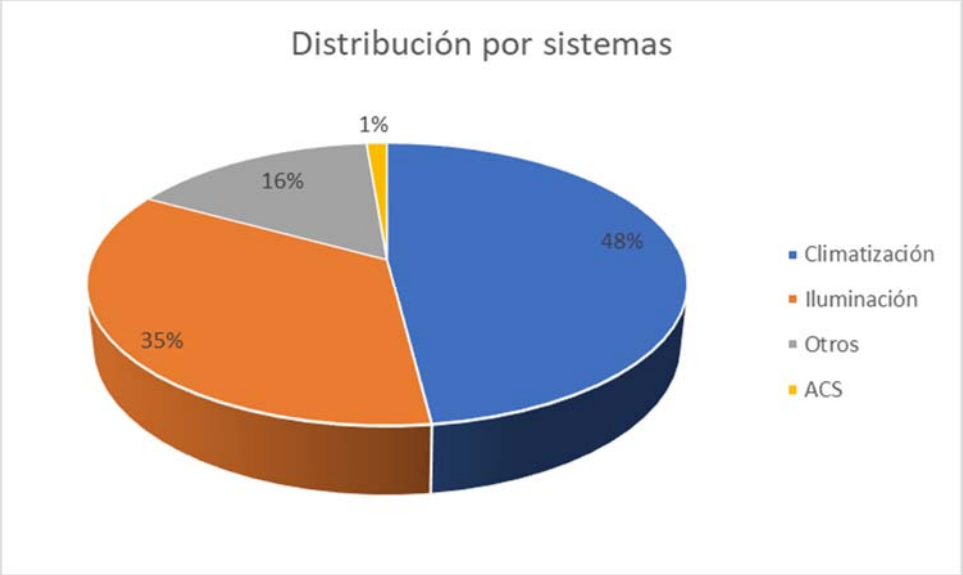


Figura 6: Distribución por sistemas de centros con tipología de Pequeño Comercio en zona climática Atlántica

3 Propuesta de actuación de mejora

3.1 Pequeño Comercio

3.1.1 Iluminación

- Sustitución de luminarias convencionales por tecnología LED.
- Instalación de detectores de presencia en los pasillos y en zonas poco transitadas.
- Implantación de sistemas de control de la iluminación.

3.1.2 Climatización

- Sustitución de enfriadoras por unas de mayor rendimiento.
- Sustitución de equipos obsoletos por un sistema de climatización centralizada con un mayor rendimiento energético.
- Instalación de variadores de frecuencia en las bombas de impulsión de agua climatizada.
- Instalación de variadores de frecuencia en motores de las climatizadoras.
- Sustitución de calderas actuales por calderas de condensación.
- Aislamiento de las tuberías y válvulas de las redes de agua caliente.
- Sustitución de la carpintería actual.
- Instalación de Sistema SATE.

3.1.3 ACS

- Instalación de un sistema solar térmico para ACS.

3.2 Gran Comercial

3.2.1 Iluminación

- Sustitución de luminarias convencionales por tecnología LED.
- Instalación de detectores de presencia en los pasillos y en zonas poco transitadas.

3.2.2 Climatización

- Sustitución de enfriadoras por unas de mayor rendimiento.
- Instalación de variadores de frecuencia en motores de las climatizadoras.
- Sustitución de calderas actuales por calderas de condensación.
- Sustitución de la carpintería actual.
- Instalación de Sistema SATE.

3.2.3 ACS

- Instalación de un sistema solar térmico para ACS.

3.2.4 Suministros

- Monitorización y gestión de los consumos energéticos.
- Instalación de paneles fotovoltaicos.

4 Ahorros Conseguidos

Se presenta a continuación los ahorros que se logran con la implantación de estas medidas. Se ha utilizado el mínimo y el máximo de entre todos los comercios para el ahorro energético, ahorro económico, inversión y periodo de retorno. Para poder ordenar por periodo de retorno, se ha calculado el periodo de retorno medio entre todos los centros donde se estudió la propuesta.

4.1 Pequeño Comercio

En la siguiente tabla se recogen los ahorros esperados al implantar cada medida, así como la inversión y el periodo de retorno. Se han considerado los valores medios:

Tabla 7 Medidas propuestas en edificios de tipología pequeño edificio comercial

Sistema	Medida	Ahorro energético (kWh)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Periodo de retorno (años)
Iluminación	Sustitución de luminarias convencionales por tecnología LED	60.000	7.200	16.000	2,2
Iluminación	Instalación de detectores de presencia en los pasillos	10.000	1.200	3.000	2,5
Climatización	Sustitución de enfriadoras por unas de mayor rendimiento	80.000	9.600	70.000	7,3
Climatización	Sustitución de equipos obsoletos por un sistema de climatización centralizada con un mayor rendimiento energético	60.000	7.200	150.000	20,8
Climatización	Instalación de variadores de frecuencia en motores de las climatizadoras	20.000	2.400	12.000	5

Sistema	Medida	Ahorro energético (kWh)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Periodo de retorno (años)
Climatización	Sustitución de calderas actuales por calderas de condensación	60.000	2.400	20.000	8,3
Climatización	Sustitución de la carpintería actual	45.000	3.600	50.000	13,8
Climatización	Instalación de Sistema SATE	200.000	16.000	216.000	13,5
ACS	Instalación de un sistema solar térmico para ACS	120.000	4.800	45.000	9,3

4.2 Gran Comercial

En la siguiente tabla se recogen los ahorros esperados al implantar cada medida, así como la inversión y el periodo de retorno. Se han considerado los valores medios

Tabla 8. Medidas propuestas en edificios de tipología gran edificio comercial.

Sistema	Medida	Ahorro energético (kWh)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Periodo de retorno (años)
Iluminación	Sustitución de luminarias convencionales por tecnología LED	100.000	12.000	30.000	2,5
Iluminación	Instalación de detectores de presencia en los pasillos y zonas poco transitadas	20.000	2.400	4.500	1,8
Climatización	Sustitución de enfriadoras por unas de mayor rendimiento	180.000	21.600	140.000	6
Climatización	Instalación de variadores de frecuencia en las bombas de impulsión de agua climatizada	70.000	5600	15.000	2,7
Climatización	Instalación de variadores de frecuencia en motores de las climatizadoras	50.000	4.000	45.000	11,25
Climatización	Sustitución de calderas actuales por calderas de condensación	250.000	10.000	50.000	5
Climatización	Sustitución de la carpintería actual	165.000	12.500	160.000	12,8

Sistema	Medida	Ahorro energético (kWh)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Periodo de retorno (años)
Climatización	Instalación de Sistema SATE	530.000	40.000	450.000	11,25
ACS	Instalación de un sistema solar térmico para ACS	50.000	2.000	20.000	10
Suministros	Monitorización y gestión de los consumos energéticos	240.000	19.200	45.000	2,3
Suministros	Instalación de paneles solares fotovoltaicos	400.000	40.000	380.000	9,5

INFORME SOBRE TIPOLOGÍAS, CONSUMOS, ACTUACIONES DE MEJORA Y POTENCIALES AHORROS

En el parque edificatorio del sector terciario

Informe realizado para:

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

Por:

Asociación de Empresas de Eficiencia Energética