

AUDITORÍA ENERGÉTICA

CEIP SÁNCHEZ ARJONA

INFORME DE RESULTADOS

Noviembre 2018



STEP UP TO ENERGY EFFICIENCY !



Cliente: Diputación de Huelva

Fecha de visita: Octubre 2018

Elaborado por: Revisado por:

Marta Martín Hurtado

Javier De Armentía

Isabel España Zamora

Consultor de Eficiencia Energética

Alejandro Morell Fernández

Jefe de Proyecto (Ingeniero Certificado en
Medición y Verificación (CMVP- EVO))

ÍNDICE

1	RESUMEN EJECUTIVO	10
2	DATOS BÁSICOS DEL EDIFICIO	12
3	MOTIVACIÓN Y OBJETO.....	14
4	METODOLOGÍA	15
4.1	DESARROLLO DEL TRABAJO	15
4.2	CRITERIOS AMBIENTALES: NIVEL DE EMISIONES DE CO ₂ POR CONSUMO DE ENERGÍA.....	16
4.3	CRITERIOS ECONÓMICOS: CICLO DE VIDA DE LAS MEDIDAS CON INVERSIÓN	16
5	CONSUMOS ENERGÉTICOS	18
5.1	SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD	18
5.2	SUMINISTRO DE PROPANO.....	20
6	DESCRIPCIÓN DE INSTALACIONES.....	21
6.1	CALEFACCIÓN	21
6.2	REFRIGERACIÓN.....	21
6.3	GENERACIÓN DE ACS	22
6.4	ILUMINACIÓN	22
6.5	EQUIPOS	24
6.6	ENVOLVENTE.....	25
7	BALANCE ENERGÉTICO.....	28
7.1	PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DEL BALANCE ENERGÉTICO	28
7.2	BALANCE ENERGÉTICO POR USOS.....	29
7.3	BALANCE ELÉCTRICO POR USOS	30
7.4	BALANCE DE PROPANO POR USOS.....	31
8	LÍNEA DE BASE	32
8.1	PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DE LA LÍNEA BASE	32
8.1.1	SELECCIÓN DEL PERÍODO DE REFERENCIA	32
8.1.2	IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES QUE INFLUYEN EN EL COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO	32
8.1.3	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS MEDIANTE MODELOS DE REGRESIÓN	33
8.1.4	SELECCIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO MÁS REPRESENTATIVO.....	33
8.2	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	34
8.3	LÍNEA DE BASE ESTABLECIDA.....	38
9	MEDIDAS DE AHORRO ESTUDIADAS	40
9.1	DESCRIPCIÓN DE MEDIDAS DE AHORRO RECOMENDADAS	41



9.1.1	ILUMINACIÓN	41
9.1.1.1	Sustitución de lámparas convencionales por LED	41
9.1.1.2	Instalación de detectores de presencia y sensores de luz natural.....	44
9.1.2	EQUIPOS	45
9.1.2.1	Instalación de sobre-enchufes (Plugwise).....	45
9.1.3	ENERGÍAS RENOVABLES	47
9.1.3.1	Solar Fotovoltaica	47
9.1.4	FACTURACIÓN ELÉCTRICA	54
9.1.4.1	Optimización de la potencia contratada	54
9.2	DESCRIPCIÓN DE MEDIDAS DE AHORRO NO RECOMENDADAS	56
9.2.1	CLIMATIZACIÓN	56
9.2.1.1	Sustitución de caldera actual por una de condensación de gas natural ...	56
9.2.1.2	Sustitución de bombas de calor por otras de mayor rendimiento	57
9.2.1.3	Sustitución de calefactores por bombas de calor	58
9.2.2	ILUMINACIÓN	60
9.2.2.1	Sustitución de lámparas convencionales por LED	60
9.2.3	EQUIPOS	61
9.2.3.1	Instalación de regletas eliminadoras de stand-by.....	61
10	MEDIDA DE GESTIÓN Y CONTROL ENERGÉTICO.....	63
10.1.1	TELEGESTIÓN DE LOS EQUIPOS CONSUMIDORES DE ENERGÍA.....	63
11	BUENAS PRÁCTICAS Y PROTOCOLOS DE ACTUACIÓN	64
11.1	REGULACIÓN DE LA TEMPERATURA DE LAS ESTANCIAS.....	64
11.2	CONFIGURACIÓN CORRECTA DEL PROGRAMA ENERGY STAR	65
11.3	LIMPIAR LA PARTE TRASERA DE FRIGORÍFICOS Y CONGELADORES	66
11.4	DESCONGELAR SI SE FORMA ESCARCHA EN LOS FRIGORÍFICOS.....	67
12	CONCLUSIONES.....	68
12.1	MEDIDAS DE AHORRO ESTUDIADAS	68
12.2	MEDIDAS DE AHORRO RECOMENDADAS.....	71
12.3	FLUJO DE CAJA	73
12.4	REDUCCIÓN DE EMISIONES	74
12.5	PLAN DE ACTUACIÓN	75
13	ANEXOS	77
13.1	CALEFACCIÓN	77
13.2	REFRIGERACIÓN	79
13.3	GENERACIÓN DE ACS	81
13.4	EQUIPOS	81



13.5 ILUMINACIÓN	84
13.6 ENVOLVENTE.....	91
13.7 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS SOLAR FOTOVOLTAICA	94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla resumen de medidas de ahorro recomendadas en el edificio CEIP Sánchez Arjona	11
Tabla 2. Datos básicos de la instalación	12
Tabla 3. Indicadores calculados para el edificio	13
Tabla 4. Emisiones unitarias por kWh.....	16
Tabla 5. Consumos energéticos.....	18
Tabla 6. Características del suministro eléctrico	18
Tabla 7. Datos mensuales de consumo Electricidad	19
Tabla 8. Consumo de Propano	20
Tabla 9. Características equipos generación ACS	22
Tabla 10. Distribución del consumo y del número de lámparas.....	22
Tabla 11. Distribución de consumos	24
Tabla 12. Herramientas para el cálculo del balance energético	29
Tabla 13. Distribución global del consumo energético	29
Tabla 14. Distribución global del consumo eléctrico.....	30
Tabla 15. Distribución global del consumo de propano	31
Tabla 16. Valores de aceptación del modelo matemático.....	34
Tabla 17. Consumo eléctrico y variables significativas para la línea base.....	35
Tabla 18. Análisis comparativo de los resultados de los modelos matemáticos para línea base	37
Tabla 19. Línea base de electricidad CEIP Sánchez Arjona	39
Tabla 20. Listado de medidas estudiadas	40
Tabla 21. Sustitución de fluorescentes por LED.....	42
Tabla 22. Sustitución de incandescentes por LED	43
Tabla 23. Instalación de detectores de presencia	45
Tabla 24. Instalación del sistema de control de apagado de equipos Plugwise.....	46
Tabla 25. Latitud y longitud	48
Tabla 26. Potencial solar mensual	49
Tabla 27. Presupuesto instalación solar fotovoltaica	53
Tabla 28. Resultados de la Instalación de solar fotovoltaica	54
Tabla 29. Optimización de la potencia contratada.....	54
Tabla 30. Optimización de la potencia contratada CUPS ES0339000008000002CH0F	55
Tabla 31. Optimización de la potencia contratada CUPS ES0339000008000007KT0F	56
Tabla 32. Sustitución de la caldera actual por una de gas natural.....	57
Tabla 33. Sustitución bombas de calor actuales por bombas de calor eficientes	58
Tabla 34. Sustitución de calefactores por bombas de calor	59
Tabla 35. Sustitución de las luminarias de tipo peatonales por LED	60
Tabla 36. Instalación de regletas eliminadoras del stand-by	62
Tabla 37. Tabla resumen de medidas de ahorro estudiadas	69
Tabla 38. Ahorro energético anual de las medidas de ahorro estudiadas en el edificio.....	70
Tabla 39. Tabla resumen de medidas de ahorro recomendadas en el edificio CEIP Sánchez Arjona	71
Tabla 40. Ahorro energético anual de las medidas de ahorro en el edificio CEIP Sánchez Arjona	72
Tabla 41. Consumo y coste energético antes y después de la implantación de las medidas en el edificio.....	73
Tabla 42. Flujo de caja.....	73



Tabla 43. Emisiones contaminantes actualmente y tras la implantación de las medidas....	74
Tabla 44. Medidas con PRS bajo	75
Tabla 45. Medidas con PRS medio	76
Tabla 46. Medidas con PRS alto	76
Tabla 47. Inventario equipos individualizados calefacción	77
Tabla 48. Inventario equipos individualizados refrigeración	79
Tabla 49. Inventario equipos generación ACS	81
Tabla 50. Inventario equipos	81
Tabla 51. Inventario y propuestas iluminación	84
Tabla 52. Medidas de ahorro energético en la envolvente	91
Tabla 53. Características técnicas exigibles a los módulos de la instalación solar fotovoltaica	94



ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Balance energético por usos	10
Gráfica 2. Evolución mensual del consumo de Electricidad	19
Gráfica 3. Distribución iluminación existente	23
Gráfica 4. Distribución del consumo de los equipos	24
Gráfica 5. Balance energético por usos	30
Gráfica 6. Balance eléctrico por usos.....	31
Gráfica 7. Balance de propano por usos	31
Gráfica 8. Evolución del consumo eléctrico (2016-2017).....	36
Gráfica 9. Regresiones lineales para establecer la línea base de electricidad	37
Gráfica 10. Ajuste de la línea base y el consumo real.....	39
Gráfica 11. Escenarios de generación FV y aprovechamiento.....	50
Gráfica 12. Generación mensual de energía	51
Gráfica 13. Ahorro energético anual de las medidas de ahorro estudiadas en el edificio ...	70
Gráfica 14. Flujo de caja	74
Gráfica 15. Ahorro de emisiones de CO ₂	75



ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

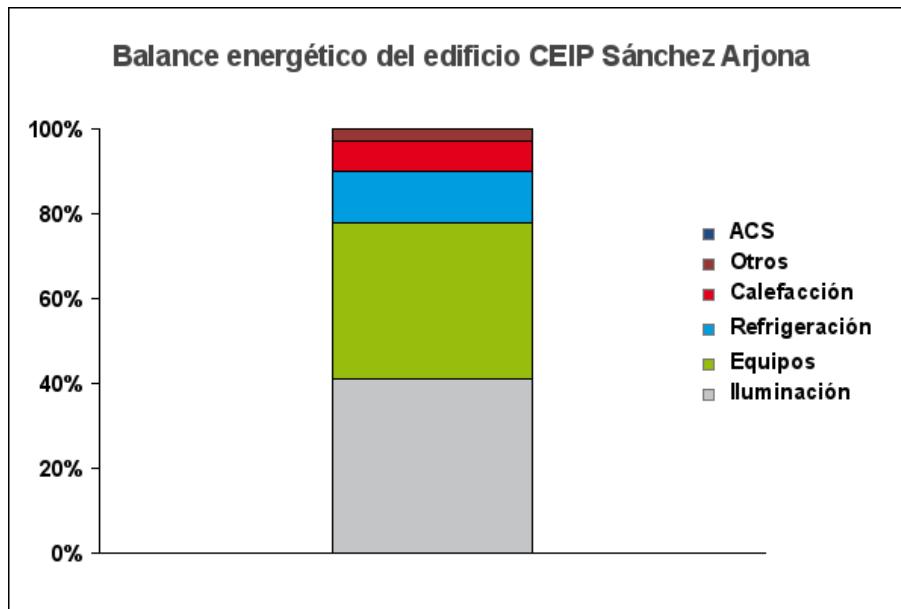
Ilustración 1. Plano de situación de las instalaciones	12
Ilustración 2. Fachada.....	12
Ilustración 3. Unidad exterior de climatización	21
Ilustración 4. Unidad interior de refrigeración sala rack	21
Ilustración 5. Termo ACS	22
Ilustración 6. Iluminación aula	23
Ilustración 7. Máquina de café y microondas sala de profesores	25
Ilustración 8. Carpintería de las instalaciones	26
Ilustración 9. Función simplificada o de una única variable.....	33
Ilustración 10. Función multivariable.....	33
Ilustración 11. Detector de presencia	44
Ilustración 12. Componentes del sistema de eliminación del modo stand-by de equipos ofimáticos	45
Ilustración 13. Imagen de una célula fotoeléctrica y de un panel fotovoltaico (compuesto de numerosas células).....	47
Ilustración 14. Imagen de una instalación fotovoltaica estática	48
Ilustración 15. Zona optima para la ubicación de las placas fotovoltaicas	52
Ilustración 16. Regleta con un maestro, cuatro esclavos y dos tomas convencionales	61
Ilustración 17. Ejemplo de un Sistema de Control Centralizado para climatización (Fuente: Creara)	63
Ilustración 18. Logotipo del programa ENERGY STAR de ahorro energético en ordenadores	65
Ilustración 19. Parte trasera de un frigorífico.....	66



1 RESUMEN EJECUTIVO

Crear a petición de la Diputación de Huelva, ha llevado a cabo una auditoría energética en detalle al edificio “CEIP Sánchez Arjona” ubicado en Calle Diego Sosa López, 4, Paterna del Campo (Huelva).

Tras la visita y el estudio de los datos recopilados se ha determinado que el consumo energético total asciende a 67.099 kWh y se distribuye de la siguiente forma:



Gráfica 1. Balance energético por usos

El centro es un complejo de Educación Infantil y Primaria. Este centro cuenta con un solo edificio distribuido en una planta sobre rasante y planta baja, además de contar con zonas de jardines y patios de recreo.

Se han detectado procesos eficientes desde el punto de vista energético, sin embargo, también se han encontrado posibilidades de mejora.

La implantación de las medidas recomendadas generaría un ahorro energético de 25.453 kWh (37,9% respecto al consumo energético total), lo cual supone un ahorro económico de 3.167 €/año con una inversión total de 18.716 €.

A continuación, se muestra una tabla con las medidas de ahorro que se proponen para su implementación.

De la totalidad de medidas estudiadas se recomienda la implementación de aquellas con un periodo de retorno inferior a 10 años.

Tabla 1. Tabla resumen de medidas de ahorro recomendadas en el edificio CEIP Sánchez Arjona

Nº	Descripción de la mejora	Ahorro			Inversión	PRS	Emisiones	VAN	TIR	Vida útil
		kWh / año	% Total	€ / año	€	años	kg CO ₂ / año	€	%	años
M1	Facturación eléctrica CUPS ES0339000008000002CH0F	0	0,00	254	9	0,04	0	2.328	2.823,2	-
M2	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de lámparas incandescentes por LED	143	0,21	18	44	2,5	37	122	40,4	10
M3	Instalación de sobre-enchufes Plugwise	4.376	6,52	437	1.133	2,6	1.129	2.909	37,9	10
M4	Facturación eléctrica CUPS ES0339000008000007KT0F	0	0,00	224	795	3,5	0	1.281	26,1	-
M5	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de tubos fluorescentes por LED	10.677	15,91	1.177	6.360	5,4	2.755	4.591	14	15
M6	Instalación de detectores de presencia	2.572	3,83	286	1.750	6,1	664	915	11	10
M7	Instalación fotovoltaica	8.457	12,60	867	8.625	9,5	3.000	-481	0,9	25
TOTAL		25.453¹	37,9	3.167	18.716	5,9	7.361	10.783	11,8	-

¹ El ahorro total no es igual a la suma del ahorro de cada medida, debido a que existen efectos cruzados entre ellas



2 DATOS BÁSICOS DEL EDIFICIO



Ilustración 1. Plano de situación de las instalaciones



Ilustración 2. Fachada

Las principales características del edificio objeto de estudio son las siguientes:

Tabla 2. Datos básicos de la instalación

Dirección del edificio	Calle Diego Sosa López, 4
Zona climática	B3
Nº de plantas	2
Superficie construida (m²)	4.005
Número de usuarios	287
Tipología edificatoria	Escuela sin ducha
Horario de funcionamiento	7:30 – 18:00 h
Consumo energético anual (kWh)	67.099

Tabla 3. Indicadores calculados para el edificio

Indicador	Unidades	Valor
Consumo de energía de la instalación por superficie del edificio	[kWh / m ²]	16,75
Emisiones CO ₂ por superficie del edificio	[kg CO ₂ / m ²]	4,29

3 MOTIVACIÓN Y OBJETO

El consumo energético crece en paralelo al desarrollo económico; es por tanto primordial implantar medidas que optimicen la demanda energética. Desde una planta industrial, un pequeño comercio o un hogar, las medidas encaminadas a la eficiencia energética son múltiples, y a menudo, muy económicas.

La auditoría energética estudia de forma exhaustiva el grado de eficiencia energética de una instalación y analiza los equipos consumidores de energía, la envolvente térmica y los hábitos de consumo. De los resultados obtenidos, se recomiendan las acciones idóneas para optimizar el consumo en función de su potencial de ahorro, la facilidad de implementación y el coste de ejecución. Es decir; la auditoría energética facilita la toma de decisiones de inversión en ahorro y eficiencia energética.

La Diputación de Huelva, concienciada con el ahorro y la eficiencia energética, solicita la realización de una auditoría energética en las instalaciones situadas en la Calle Diego Sosa López, 4.

Los principales objetivos que se pretenden alcanzar con esta auditoría energética son los siguientes:

- Compilación de datos de diversa índole sobre el comportamiento energético de las instalaciones objeto de estudio.
- Evaluación del estado general de las instalaciones.
- Evaluación del aprovechamiento energético general de las instalaciones.
- Cuantificación, análisis y clasificación de los consumos energéticos.
- Identificación y cuantificación de las oportunidades de ahorro energético.
- Redacción de medidas para la reducción de los consumos energéticos.
- Cuantificación de los ahorros energéticos y económicos y propuesta de una metodología para la implementación de estas medidas.

4 METODOLOGÍA

La metodología utilizada para el desarrollo de esta auditoría energética cumple con los requisitos que establece el Real Decreto 56/2016 de 12 de febrero, por el que se transpone la Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012, relativa a la eficiencia energética, en lo referente a auditorías energéticas, acreditación de proveedores de servicios y auditores energéticos y promoción de la eficiencia del suministro de energía.

Así mismo este documento también cumple con los requisitos de la UNE-EN 16247 "Auditorías Energéticas".

4.1 DESARROLLO DEL TRABAJO

Fase I: Recopilación inicial de información.

- Datos de facturación de energía eléctrica y de combustibles.
- Inventario general de instalaciones.
- Superficie, distribución y número de usuarios en las instalaciones.

Fase II: Toma de datos.

- Toma de datos de las instalaciones consumidoras de energía.
- Toma de datos necesarios para la elaboración del informe de auditoría energética, con el alcance especificado.

Fase III: Análisis y evaluación del estado actual de la instalación.

- Análisis de los registros de energía realizados.
- Análisis técnico de la situación energética actual de las instalaciones.
- Elaboración de un balance energético global.
- Propuestas de mejora y potencialidad de cada mejora.

Fase IV: Elaboración de informe.

- Entrega del informe preliminar.
- Recepción de los comentarios.
- Entrega del informe definitivo.

4.2 CRITERIOS AMBIENTALES: NIVEL DE EMISIONES DE CO₂ POR CONSUMO DE ENERGÍA

El consumo energético puede tener impactos ambientales asociados con las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), por lo que cualquier reducción del consumo supondría una reducción de las emisiones contaminantes.

El empleo de fuentes de energía no renovables como gas natural, gasóleo, propano o butano, produce la emisión de gases contaminantes como el dióxido de carbono (CO₂), el monóxido de carbono (CO), el metano (CH₄), entre otros. Así mismo, aunque la energía eléctrica no produzca emisiones en las instalaciones donde se consume, si se emiten gases contaminantes en las centrales de generación si estas no emplean fuentes renovables.

En España gran parte de la electricidad se genera en centrales que emiten gases contaminantes (centrales térmicas de carbón, ciclos combinados, centrales de fuel / gas, etc.), si bien el porcentaje de fuentes de energía renovables es cada vez mayor (eólica, solar, etc.)

En la tabla siguiente se muestran las emisiones unitarias por kWh que se han utilizado en el presente informe.

Tabla 4. Emisiones unitarias por kWh

Fuente de energía	Unidades	² Emisión de CO ₂
Electricidad	kg CO ₂ / kWh	0,26
Propano	kg CO ₂ / kWh	0,23

4.3 CRITERIOS ECONÓMICOS: CICLO DE VIDA DE LAS MEDIDAS CON INVERSIÓN

En cada una de las medidas de inversión, además de proporcionar parámetros económicos tales como el ahorro económico, energético, y las emisiones de CO₂, se aportarán datos pormenorizados sobre el ciclo de vida de los activos de cada una de las medidas. En particular, se aportarán parámetros tales como el VAN para analizar con criterio de rentabilidad económica el análisis del coste del ciclo de vida, a fin de tener en cuenta el ahorro a largo plazo.

A la hora de traducir los ahorros energéticos a ahorros económicos, se ha tomado únicamente el coste del término de energía con impuesto eléctrico (IEE), ya que se considera que sólo se ahorra en dicho concepto de la factura eléctrica (kWh), mientras que el término de potencia, el alquiler de equipos, etc. se seguirán pagando a pesar de la implementación de las medidas de ahorro recomendadas. Es cierto que, una vez implementadas medidas de ahorro como sustitución de lámparas actuales por tecnología LED, se puede posteriormente ajustar la potencia contratada, consiguiendo además un ahorro económico adicional en dicho concepto. De esta manera los resultados económicos presentados en este informe son conservadores.

² Información obtenida de Red Eléctrica Española para el mix eléctrico peninsular de 2017, para la electricidad, y del Ministerio para la Transición Ecológica de 2017, para el gasóleo.

A la hora del cálculo de la rentabilidad de las medidas de ahorro recomendadas, se han calculado diferentes indicadores, tales como el periodo de retorno simple (PRS), el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). Los criterios utilizados para el cálculo de estos indicadores son los siguientes:

- PRS = inversión total (€) / ahorro económico anual (€).
- VAN: es el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión.
 - Tasa de descuento: 2%
 - Duración proyecto: 10 años
- TIR: de una inversión es la media geométrica de los rendimientos futuros esperados de dicha inversión, es decir, es la tasa de descuento con la que el VAN es igual a cero.
 - Incremento del precio de la energía: 1%
 - Tasa de descuento: 2%
 - Duración proyecto: 10 años

5 CONSUMOS ENERGÉTICOS

Resumen energético de las instalaciones

La contabilidad energética, económica y en emisiones de CO₂ para el consumo energético evaluado en el presente informe es la siguiente:

Tabla 5. Consumos energéticos

Fuente energética	Consumo energético anual (kWh)	Coste energético anual (€)	Emisiones de CO ₂ anuales (kg)
Electricidad	62.276	6.226	16.067
Propano	4.823	460	1.109
Total	67.099	6.686	17.176

5.1 SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD

El CEIP Sanchez Arjona cuenta con dos suministros eléctricos y tiene una tarifa 3.0A con tres períodos de facturación: punta, llano y valle. El resto de características del suministro eléctrico se puede ver en la siguiente tabla:

Tabla 6. Características del suministro eléctrico

CUPS	Potencia actual		
	P1 (kW)	P2 (kW)	P3 (kW)
ES0339000008000002CH0F	16,44	16,44	16,44
ES0339000008000007KT0F	29,58	29,58	29,58

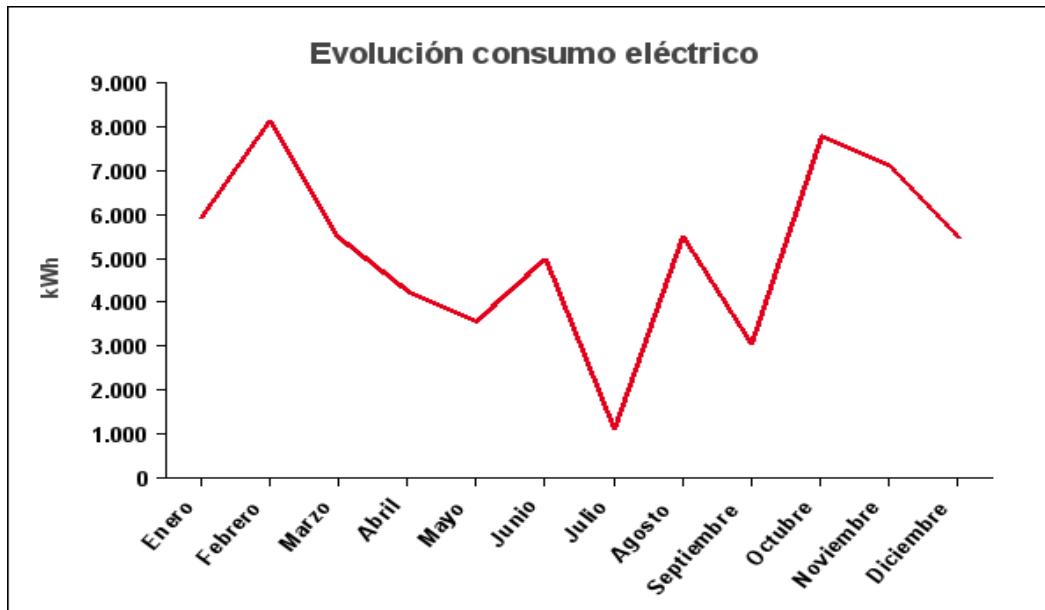
En el edificio no existen contadores instalados aparte de los de la compañía distribuidora.

Se han facilitado las facturas eléctricas del último año disponibles, desde enero 2017 hasta diciembre 2017. Sin embargo, al no disponer de factura del mes de junio para este año, se ha tomado el consumo de junio 2016. A su vez, para los meses de octubre, noviembre y diciembre no se disponía de los consumos correspondientes al CUPS ES0339000008000002CH0F, por lo que para estos se ha tomado el consumo de 2016. A continuación, se muestra una tabla con el consumo eléctrico mensual del edificio "CEIP Sánchez Arjona".

Tabla 7. Datos mensuales de consumo Electricidad

Mes	Consumo eléctrico (kWh)	Coste (€)
Enero 2017	5.921	594
Febrero 2017	8.120	813
Marzo 2017	5.462	541
Abril 2017	4.237	421
Mayo 2017	3.575	359
Junio 2016	4.968	519
Julio 2017	1.096	111
Agosto 2017	5.508	521
Septiembre 2017	3.052	309
Octubre 2016-2017	7.791	795
Noviembre 2016-2017	7.087	701
Diciembre 2016-2017	5.459	543
Total	62.276	6.226³

El coste promedio de la energía es de 0,10 €/kWh. A continuación, se muestra un gráfico con la evolución del consumo eléctrico mensual del edificio “CEIP Sánchez Arjona”.



Gráfica 2. Evolución mensual del consumo de Electricidad

³El coste de la electricidad incluye el coste del término de energía con impuesto eléctrico (IEE).

⁴Los meses de consumo se muestran en año natural

El gráfico anterior muestra un mayor consumo en los meses lectivos del centro. Se observa una disminución de consumo en los meses de vacaciones. Tanto es así que para el mes de julio el consumo es 0 en uno de los contadores. En el mes de junio se ve un incremento en el consumo, debido a utilización masiva de los equipos de climatización en modo refrigeración, así como ocurre en los meses de invierno debido a la utilización de estos en modo calefacción.

Se puede observar que incluso en los meses de verano el consumo se mantiene por encima de los 1.500 kWh, debido entre otros a los equipos ofimáticos 24h, iluminación exterior o equipos de conservación de comida. Además, colgando del suministro del colegio se encuentra la vivienda del conserje, de la cual se desconocen los consumos eléctricos y no se ha tenido en cuenta en el presente estudio.

5.2 SUMINISTRO DE PROPANO

Al no disponerse de los consumos de propano del centro, este consumo ha sido estimado a partir de otro centro de la Diputación de Huelva con características similares y del que sí se disponían.

A continuación, se muestra una tabla con el consumo de propano mensual del edificio “CEIP Sánchez Arjona”:

Tabla 8. Consumo de Propano

Fuente energética	Consumo energético anual (kWh)	Coste energético anual (€)	Emisiones de CO ₂ anuales (kg)
Propano	4.823	460	1.109

El coste promedio de la energía es de 0,10 €/kWh. A continuación, se muestra un gráfico con la evolución del consumo de propano mensual.

6 DESCRIPCIÓN DE INSTALACIONES

6.1 CALEFACCIÓN

Durante la visita a las instalaciones, se observó que la demanda de calefacción no se cubre mediante ningún equipo centralizado, sino que se hace mediante equipos independientes, distribuidos por las diferentes estancias del edificio. La relación de equipos con sus características técnicas, se encuentran descritas en el inventario de instalaciones.



Ilustración 3. Unidad exterior de climatización

6.2 REFRIGERACIÓN

Durante la visita a las instalaciones, se observó que la demanda de refrigeración no se cubre mediante ningún equipo centralizado, sino que se hace mediante equipos independientes, distribuidos por las diferentes estancias del edificio. La relación de equipos con sus características técnicas, se encuentran descritas en el inventario de instalaciones.



Ilustración 4. Unidad interior de refrigeración sala rack

6.3 GENERACIÓN DE ACS

Las características de los principales equipos de generación de ACS se muestran a continuación:

Tabla 9. Características equipos generación ACS

Equipo	Marca / Modelo	Unid	Potencia térmica (W)	Rto.
Caldera	JUNKERS	1	2.900	0,92



Ilustración 5. Termo ACS

El resto de los equipos asociados a la generación de ACS se encuentran en el inventario.

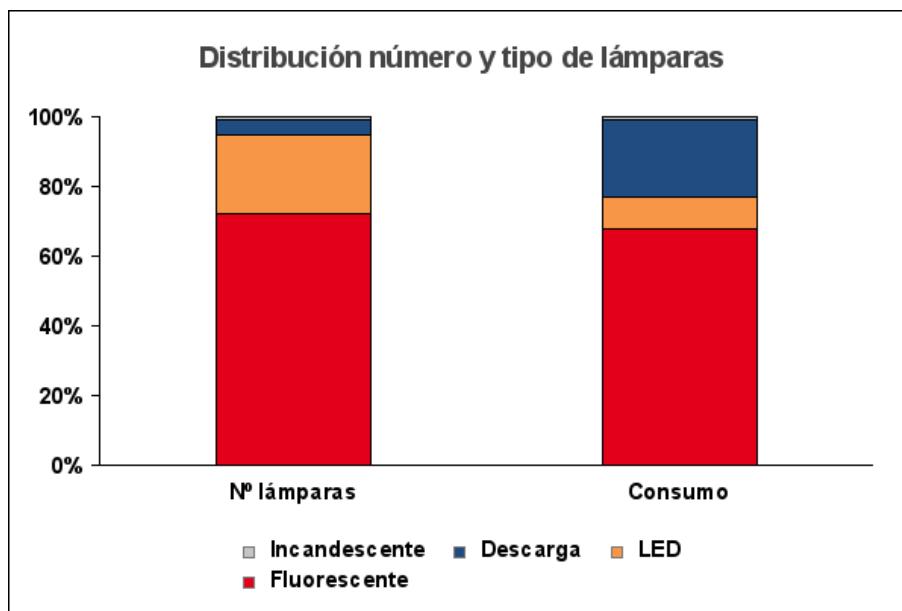
6.4 ILUMINACIÓN

La potencia total instalada en el edificio es de 20,48 kW. A continuación, se adjunta una tabla que determina la representatividad de las lámparas y su consumo en el edificio:

Tabla 10. Distribución del consumo y del número de lámparas

Tecnología	Lámparas		Consumo	
	Unidades	%	kWh	%
Fluorescente	345	71,73	19.140	69,08
Incandescente	4	0,83	168	0,61
LED	112	23,28	2.435	8,79
Descarga	20	4,16	5.966	21,53
Total	481	100%	27.708	100%

La distribución de iluminación, en función de la potencia total instalada por tipo de lámpara, se muestra en la siguiente gráfica.



Gráfica 3. Distribución iluminación existente

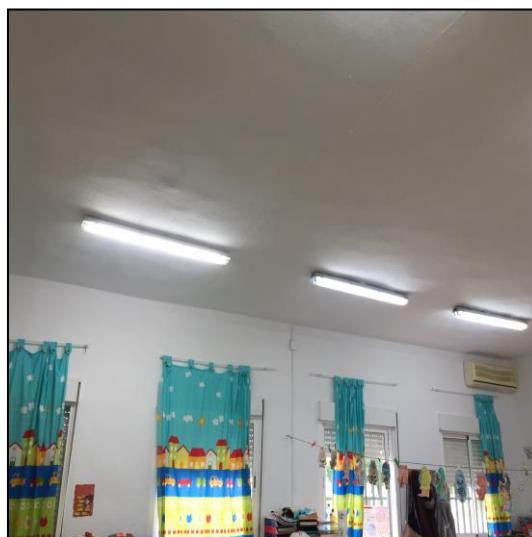


Ilustración 6. Iluminación aula

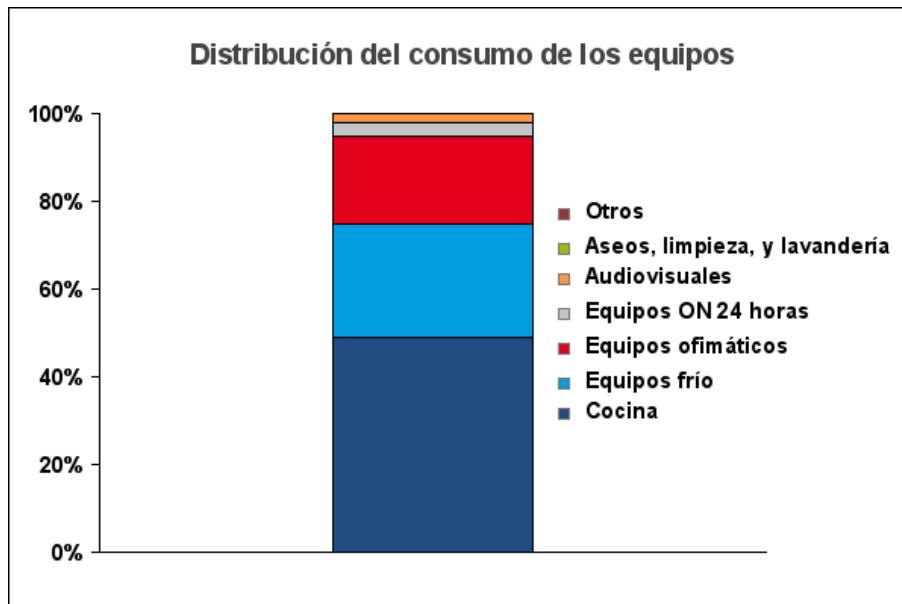
En el anexo se dispone de un inventario detallado de los equipos de iluminación por estancia.

6.5 EQUIPOS

A continuación, se adjunta una tabla que determina la representatividad de los equipos y su consumo en el edificio:

Tabla 11. Distribución de consumos

Servicio energético	Consumo (kWh)	%
Cocina	11.918	48,66
Equipos frío ⁵	6.320	25,81
Audiovisuales	469	1,92
Aseos, limpieza, y lavandería	88	0,36
Equipos ofimáticos	4.990	20,37
Equipos ON 24 horas ⁶	671	2,74
Otros ⁷	35	0,14
Total	24.491	100%



Gráfica 4. Distribución del consumo de los equipos

⁵ Dentro de este grupo se engloban aquellos equipos relacionados con la generación y conservación del frío.

⁶ Dentro de este grupo se engloban aquellos equipos que están 24 horas disponibles.

⁷ Dentro de este grupo se engloban todos aquellos equipos que no han podido incluirse en ninguno de los otros grupos de consumo.



Ilustración 7. Máquina de café y microondas sala de profesores

En el anexo se muestra un inventario detallado de los equipos por estancia.

6.6 ENVOLVENTE

Para evaluar la envolvente del edificio, es importante conocer los elementos que la forman, estos datos son difíciles de conseguir, ya que no se suelen conocer por parte del personal de mantenimiento y no se tiene acceso al proyecto del edificio. Para realizar una evaluación de la envolvente del edificio se realiza una inspección ocular de la misma, en caso de no ser suficiente, con los datos catastrales (año de construcción del edificio, zona climática y normativa constructiva aplicable) se conocen las exigencias mínimas de la misma.

La envolvente térmica viene determinada principalmente por los cerramientos exteriores de las instalaciones. En este centro existen dos etapas edificatorias, por lo tanto, se distinguen dos sistemas constructivos diferentes. Los principales sistemas constructivos son:

- Edificación original (Administración, Edificio Principal, Edificio Infantil, Gimnasio y Casa del conserje), datado en 1975 (según catastro):
 - Muros exteriores
 - Fábricas de ladrillo caravista macizo + cámara de aire sin ventilar + fábrica de ladrillo hueco + enlucido de yeso + pinturas plásticas decorativas.
 - Cubiertas:
 - Cubiertas inclinadas compuestas por forjados unidireccionales de hormigón armado + impermeabilización + paneles metálicos onduladas tipo sándwich.
- Edificio Platero y edificio Alegría, en el 1978/1980.
 - Muros exteriores

- Fábricas de ladrillo macizo + cámara de aire sin ventilar + fábrica de ladrillo hueco de bloque de hormigón. Guarneidos y enlucidos interiormente con yeso y enfoscado exteriormente con mortero de cemento y acabados con pinturas plásticas decorativas.
- Cubiertas:
 - Cubiertas inclinadas compuestas por forjados unidireccionales de hormigón armado + cámara ventilada, tablero de bordo cerámico + mortero de agarre + impermeabilización + teja cerámica.

Los elementos de acristalamiento están formados por láminas de vidrio simple sobre carpintería metálica sin rotura del puente térmico.



Ventana tipo



Persianas enrollables

Ilustración 8. Carpintería de las instalaciones

Las carpinterías cuentan con persianas enrollables.

La fachada principal está orientada hacia el Sureste, pero todas sus fachadas son determinantes, debido a la tipología edificatoria de las instalaciones, ya que todas sus fachadas albergan zonas habitables.

Se trata de un conjunto de edificios aislados en los que no existen otros edificios externos que arrojen sombras alrededor de sus fachadas.

Las estructuras de las instalaciones están formadas por forjados unidireccionales de viguetas y bovedillas, con vigas y pilares de hormigón armado de secciones variables. La estructura de la cubierta del gimnasio está formada por vigas metálicas.

Las fábricas exteriores, por si solas, resultan ineficientes en el aislamiento térmico de una fachada, por lo que es necesario aislar los cerramientos. Estas actuaciones favorecen la reducción de la demanda de refrigeración, por lo que son muy recomendables en zonas climáticas cálidas, priorizando las fachadas orientadas sur, este y oeste, limitando la demanda de la refrigeración. Igualmente favorecen la reducción de la demanda de calefacción, por lo que también es muy recomendable aislar la fachada norte.

Por otro lado, las instalaciones cuentan con grandes superficies acristaladas, lo que es determinante en el balance energético del edificio, ya que, debido a su transparencia, las ganancias y pérdidas de calor a través de estos son muy grandes. La luz solar que incide de manera directa al interior del edificio puede ocasionar unas elevadas ganancias de calor en el ambiente interior, produciendo lo que se conoce como efecto invernadero, cosa que obliga a forzar el sistema de refrigeración.

Por lo que se recomienda las siguientes actuaciones:

- Sistema de aislamiento térmico:
 - Aplicar en la fachada del edificio un revestimiento aislante protegido por un mortero, fijándose al soporte mecánicamente.
 - Un sistema con fachada ventilada, formado por un aislamiento rígido o semirrígido, generalmente lana mineral, fijado a la fachada existente, y una hoja de protección (formada por vidrios, bandejas, composite, etc.) separada del aislamiento, formando una cámara por donde circula el aire por simple convección.
 - Aplicar el aislante térmico por el interior del edificio y revestirlo con material adecuado.
 - Aplicar el aislante térmico en la cámara de aire.
- Sistema de carpintería:
 - Sustituir la carpintería existente por una con doble cristal, con rotura del puente térmico y con gas noble en la cámara, generalmente argón, con un coeficiente de transmisión térmica menor que el aire.
 - Instalación de parasoles verticales compuestos por lamas orientables, en la fachada este, que situadas en direcciones SE o SO protegerán de la salida y puesta del sol en el solsticio de verano sin obstruir el soleamiento en el solsticio de invierno.
 - La orientación norte no suele necesitar de protección solar.
 - Para orientación sur se recomienda la instalación de protección solar mediante parasoles fijos horizontales, que aportan sombra sin interrumpir la visión.
 - Aislamiento de cajas de persiana mediante láminas aislantes de neopor, celulosa, EPS o similar.

Estas acciones de mejora del aislamiento de la envolvente para reducir la demanda de las instalaciones son efectivas, pero dichas medidas son bastante costosas y poco rentables. Por este motivo no se incluyen estas acciones en la auditoría. En el anexo se muestra una tabla resumen con la descripción de las actuaciones recomendadas.

7 BALANCE ENERGÉTICO

7.1 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DEL BALANCE ENERGÉTICO

El balance energético global muestra la distribución de los consumos energéticos en función de las diferentes variables. En un edificio, por ejemplo, es interesante diferenciar su consumo en función de los principales usos, distribuyendo así el consumo anual en climatización, iluminación, equipos, producción de agua caliente sanitaria, etc.

El método utilizado para el cálculo del balance energético se basa en la fórmula de cálculo del consumo. El consumo sigue la siguiente fórmula:

$$\text{Consumo energético (kWh)} = \text{Potencia (kW)} \times \text{Tiempo (h)}$$

Por lo tanto, para calcular el consumo que se produce en cada área estudiada, es necesario conocer la potencia de los equipos y el tiempo de utilización, es decir las horas en las que están funcionando cada uno de los equipos consumidores de energía.

Para cada uno de los siguientes grupos de consumo es conveniente tener en cuenta:

- Iluminación: es necesario conocer la potencia de la lámpara, el tipo de equipo auxiliar y las horas de funcionamiento.
- Calefacción: la potencia de los equipos, en este caso las calderas y los equipos de aire acondicionado, así como las bombas de recirculación, etc. También es necesario conocer el factor de uso y el horario de funcionamiento.
- Refrigeración: la potencia de los equipos de aire acondicionado, así como las bombas de recirculación, etc. También es necesario conocer el factor de uso y el horario de funcionamiento.
- Equipos: para calcular el consumo de estos equipos es necesario conocer la potencia de cada uno de ellos, así como el factor de uso. Por último, se requiere conocer las horas de funcionamiento.
- Producción de agua caliente sanitaria (ACS): la potencia de las calderas, el número de usuarios y el tipo de actividad que se da en el edificio, así como las horas de funcionamiento de las calderas.

Los cálculos de las distribuciones de consumo se realizan utilizando la potencia de los equipos consumidores de energía y el horario de funcionamiento obtenido a través de varias vías, como las entrevistas con los usuarios de la instalación y con el personal de mantenimiento. El consumo obtenido se contrasta con los valores de consumo que reflejan las facturas.

Parte del consumo queda englobado dentro del apartado de “otros” que incluye aquellos elementos que, dadas sus características, no se engloban en ninguno de los grupos anteriormente mencionados, tales como iluminación de emergencia, equipos externos conectados puntualmente a la red, etc.

Esta toma de datos se resume en la siguiente tabla:

Tabla 12. Herramientas para el cálculo del balance energético

Áreas de consumo	Información de potencia	Información de tiempo
Iluminación	Inventario de equipos Toma de datos in situ	Entrevistas con el personal mantenimiento Listado de equipos con horarios de funcionamiento
Calefacción	Inventario de equipos Toma de datos in situ	
Refrigeración	Inventario de equipos Toma de datos in situ	
Equipos	Inventario de equipos Toma de datos in situ	
Producción de ACS	Inventario de equipos Toma de datos in situ	

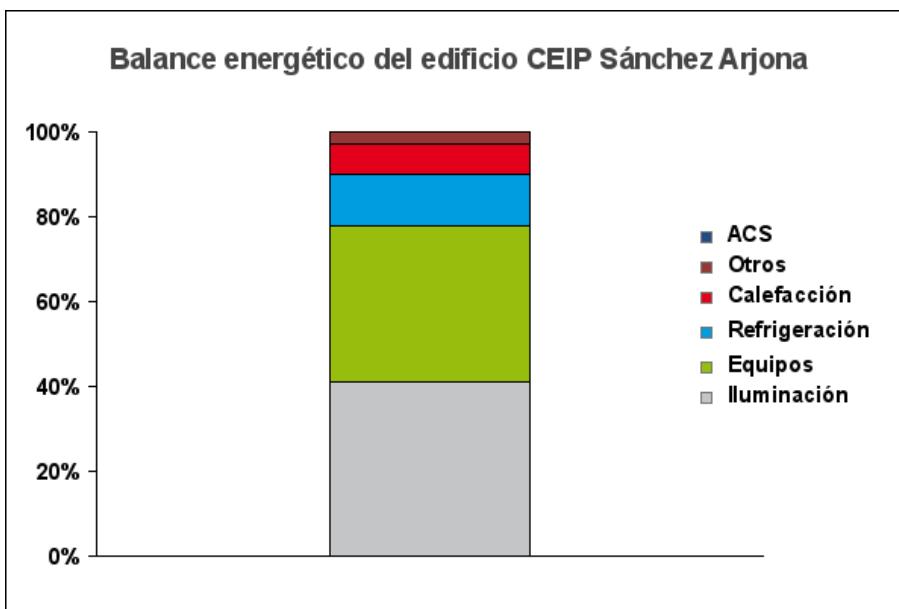
7.2 BALANCE ENERGÉTICO POR USOS

La siguiente tabla muestra la distribución del consumo energético anual.

Tabla 13. Distribución global del consumo energético

Uso energético	Consumo (kWh)	Consumo (%)
Iluminación	27.708	41,29
Calefacción	4.477	6,67
Refrigeración	8.355	12,45
ACS	80	0,12
Equipos	24.491	36,50
Otros	1.988	2,96
Total	67.099	100%

Esta distribución por usos queda reflejada en la siguiente gráfica:



Gráfica 5. Balance energético por usos

7.3 BALANCE ELÉCTRICO POR USOS

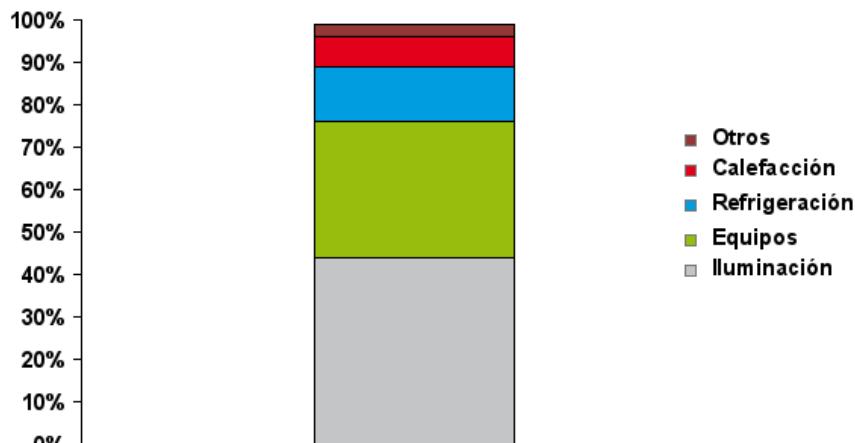
La siguiente tabla muestra la distribución del consumo eléctrico anual.

Tabla 14. Distribución global del consumo eléctrico

Uso energético	Consumo (kWh)	Consumo (%)
Iluminación	27.708	44,49
Calefacción	4.477	7,19
Refrigeración	8.355	13,42
Equipos	19.749	31,71
Otros	1.988	3,19
Total	62.276	100%

Esta distribución por usos queda reflejada en la siguiente gráfica:

Balance eléctrico del edificio CEIP Sánchez Arjona



Gráfica 6. Balance eléctrico por usos

7.4 BALANCE DE PROPANO POR USOS

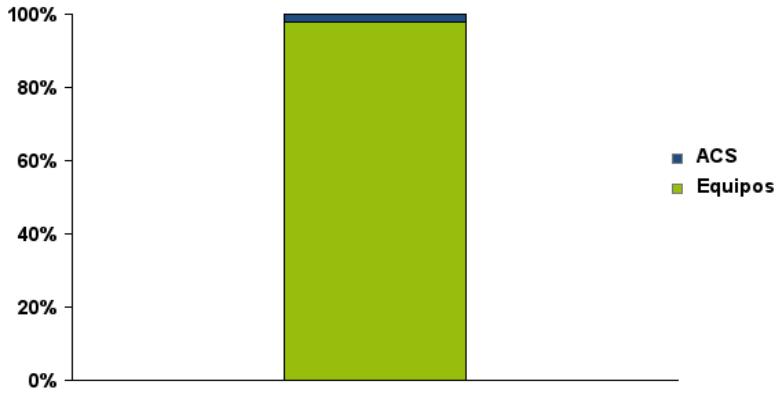
La siguiente tabla muestra la distribución del consumo de propano anual.

Tabla 15. Distribución global del consumo de propano

Uso energético	Consumo (kWh)	Consumo (%)
ACS	80	1,66
Equipos de cocina	4.743	98,34
Total	4.823	100%

Esta distribución por usos queda reflejada en la siguiente gráfica:

Balance térmico de propano del edificio CEIP Sánchez Arjona



Gráfica 7. Balance de propano por usos

8 LÍNEA DE BASE

De cara a establecer los ahorros que se generen mediante la implantación de las MAEs, se ha desarrollado una línea base del consumo. Esta línea es una relación entre el consumo del centro y las variables de las que éste depende.

8.1 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DE LA LÍNEA BASE

El establecimiento de las líneas de base de la energía se realiza a partir del análisis de los consumos de energía y las variables de mayor influencia sobre los mismos. Para ello, empleará la siguiente metodología:

8.1.1 SELECCIÓN DEL PERÍODO DE REFERENCIA

La línea base es el consumo energético a lo largo de un periodo de referencia adecuado para las instalaciones en las que se realiza el análisis. De forma general, se tomará como período de referencia doce meses (enero a diciembre).

8.1.2 IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES QUE INFLUYEN EN EL COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO

A continuación, será necesario identificar las variables que tengan mayor relación con el consumo energético. Para ello, se tendrá en cuenta los diferentes usos de la energía:

- **Climatización:** el consumo de electricidad o combustibles para climatización está relacionado con los grados-día⁸ de calefacción y refrigeración.
- **ACS:** el consumo de electricidad o combustibles para agua caliente sanitaria está relacionado con la ocupación y los grados-día de calefacción y refrigeración.
- **Cocinas:** el consumo de electricidad o combustibles en cocinas está relacionado con el número de comidas servidas.
- **Otros:** siempre que sea posible se realizarán otros análisis específicos.

⁸ Indicador del grado de rigurosidad climática de una ubicación determinada. Relaciona la temperatura exterior con una cierta temperatura para el interior de una instalación (temperatura de referencia interior). Pueden definirse para calefacción y refrigeración.



8.1.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS MEDIANTE MODELOS DE REGRESIÓN

Se analizarán las variables mediante un método estadístico para determinar cuáles son aquéllas de cuya variación depende más fuertemente el consumo. El modelo más empleado es la regresión lineal tanto de una variable como multivariable. Este método relaciona una variable dependiente Y (consumo de energía) con las variables independientes X_i (producción, grados días, etc.) y un término constante:

Función simplificada o de una única variable

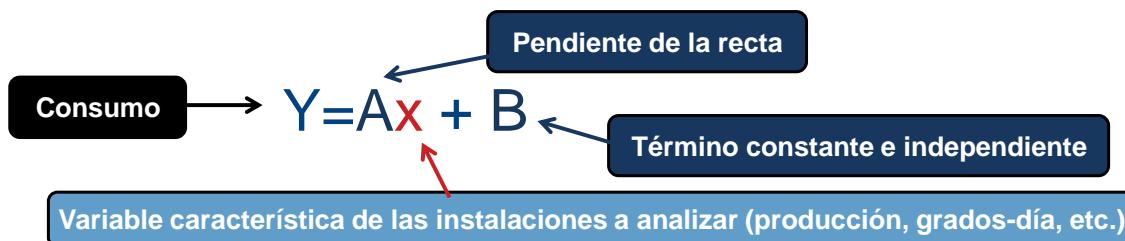


Ilustración 9. Función simplificada o de una única variable

Función multivariable



Ilustración 10. Función multivariable

Las regresiones lineales se realizan utilizando las funciones predeterminadas de la herramienta de cálculo Excel.

Hay que tener en cuenta que, para que el análisis sea válido, los datos de consumo energético a analizar deben ser reales (provenientes de facturas y/o contadores), no estimados.

8.1.4 SELECCIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO MÁS REPRESENTATIVO

Para encontrar aquella ecuación que mejor representa el desempeño energético se debe comprobar el valor del coeficiente de correlación múltiple y, en caso necesario, la bondad del ajuste del modelo matemático mediante el análisis de la desviación promedio entre el valor real del consumo y el valor estimado aplicando la ecuación.

El modelo matemático se comporta correctamente y puede seleccionarse para representar la línea de base de la energía en base a los siguientes valores:

Tabla 16. Valores de aceptación del modelo matemático

Parámetro	Valor aceptable
Coeficiente de correlación múltiple	> 0,75
Desviación promedio	< 10%
Valor crítico de F	< 0,05 y mejor cuanto más bajo

La desviación (o error) se emplea para comprobar la validez del modelo matemático mediante la comparación del consumo real frente al calculado al aplicar la ecuación establecida para la línea de base. Este cálculo se realiza uno a uno para todos los datos de consumo disponibles y, posteriormente, se calcula el valor promedio de todos ellos.

El valor estadístico F se emplea en análisis de varianza para realizar las pruebas de significancia conjunta de las variables. El valor crítico de F aporta información sobre la probabilidad de que el valor ocurra por azar. Para un nivel de significancia del análisis estadístico del 5%, tal y como se considera para el análisis de línea base, debe ser <0,05.

8.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En un centro educativo, las variables más significativas en cuanto al consumo de energía son:

- Temperatura exterior – Grados día
- Ocupación del edificio –mes laborable (en función de si es un mes lectivo o no) y número de días laborables del mes

Para los meses de junio 2017 y octubre 2016 no se disponen de los consumos eléctricos, por lo que estos meses no se van a tener en cuenta en el cálculo de la línea base. Por otra parte, para los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2017 solo se disponen de los consumos de uno de los contadores, por lo que no se tendrán en cuenta en este cálculo al ser consumos incompletos. La siguiente tabla muestra los datos de consumo y variables utilizados en el análisis:

Tabla 17. Consumo eléctrico y variables significativas para la línea base

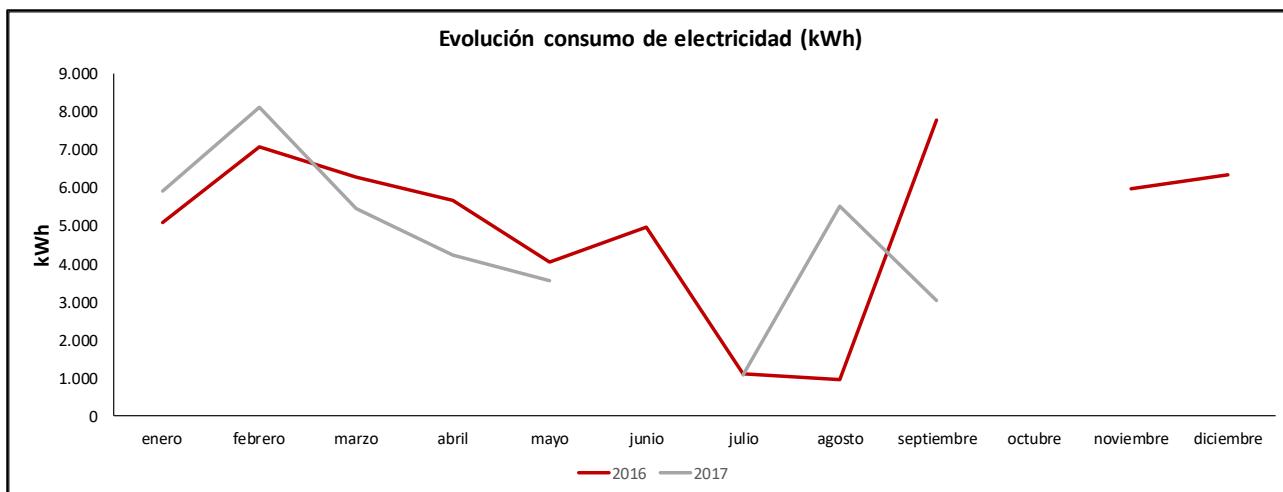
Mes	Consumo	GDR ⁹	GDC ¹⁰	Mes laborable	Días laborables	GDT ¹¹
Enero 2016	5.078	1	103	1	16	104
Febrero 2016	7.087	3	99	1	20	102
Marzo 2016	6.281	8	107	1	17	114
Abril 2016	5.688	33	38	1	21	71
Mayo 2016	4.047	85	13	1	18	98
Junio 2016	4.968	225	0	0,5	21	225
Julio 2016	1.114	333	0	0	21	333
Agosto 2016	949	333	0	0	23	333
Septiembre 2016	7.771	211	0	0,5	21	211
Noviembre 2016	5.974	12	76	1	21	88
Diciembre 2016	6.354	1	113	1	15	114
Enero 2017	5.921	0	190	1	16	190
Febrero 2017	8.120	2	83	1	19	85
Marzo 2017	5.462	27	79	1	23	106
Abril 2017	4.237	71	19	1	15	91
Mayo 2017	3.575	129	6	1	22	135
Julio 2017	1.096	301	0	0	23	301
Agosto 2017	5.508	325	0	0	23	325
Septiembre 2017	3.052	212	1	0,5	21	213

En la siguiente gráfica se representa el histórico de los consumos desde enero de 2016 hasta septiembre de 2017. Como se ha comentado anteriormente, no se disponen de consumos eléctricos para los meses de junio 2017 y octubre 2016, por lo que estos meses no se van a tener en cuenta en el cálculo de la línea base. Puede observarse cómo el consumo sigue una tendencia similar durante los 2 años de estudio.

⁹ Grados día de refrigeración, dependientes del calor en verano, obtenidos de la estación meteorológica de San Pablo (Sevilla).

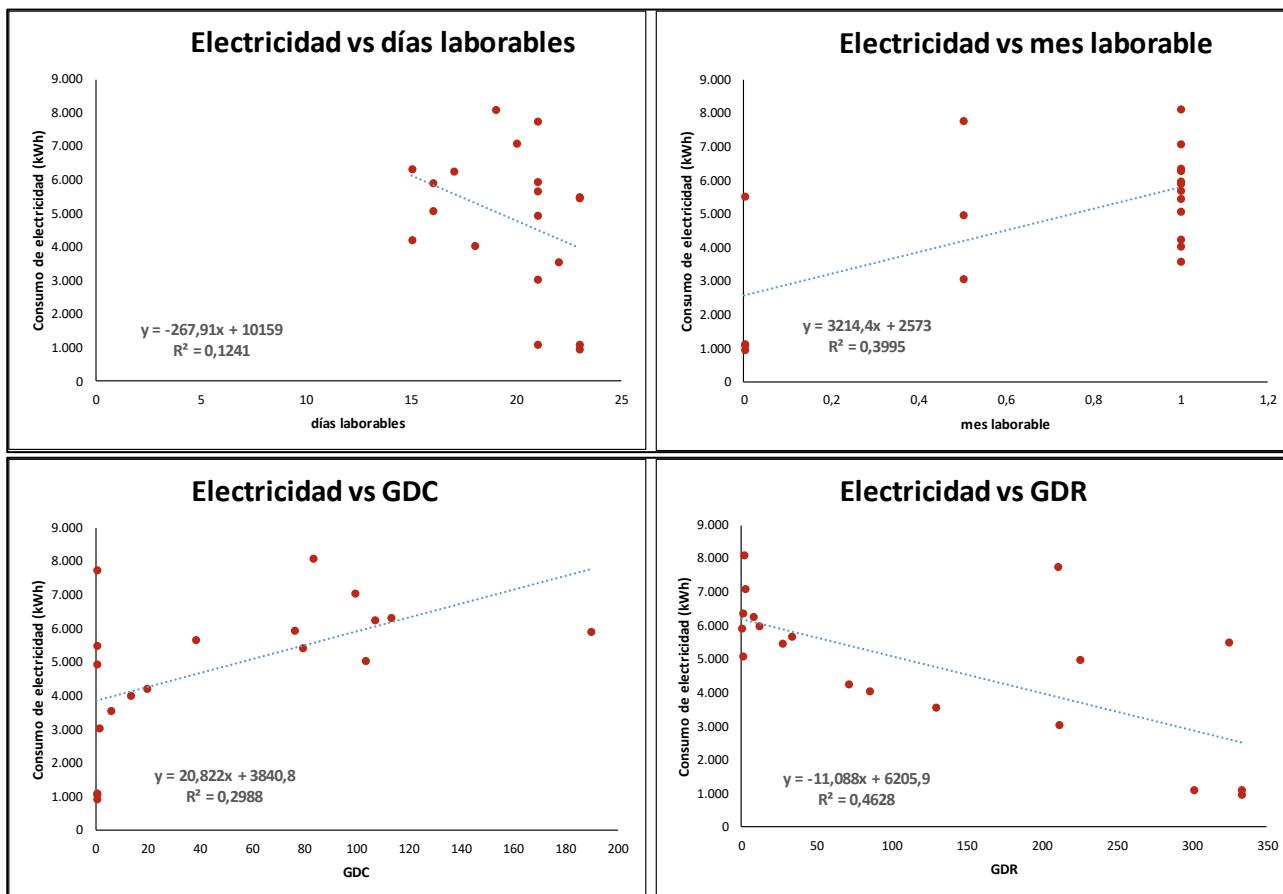
¹⁰ Grados día de calefacción, dependientes del frío en invierno, obtenidos de la estación meteorológica de San Pablo (Sevilla).

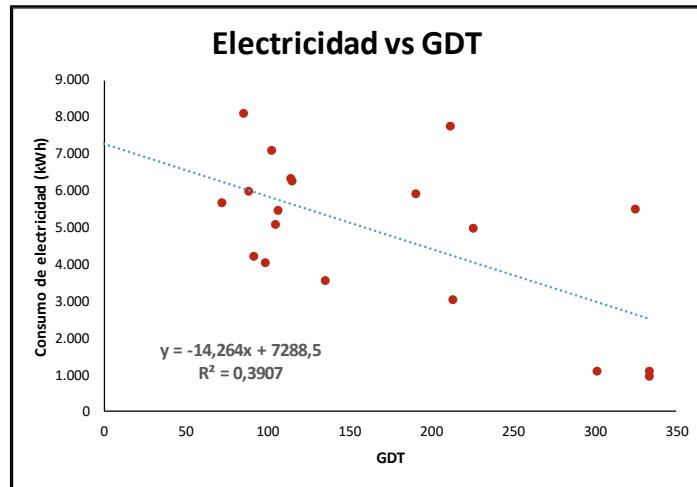
¹¹ Grados día totales, suma de los GDC y GDR.

Gráfica 8. Evolución del consumo eléctrico (2016-2017)

Las siguientes gráficas representan el resultado del ajuste de los consumos de electricidad a una ecuación lineal en base a la variable seleccionada ($y=ax+b$). Para que la función sea válida matemáticamente R^2 debe ser $>0,75$.





Gráfica 9. Regresiones lineales para establecer la línea base de electricidad

Ninguno de los modelos matemáticos proporciona una $R^2 > 0,75$, por lo que se realiza también el análisis de las funciones multivariadas con las variables que mejor ajuste lineal presentan, siendo en este caso: mes laborable, GDR y GDT. Además, tres gráficas presentan pendiente negativa, lo cual representa un menor consumo eléctrico conforme aumentan los días laborales de un mes y cuando aumentan los grados días (de refrigeración y totales) necesarios. Esto no tiene sentido físico y no representa una evolución real del consumo.

En la tabla a continuación se comparan los valores estadísticos obtenidos en los diferentes modelos matemáticos analizados:

Tabla 18. Análisis comparativo de los resultados de los modelos matemáticos para línea base

Ecuación	Coeficiente de correlación múltiple	Parámetro		
		R2 ajustado	Valor crítico de F	Desviación promedio (%)
Electricidad vs mes laborable	-	0,3995	-	-
Electricidad vs días laborables	-	0,1241	-	-
Electricidad vs GDC	-	0,2988	-	-
Electricidad vs GDR	-	0,4628	-	-
Electricidad vs GDT	-	0,3907	-	-
Electricidad vs mes laborable y GDR	0,6845	0,4686	0,006	41,6
Electricidad vs mes laborable y GDT	0,6348	0,3283	0,016	43,7

Los parámetros estadísticos de las funciones estudiadas no cumplen con los valores de aceptación definidos en el punto 8.1.4, por tanto, con los datos disponibles actualmente no es posible representar la línea de base de electricidad del centro con un modelo matemático.

8.3 LÍNEA DE BASE ESTABLECIDA

La línea de base de electricidad para el CEIP Sánchez Arjona se ha definido por tanto a partir de los valores promedio de los consumos de electricidad de los 2 últimos años para cada uno de los meses, ya que no existe ningún modelo matemático que cumpla con los criterios de aceptación tal y como se ha analizado en el apartado anterior.

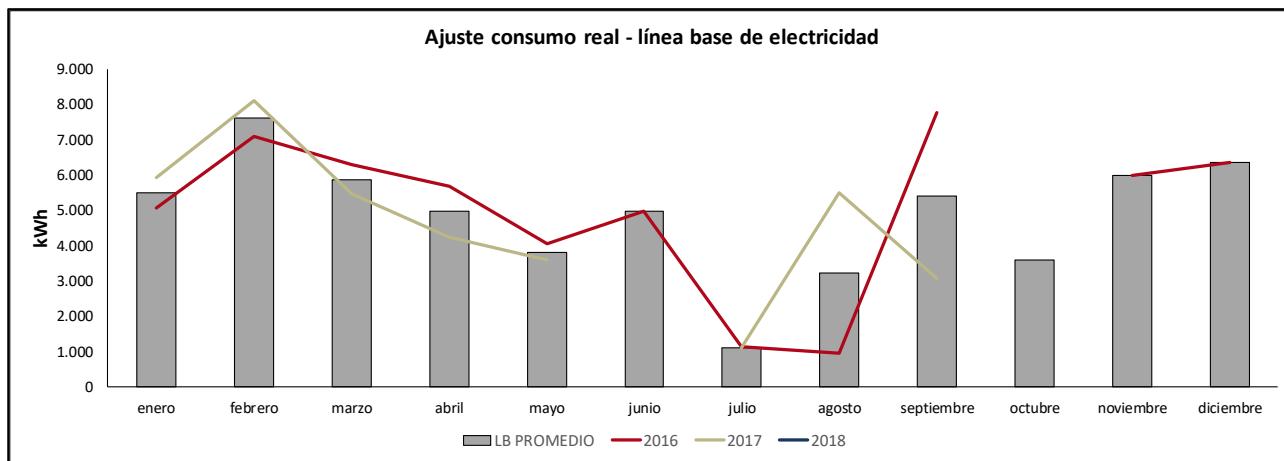
Para el mes de octubre no se dispone de consumos eléctricos reales por lo que, para el establecimiento de la línea base, se ha utilizado un consumo estimado a partir del de mayo de 2017, mes con grados días similares al promedio de octubre en 2016 y 2017.

A continuación, se muestra una tabla con la línea base de electricidad para el edificio "CEIP Sánchez Arjona":

Tabla 19. Línea base de electricidad CEIP Sánchez Arjona

Mes	Consumo eléctrico esperado (kWh)
Enero	5.500
Febrero	7.604
Marzo	5.872
Abril	4.963
Mayo	3.811
Junio	4.968
Julio	1.105
Agosto	3.229
Septiembre	5.412
Octubre	3.575
Noviembre	5.974
Diciembre	6.354
Desviación promedio¹² (%)	14,9

La siguiente gráfica representa los consumos reales de electricidad de los años 2016 y 2017 frente a la línea base establecida:



Gráfica 10. Ajuste de la línea base y el consumo real

Puede observarse que la línea base establecida no proporciona un ajuste adecuado (desviación promedio > 10%). Esto puede ser debido a la falta de datos, lo que impide obtener una línea de base estimada de forma rigurosa.

¹² Promedio de la diferencia entre el consumo real frente al consumo esperado según la línea base establecida.



9 MEDIDAS DE AHORRO ESTUDIADAS

Las medidas de ahorro estudiadas son todas aquellas que, dadas las características de las instalaciones son susceptibles de llevarse a cabo desde el punto de vista técnico, sin entrar a valorar la rentabilidad a lo largo de su ciclo de vida. Estas medidas se clasificarán en dos grupos atendiendo a diferentes criterios.

A continuación, se presenta un listado de todas las medidas estudiadas, independientemente de los resultados que arrojen.

Tabla 20. Listado de medidas estudiadas

Descripción de la mejora	Ahorro (kWh / año)
Facturación eléctrica CUPS ES0339000008000002CH0F	0
Instalación de regletas eliminadoras de stand-by	344
Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de lámparas incandescentes por LED	143
Instalación de sobre-enchufes Plugwise	4.376
Facturación eléctrica CUPS ES0339000008000007KT0F	0
Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de tubos fluorescentes por LED	10.677
Instalación de detectores de presencia	2.572
Instalación fotovoltaica	8.457
Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de luminarias peatonales por LED	3.718
Sustitución de calefactores por bombas de calor	89
Sustitución de bombas de calor por otras de mayor rendimiento	2.017
Sustitución de caldera actual por una de condensación de gas natural	11

Entre las **medidas de ahorro recomendadas** se incluyen aquellas que, habiéndose estudiado, su implantación se considera interesante desde alguno de los siguientes puntos de vista: ahorro económico, ahorro energético, rentabilidad, cumplimiento normativa, etc.

En el siguiente punto del informe, se describe en qué consiste cada una de las medidas y, se analizan los resultados obtenidos y se realiza una comparación con el conjunto de medidas recomendadas.

Las **medidas de ahorro no recomendadas** son las que siendo posible su instalación, no se propone ejecutar, ya que desde el punto de vista económico no son rentables. En este apartado se describe cada una de las medidas y se presentan los resultados obtenidos.

9.1 DESCRIPCIÓN DE MEDIDAS DE AHORRO RECOMENDADAS

9.1.1 ILUMINACIÓN

9.1.1.1 Sustitución de lámparas convencionales por LED

El LED es un tipo de luz que usa diodos semiconductores. Cuando un LED se encuentra en polarización directa, los electrones pueden recombinarse con los huecos en el dispositivo, liberando energía en forma de fotones. Este efecto es llamado electroluminiscencia y el color de la luz (correspondiente a la energía del fotón), se determina a partir de la banda de energía del semiconductor. La energía contenida en un fotón de luz es proporcional a su frecuencia, es decir, su color. Cuanto mayor sea el salto de banda de energía del material semiconductor que forma el LED, más elevada será la frecuencia de la luz emitida.

Las lámparas LED presentan las siguientes ventajas:

- El LED se alimenta a baja tensión, consumiendo así poca energía y por lo tanto emitiendo poco calor. Esto es debido a que el LED es un dispositivo que opera a baja temperatura en relación con la luminosidad que proporciona. Los demás sistemas de iluminación en igualdad de condiciones de luminosidad que el LED emiten mucho más calor.
- Larga vida útil (50.000 h).
- Baja depreciación luminosa, del 30% a 50.000 h.
- Índice de reproducción cromática superior a 80.
- Luz blanca a temperaturas de calor entre 3.000 K y 6.000 K.
- No emiten radiación ultravioleta ni infrarroja.
- Encendido instantáneo.
- Excelente direccionalidad de la luz, lo que permite un mayor factor de utilización y mínima contaminación lumínica.
- No contienen componentes contaminantes (mercurio, plomo, etc.).
- Gran capacidad de producción de energía lumínica, por cada watio consumido 90-113 lm/W.

Sin embargo, estas lámparas presentan los siguientes inconvenientes:

- Alto coste de las luminarias, es previsible una disminución importante durante los próximos años.
- La vida útil presenta alta variabilidad en función de la intensidad de corriente y la temperatura.

El ahorro energético se ha calculado como la diferencia entre el consumo eléctrico actual y el consumo eléctrico que tendría tras la propuesta.

El ahorro económico se obtiene como la diferencia del coste económico del consumo energético del sistema de iluminación actual y el coste económico del consumo energético del sistema de iluminación propuesto incluyendo el ahorro por reposición debido a la mayor vida útil de las lámparas LED.

El coste de los equipos se obtiene a partir de los precios obtenidos por Creara con el distribuidor, mientras que la inversión necesaria se calcula como la suma de todos los costes existentes: costes de equipos y costes de mano de obra.

Las sustituciones de iluminación por LED que se han contemplado se muestran a continuación:

Sustitución de lámparas fluorescentes por LED

Este tipo de lámparas son de vapor de mercurio a baja presión de elevada eficacia y vida. Las cualidades de color y su alto rendimiento las hacen idóneas para interiores de altura reducida La mejora consiste en la sustitución de las lámparas fluorescentes actuales, existiendo varias posibilidades de sustitución, las más comunes son:

- Fluorescentes T8 de 18W por tubos LED de 10W.
- Fluorescentes T8 de 36W y T12 de 40W por tubos LED de 20W.

Tabla 21. Sustitución de fluorescentes por LED

Sustitución de fluorescentes por LED		
Ahorro		
Ahorro energético	Ahorro económico	
kWh / año	%	Eu / año
10.677	15,91	1.177
Inversión		
Inmovilizado	Mano de obra	Total
Eu	Eu	Eu
3.255	3.105	6.360
Resultados económicos		
PRS	Vida útil	VAN
años	años	Eu
5,4	15	5.648
Resultados ambientales		
Reducción de emisiones contaminantes		
kg CO ₂ / año		
2.755		

Para la implantación de esta medida no es necesaria la redacción de un proyecto.

Sustitución de lámparas incandescente por LED

Estas lámparas están constituidas por un filamento de wolframio sobre el cual se hace pasar una corriente eléctrica, éste alcanza una temperatura elevada que emite radiaciones en el espectro visible. Es un tipo de iluminación muy utilizada un uso doméstico por su bajo coste, sin embargo, tienen poca vida útil, alto consumo y emiten calor en su funcionamiento. Se recomienda sustituir estas lámparas por LED, cuyas ventajas, inconvenientes, se han descrito anteriormente:

Para esta medida, las posibilidades de sustitución son las siguientes:

- Incandescentes de 60W por LED de 9W.

Tabla 22. Sustitución de incandescentes por LED

Sustitución de incandescentes por LED		
Ahorro		
Ahorro energético	Ahorro económico	
kWh / año	%	Eu / año
143	0,21	18
Inversión		
Inmovilizado	Mano de obra	Total
Eu	Eu	Eu
28	16	44
Resultados económicos		
PRS	Vida útil	VAN
años	años	Eu
2,5	15	137
Resultados ambientales		
Reducción de emisiones contaminantes		
kg CO ₂ / año		
37		

9.1.1.2 Instalación de detectores de presencia y sensores de luz natural

El detector de presencia es un equipo que permite reducir el consumo energético apagando aquella iluminación que permanece encendida durante más tiempo del necesario en zonas como pasillos, aseos o ascensores. Por otro lado, los sensores de luz natural son elementos que detectan la luz natural existente en las estancias y, en caso de que las condiciones meteorológicas aporten los niveles de luz necesarios, apagan la iluminación. La unión de estos dos elementos permite un ahorro energético considerable.

La instalación de estos equipos en lámparas que tengan como equipo auxiliar balastos electromagnéticos, como son las lámparas fluorescentes y las de bajo consumo, pueden disminuir la vida útil de las mismas debido al mayor número de encendidos. Para minimizar este tipo de consecuencias negativas, se recomienda la instalación de balastos electrónicos previamente. Hay que tener en cuenta que algunos tipos de lámparas de bajo consumo y los LED ya disponen de esta tecnología para evitar que la vida útil de las lámparas se vea reducida.

El estudio de esta medida consiste en la instalación de detectores de presencia con sensores crepusculares (de luz natural) que controlen electrónicamente el encendido y apagado de las lámparas según un tiempo de retardo programable en función que detecte presencia o no y el aporte de luz natural. Los ahorros que se obtienen por la instalación de estos elementos son debidos a la reducción de horas de funcionamiento.



Ilustración 11. Detector de presencia

Se ha evaluado la instalación de 25 detectores de presencia en el centro. En el anexo 13.5 puede verse qué luminarias se propone controlar mediante estos detectores. [las que se incluye una descripción en la columna: propuesta tiempo].

Los resultados de la implantación de esta medida son los siguientes:

Tabla 23. Instalación de detectores de presencia

Instalación de detectores de presencia		
Ahorro		
Ahorro energético	Ahorro económico	
kWh / año	%	Eu / año
2.572	3,83	286
Inversión		
Inmovilizado	Mano de obra	Total
Eu	Eu	Eu
894	856	1.750
Resultados económicos		
PRS	Vida útil	VAN
años	años	Eu
6,1	10	915
Resultados ambientales		
Reducción de emisiones contaminantes		
kg CO ₂ / año		
664		

Para la implantación de esta medida no es necesaria la redacción de un proyecto.

9.1.2 EQUIPOS

9.1.2.1 Instalación de sobre-enchufes (Plugwise)

Los sobre-enchufes (Plugwise) son un sistema para controlar y reducir el consumo de los equipos ofimáticos y otros que quedan en modo stand-by. El sistema propuesto se compone de los siguientes elementos:

- Software: plataforma de visualización de consumos registrados por los sobre-enchufes. También permite establecer órdenes de encendido/apagado en función de horarios, agrupaciones de sensores, eventos, etc. Se instalaría en un ordenador de la oficina desde donde se controlarían todos los elementos instalados.



Ilustración 12. Componentes del sistema de eliminación del modo stand-by de equipos ofimáticos

- Sobre-enchufe inalámbrico: mide la energía de los dispositivos conectados, y ejecuta el encendido y apagado según las órdenes programadas en el software. Comunica vía Zigbee con el receptor.
- Receptor: recibe las señales Zigbee de los sobre-enchufes, y las procesa para que puedan ser gestionadas por el software.

Los ahorros obtenidos con la aplicación de esta medida son producidos por la eliminación del consumo en stand-by de equipos ofimáticos: ordenadores de sobremesa (compuestos de monitor más unidad central), ordenadores portátiles, impresoras multifunción o fotocopiadoras. La inversión que se ha considerado para el cálculo de los ahorros incluye el coste del software, el receptor y los sobre-enchufes en función del número de equipos sobre los que aplica.

Se ha evaluado la implantación de un equipo “Home Basic Type F” que incluye 9 sobreenchufes más tres extensiones “Home Basic Type F extension” cada una con 10 sobreenchufes. Esto es, un total de 39 sobreenchufes.

Los resultados de la implantación de esta medida son los siguientes:

Tabla 24. Instalación del sistema de control de apagado de equipos Plugwise

Instalación del sistema de control de apagado de equipos Plugwise		
Ahorro		
Ahorro energético	Ahorro económico	
KWh / año	%	Eu / año
4.376	6,52	437
Inversión		
Inmovilizado	Mano de obra	Total
Eu	Eu	Eu
1.133	0	1.133
Resultados económicos		
PRS	Vida útil	VAN
años	años	Eu
2,6	10	2.909
Resultados ambientales		
Reducción de emisiones contaminantes		
kg CO ₂ / año		
1.129		

Para la implantación de esta medida no es necesaria la redacción de un proyecto.

9.1.3 ENERGÍAS RENOVABLES

9.1.3.1 Solar Fotovoltaica

Introducción

Se propone la instalación de un sistema solar fotovoltaico en la cubierta de las instalaciones con el fin de reducir el consumo energético del suministro existente, consumiendo la energía producida por los paneles.

Descripción de la medida

Una instalación solar fotovoltaica permite aprovechar la luz del sol para generar electricidad. El principal elemento de una instalación fotovoltaica es el panel fotovoltaico.

Un panel fotovoltaico se compone de un conjunto de células fotoeléctricas conectadas en serie y paralelo para obtener una tensión determinada y una intensidad variable en función de la radiación solar. Una célula fotoeléctrica es un dispositivo que, mediante el efecto fotoeléctrico, es capaz de convertir la energía luminosa en energía eléctrica.

Cuando la luz del sol incide sobre una célula fotoeléctrica, los fotones de la luz solar transmiten su energía a los electrones del semiconductor para que así puedan circular dentro del sólido.

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

Las condiciones de funcionamiento de un módulo fotovoltaico dependen de algunas variables externas como la radiación solar y la temperatura de funcionamiento.

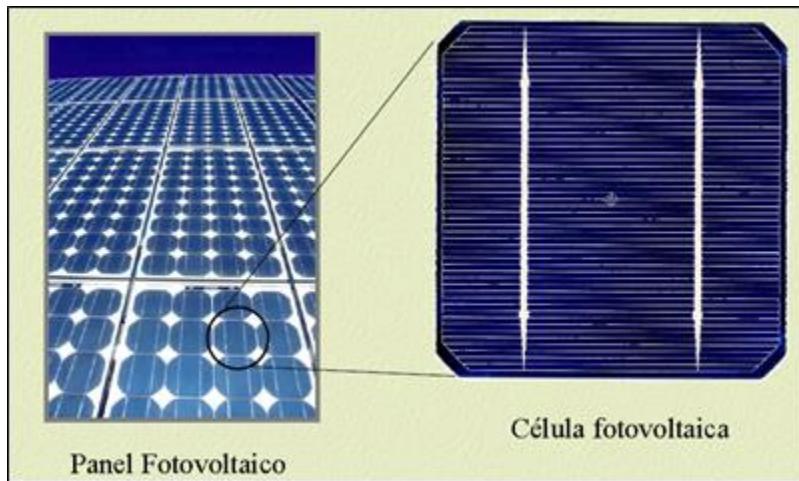


Ilustración 13. Imagen de una célula fotoeléctrica y de un panel fotovoltaico (compuesto de numerosas células)

La potencia de un panel fotovoltaico o de una instalación fotovoltaica se mide en kilovatios pico (kWp). La potencia pico es la potencia máxima de la instalación. Una instalación con una potencia de 1 kWp producirá 1 kW eléctrico cuando la radiación incidente sobre ella sea de 1 sol pico (1 kW/m²).

El ahorro económico vendrá dado por la energía que se generará a través de fuentes renovables y que se deja de demandar de la red.

Los elementos necesarios para llevar a cabo esta instalación son los siguientes:

- Panel fotovoltaico: convierte la luz solar en energía eléctrica
- Estructura soporte. Mantiene el módulo y lo orienta en la dirección más adecuada
- Inversor. Convierte la corriente continua a corriente alterna (los módulos fotovoltaicos generan electricidad en corriente continua) para su uso por los diferentes sistemas consumidores



Ilustración 14. Imagen de una instalación fotovoltaica estática

Dimensionamiento de la instalación

Introducción

La legislación actual permite volcar parte de la energía generada a red, pero es más interesante autoconsumir el máximo de energía.

De este modo, se va a dimensionar la instalación de modo que la generación solar sea inferior en todo momento al consumo eléctrico del edificio.

Radiación solar en la zona

Se ha obtenido la radiación solar en la zona a partir de los datos del sistema de información territorial del *Photovoltaic Geographical Information System* de la Unión Europea.

Tabla 25. Latitud y longitud

Colegio	CEIP Sánchez Arjona	
Coordenadas	LAT	37,416215
	LON	-6,401867

Tabla 26. Potencial solar mensual

Mes	Potencial FV (kWh / día kWp)	Días	Potencial FV (kWh / mes kWp)
Enero	3,25	31	100,75
Febrero	4,11	28	115,08
Marzo	4,76	31	147,56
Abril	4,93	30	147,90
Mayo	5,17	31	160,27
Junio	5,43	30	162,90
Julio	5,56	31	172,36
Agosto	5,38	31	166,78
Septiembre	4,85	30	145,50
Octubre	4,28	31	132,68
Noviembre	3,55	30	106,50
Diciembre	3,12	31	96,72
Total			1.655

A partir de estos datos se va a encontrar la potencia óptima de la instalación y el rendimiento energético de ésta.

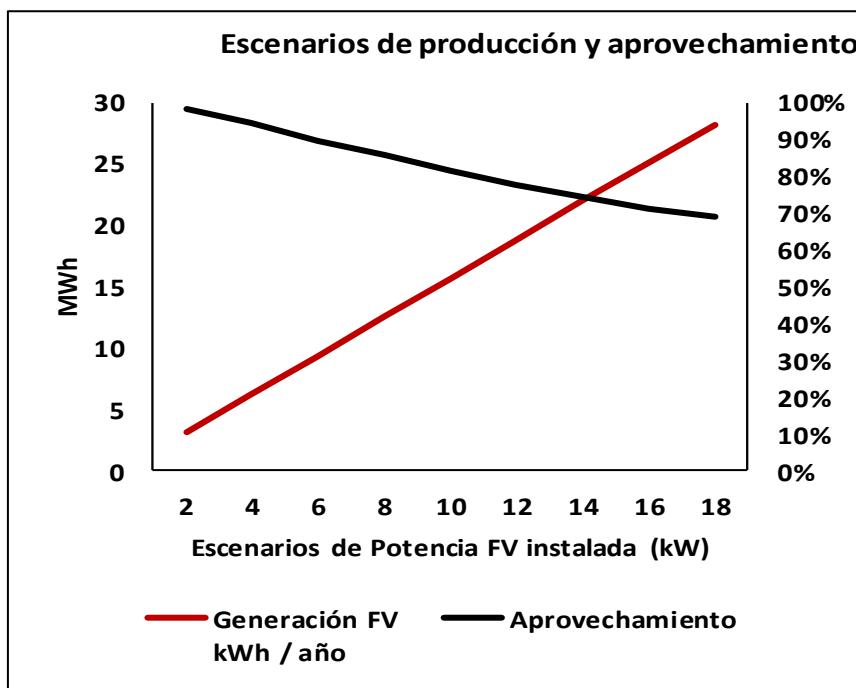
Dimensionamiento. Tamaño óptimo

Para dimensionar la instalación se va a tener en cuenta lo siguiente:

- La generación será la máxima posible, minimizando la energía desperdiciada¹³, de modo que se pueda autoconsumir la energía generada por la instalación.
- La demanda se ha simulado en base al consumo eléctrico mensual facilitado y a los usos y al régimen de funcionamiento del centro, ya que no se dispone de la curva de carga real.

De este modo, se analiza la generación de energía en función de la potencia instalada frente al aprovechamiento de la misma, tal y como se muestra en la siguiente gráfica:

¹³ Dado las características de los centros es imposible no desperdiciar parte de la energía generada, ya que hay momentos en los que la demanda es muy baja. Sin embargo, se dimensiona para que el aprovechamiento sea al menos del 80%.



Gráfica 11. Escenarios de generación FV y aprovechamiento

A partir de esta información, se determina la potencia óptima, que permite un aprovechamiento del 85% de la energía generada:

- Potencia pico propuesta = 6 kWp

Resultados

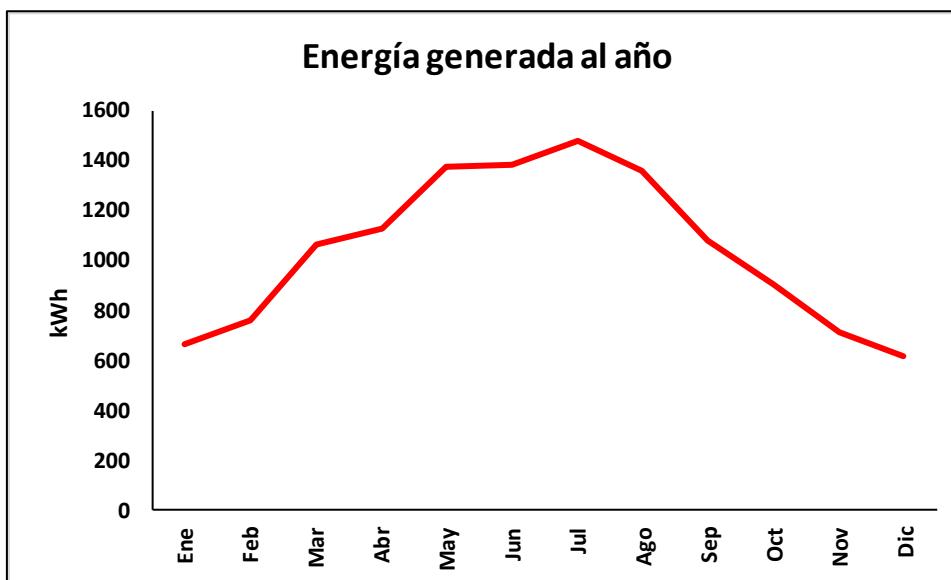
Instalación propuesta

Datos de la instalación

- Potencia pico: 6 kWp
- Número de módulos: 20
- Potencia de los módulos: 300 Wp
- Inclinación de los módulos: 12^{014}

La generación mensual de la instalación se muestra en el siguiente gráfico:

¹⁴ Inclinación óptima en la zona



Gráfica 12. Generación mensual de energía

La generación anual de energía es igual a **9.403 kWh**. Se considera un aprovechamiento de un 89,95%, esto es: **8.457 kWh**.

Localización

Por cuestiones de seguridad y de integración arquitectónica, se determinará la cubierta de las edificaciones como zona de ubicación de los paneles solares fotovoltaicos.

Para esta instalación de una potencia pico estimada de 6 kW se necesita una superficie aproximada de unos 49 m².

Como zona óptima se ha elegido la cubierta inclinada no transitable correspondiente al ala izquierda de las instalaciones, la cual consta con una superficie aprovechable de unos 160 m².

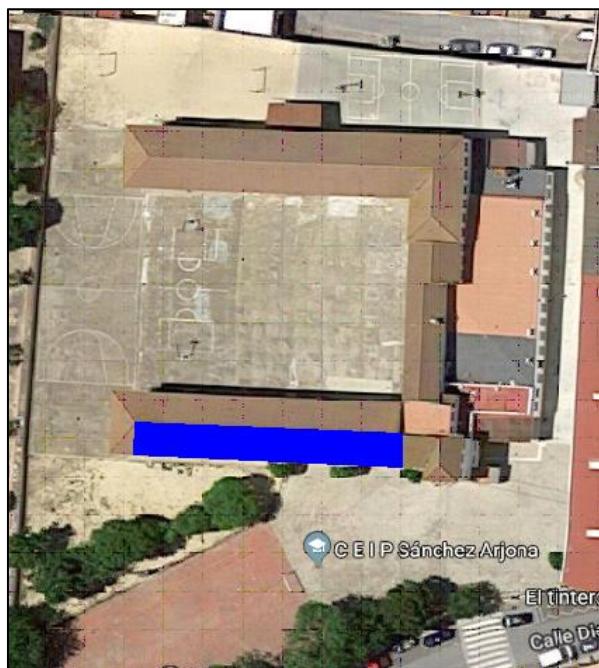


Ilustración 15. Zona optima para la ubicación de las placas fotovoltaicas

La carga del sistema de paneles compuestos por módulos fotovoltaicos y la estructura para estos, constituye una carga de aproximadamente 20 kg/m².

Los paneles se instalarán de manera coplanar a la cubierta del edificio, es decir, tendrán la misma inclinación que esta: 12 °.

Para la fijación de los paneles sobre la estructura se utilizará el sistema IMM o similar con las siguientes características en materiales y accesorios:

- Fabricado íntegramente con perfiles de aluminio extruido.
- Tornillería de acero Inox A2.
- Fijación de paneles solares mediante grapas de aluminio extruido.
- Tornillos para los paneles cabeza de martillo. En caso de sustitución de los paneles solares, permite soltar solo el panel afectado, no toda la fila.
- Salva-tejas regulable con cuatro puntos de fijación en hormigón.

Configuración de la instalación

Para la presente instalación se han considerado los siguientes equipos:

- Paneles FV
 - N° paneles: 20
 - Potencia pico: 300 Wp
 - Entre un 14 - 20 % sobredimensionamiento mínimo o máximo o permitido por el inversor.

- Inversores

- N° inversores: 1
- Potencia nominal: 5 kW

Las características técnicas exigibles para estos equipos se detallan en el anexo.

Presupuesto

Tabla 27. Presupuesto instalación solar fotovoltaica

Concepto	Coste (€)	Coste (€ / Wp)
Módulos FV	2.145	0,36
Inversor	855	0,14
Equipo gestor	250	0,04
Controlador de vertido	300	0,05
Estructura auxiliar	1.000	0,17
Material eléctrico y protecciones	1.000	0,17
Mano de obra	2.300	0,38
Gestiones y memoria técnica	650	0,11
Seguridad y salud	75	0,01
Gestión de residuos	50	0,01
Total	8.625	1,44

Resultados energéticos y económicos

Como se ha comentado anteriormente el ahorro económico vendrá dado por la energía que se generará a través de fuentes renovables y que se deja de demandar de la red, además de la posible reducción de la potencia contratada con la compañía suministradora debido a esta nueva situación de disminución de la demanda de la red eléctrica. Por ello, para el ahorro económico no solo se ha tenido en cuenta el precio de la electricidad, sino también el coste de las potencias contratadas. Por tanto, para el cálculo del ahorro, se ha tenido en cuenta un término unitario de la energía de 0,105 €/kWh.

Los resultados de la implantación de esta medida son los siguientes:

Tabla 28. Resultados de la Instalación de solar fotovoltaica

Instalación de solar fotovoltaica		
Ahorro		
Generación de energía		Ahorro económico
kWh / año ¹⁵	% ¹⁶	Eu / año
8.457	12,60%	867
Inversión		
Inmovilizado	Mano de obra	Total
Eu	Eu	Eu
5.550	3.075	8.625
Resultados económicos		
PRS	Vida útil	VAN ¹⁷
años	años	Eu
9,5	25	-
Resultados ambientales		
Reducción de emisiones contaminantes		
kg CO ₂ / año		
3.000		

Para la implantación de esta medida no es necesaria la redacción de un proyecto, es suficiente con una memoria técnica, ya que la potencia instalada es menor de 100 kWp.

9.1.4 FACTURACIÓN ELÉCTRICA

9.1.4.1 Optimización de la potencia contratada

Uno de los conceptos por los que se paga en las facturas eléctricas es la potencia contratada. Es fundamental que la potencia esté optimizada, ya que supone un sobrecoste para el usuario tanto si es superior como si es inferior a la potencia demandada.

En base a las facturas del centro se ha establecido la potencia óptima para cada uno de los períodos. En este caso se recomienda modificar la potencia contratada en todos los períodos.

Tabla 29. Optimización de la potencia contratada

CUPS	Potencia óptima		
	P1 (kW)	P2 (kW)	P3 (kW)
ES0339000008000002CH0F	11	16,44	8
ES0339000008000007KT0F	15	40	22

¹⁵ Ahorro eléctrico

¹⁶ Ahorro con respecto al consumo eléctrico

¹⁷ Para el cálculo del VAN y TIR se considera una vida útil de 10 años, ya que es la duración a considerar para un proyecto ESE.



Esta medida conlleva una inversión debida al coste de los derechos de enganche, la cuota de extensión, la cuota de acceso y la renovación del CIE¹⁸ por parte de la distribuidora.

A continuación, se muestra una tabla con los resultados de la optimización de la potencia en el centro:

Tabla 30. Optimización de la potencia contratada CUPS ES0339000008000002CH0F

Optimización potencia contratada		
Ahorro		
Ahorro energético	Ahorro económico	
kWh / año	%	Eu / año
0	0	254
Inversión		
Inmovilizado	Mano de obra	Total
Eu	Eu	Eu
-	-	9
Resultados económicos		
PRS	Vida útil	VAN
años	años	Eu
0,04	-	2.328
Resultados ambientales		
Reducción de emisiones contaminantes		
kg CO ₂ / año		
0		

¹⁸ Certificado de Instalación Eléctrica.



Tabla 31. Optimización de la potencia contratada CUPS ES0339000008000007KT0F

Optimización potencia contratada		
Ahorro		
Ahorro energético	Ahorro económico	
kWh / año	%	Eu / año
0	0	224
Inversión		
Inmovilizado	Mano de obra	Total
Eu	Eu	Eu
-	-	795
Resultados económicos		
PRS	Vida útil	VAN
años	años	Eu
3,5	-	1.281
Resultados ambientales		
Reducción de emisiones contaminantes		
kg CO ₂ / año		
0		

Para la implantación de esta medida no es necesaria la redacción de un proyecto.

9.2 DESCRIPCIÓN DE MEDIDAS DE AHORRO NO RECOMENDADAS

9.2.1 CLIMATIZACIÓN

9.2.1.1 Sustitución de caldera actual por una de condensación de gas natural

Las calderas de condensación son calderas de alto rendimiento (110% PCI) basadas 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.

Con una caldera clásica de tipo atmosférico, los productos de combustión rondan temperaturas del orden de 150°C, lo que implica que una parte no despreciable del calor latente es evacuada por los humos. La caldera de condensación recupera una parte muy importante de ese calor latente, reduciendo considerablemente la temperatura de los gases (65°C).

El ahorro que se obtiene es tanto energético como económico. El origen del ahorro energético viene determinado por el mayor rendimiento de la caldera de condensación, y el ahorro económico viene dado por el menor precio del gas natural frente al combustible actual.

La inversión se estudia teniendo en cuenta la sustitución de la caldera convencional de gasóleo por una caldera de condensación de gas natural con regulación electrónica y sonda de temperatura exterior, el quemador del grupo térmico, la inertización del tanque de gasóleo, los materiales y medios auxiliares, la puesta en marcha, la mano de obra y otros costes indirectos.

Los resultados de la implantación de esta medida son los siguientes:

Tabla 32. Sustitución de la caldera actual por una de gas natural

Sustitución de la caldera actual por una de gas natural		
Ahorro		
Ahorro energético		Ahorro económico
kWh / año	%	Eu / año
11	0,02	5
Inversión		
Inmovilizado	Mano de obra	Total
Eu	Eu	Eu
5.236	9.848	15.084
Resultados económicos		
PRS	Vida útil	VAN
años	años	Eu
2.979,8	25	-
Resultados ambientales		
Reducción de emisiones contaminantes		
kg CO ₂ / año		
4		

Para la implantación de esta medida no es necesaria la redacción de un proyecto.

9.2.1.2 Sustitución de bombas de calor por otras de mayor rendimiento

Una bomba de calor es una máquina térmica que permite transferir energía en forma de calor de un ambiente a otro, según se requiera. Los equipos instalados actualmente son antiguos y presentan un rendimiento bajo, es por ello que se propone su sustitución por otros más modernos de tipo Inverter que tienen un rendimiento superior.

La inversión necesaria se calcula como la suma de todos los costes existentes: costes de equipos, costes de mano de obra y costes de proyecto.

Los resultados de la implantación de esta medida son los siguientes:

Tabla 33. Sustitución bombas de calor actuales por bombas de calor eficientes

Sustitución bombas de calor actuales por bombas de calor eficientes		
Ahorro		
Ahorro energético	Ahorro económico	
kWh / año	%	Eu / año
2.017	3,01	202
Inversión		
Inmovilizado	Mano de obra	Total
Eu	Eu	Eu
57.950	14.488	72.438
Resultados económicos		
PRS	Vida útil	VAN
años	años	Eu
359,2	20	-
Resultados ambientales		
Reducción de emisiones contaminantes		
kg CO ₂ / año		
520		

Para la implantación de esta medida no es necesaria la redacción de un proyecto.

9.2.1.3 Sustitución de calefactores por bombas de calor

El uso de equipos como calefactores, radiadores eléctricos, resistencias eléctricas para calefacción supone un uso ineficiente de la energía, ya que existen equipos, como las bombas de calor, que tiene rendimientos mucho mayores y ofrecen un mayor confort.

Una bomba de calor es una máquina térmica que permite transferir energía en forma de calor de un ambiente a otro, según se requiera. Estos equipos presentan un rendimiento muy superior al de los equipos anteriormente mencionados, ya que no están basados en la generación de calor, sino en su transferencia.

La mayor eficiencia de estos equipos disminuirá el consumo energético y por lo tanto los costes económicos asociados.

La medida se ha estudiado asumiendo la instalación de una bomba de calor reversible de alta eficiencia energética (clase A) que pueda satisfacer las demandas térmicas de calor. El equipo también tendrá la posibilidad de cubrir la demanda de refrigeración, que actualmente está desatendida.

Los resultados de la implantación de esta medida son los siguientes:

Tabla 34. Sustitución de calefactores por bombas de calor

Sustitución de calefactores por bombas de calor		
Ahorro		
Ahorro energético	Ahorro económico	
KWh / año	%	Eu / año
89	0,13	9
Inversión		
Inmovilizado	Mano de obra	Total
Eu	Eu	Eu
1.094	274	1.368
Resultados económicos		
PRS	Vida útil	VAN
años	años	Eu
154,4	20	-
Resultados ambientales		
Reducción de emisiones contaminantes		
kg CO ₂ / año		
23		

Para la implantación de esta medida no es necesaria la redacción de un proyecto.

9.2.2 ILUMINACIÓN

9.2.2.1 Sustitución de lámparas convencionales por LED

Las sustituciones de iluminación por LED que se han contemplado se muestran a continuación:

Sustitución de luminarias de exterior tipo peatonales con lámparas de descarga por peatonales de LED

Esta medida consiste en la sustitución de las luminarias de tipo peatonal con lámparas de descarga, tanto vapor de sodio como halogenuros metálicos o vapor de mercurio, destinadas a la iluminación de aceras o zonas de peatones, por otras de LED.

- Vapor de Mercurio de 125W por Peatonal LED de 38W.

Tabla 35. Sustitución de las luminarias de tipo peatonales por LED

Sustitución de las luminarias de tipo peatonales por LED		
Ahorro		
Ahorro energético	Ahorro económico	
kWh / año	%	Eu / año
3.718	5,54	393
Inversión		
Inmovilizado	Mano de obra	Total
Eu	Eu	Eu
5.922	720	6.642
Resultados económicos		
PRS	Vida útil	VAN
años	años	Eu
16,9	15	-
Resultados ambientales		
Reducción de emisiones contaminantes		
kg CO ₂ / año		
959		

Para la implantación de esta medida no es necesaria la redacción de un proyecto.

9.2.3 EQUIPOS

9.2.3.1 Instalación de regletas eliminadoras de stand-by

Las regletas eliminadoras de stand-by son elementos destinados a reducir el consumo stand-by de los equipos electrónicos (principalmente equipos ofimáticos) que pueden desconectarse completamente de la red eléctrica.

Los eliminadores de stand-by miden la corriente que circula por los aparatos cuando están encendidos, de forma que cuando entran en stand-by detecta la disminución de consumo y corta el paso de corriente, apagándolos por completo. Al encenderlos el eliminador detecta la demanda de potencia y vuelve a conectar el paso de electricidad. Para ello el eliminador queda en modo de espera, por lo que es interesante que se utilice para desconectar varios aparatos a la vez.

La principal ventaja frente a las regletas convencionales de interruptor es que no necesitan la vigilancia permanente del usuario, por lo que se evitan las situaciones de olvido en las que quedaban los equipos encendidos.

El ahorro energético de aplicar esta medida estará dado por la disminución del tiempo que los equipos se encuentran en modo stand-by. La inversión que se ha considerado para el cálculo de los ahorros incluye el coste de la regleta eliminadora de stand-by. No se considera coste asociado a la mano de obra, ya que su instalación es muy sencilla.



Ilustración 16. Regleta con un maestro, cuatro esclavos y dos tomas convencionales

Los resultados de la implantación de esta medida son los siguientes:

Tabla 36. Instalación de regletas eliminadoras del stand-by

Instalación de regletas eliminadoras del stand-by		
Ahorro		
Ahorro energético		Ahorro económico
kWh / año	%	Eu / año
344	0,51	34
Inversión		
Inmovilizado	Mano de obra	Total
Eu	Eu	Eu
55	0	55
Resultados económicos		
PRS	Vida útil	VAN
años	años	Eu
1,6	10	259
Resultados ambientales		
Reducción de emisiones contaminantes		
kg CO ₂ / año		
89		

Para la implantación de esta medida no es necesaria la redacción de un proyecto.

Pese a que esta medida de ahorro tiene un PRS aceptable, su implementación no es compatible con la de los sobre-enchufes programables, por lo que la media de ahorro que se recomienda es la que aporte un mayor ahorro energético, es este caso particular, la de los sobre-enchufes programables.

10 MEDIDA DE GESTIÓN Y CONTROL ENERGÉTICO

10.1.1 TELEGESTIÓN DE LOS EQUIPOS CONSUMIDORES DE ENERGÍA

La instalación de equipos para la telegestión es recomendable cuando el edificio dispone de altos consumidores tales como sistemas centralizados de climatización, calderas o enfriadoras, que concentran un elevado porcentaje del consumo del edificio.

Dentro de las posibilidades de telegestión, la mejor opción para este tipo de edificios son los actuadores telegestionados.

Un actuador telegestionable permite obtener información relativa de un elemento consumidor tal como:

- Parámetros de consumo: tensiones, intensidades, potencia, energía, factor de potencia, armónicos, caudales de gas.
- Estado actual: encendido/apagado, % de carga, avisos de incidencias
- Variables ambientales: temperatura, humedad relativa, concentración CO₂.

Estos elementos además permiten la actuación sobre variables operativas tales como consignas, horarios, encendidos, etc.

En el caso particular de la instalación objeto de este estudio, no hay climatización centralizada, pero existe un consumo elevado de iluminación y equipos ofimáticos.

Si estos consumos se encuentran diferenciados y seccionados en los cuadros eléctricos, se podrían monitorizar con los actuadores anteriormente mencionados, de manera que se podrían crear horarios de encendido y apagado para que, tras el uso normalizado del colegio, y los horarios de limpieza, se apague todo el centro, desconectando iluminación que se haya podido quedar encendida, o equipos en stand by.



Ilustración 17. Ejemplo de un Sistema de Control Centralizado para climatización (Fuente: Creara)

11 BUENAS PRÁCTICAS Y PROTOCOLOS DE ACTUACIÓN

11.1 REGULACIÓN DE LA TEMPERATURA DE LAS ESTANCIAS

La regulación de la temperatura en las distintas dependencias es un factor sobre el que se puede actuar para conseguir que el sistema de climatización del edificio sea más eficiente.

El Consejo de Ministros en su sesión del 1 de agosto de 2008 aprobó el Plan de Activación del Ahorro y la Eficiencia Energética 2008-2011 que contiene 32 medidas, entre las que se encuentra la obligación de limitar las temperaturas a mantener en el interior de los establecimientos de edificios y locales climatizados destinados a usos administrativos, comerciales, culturales, de ocio y en estaciones de transporte, con el fin de reducir su consumo de energía. También propone la exhibición de la gama de temperaturas interiores registradas en los recintos de los edificios y locales que son frecuentados habitualmente por un número importante de personas o tienen una superficie superior a 1.000 m², reforzando de esta forma el Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, por el que se aprueba el Procedimiento Básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción, que sólo lo recomendaba.

Las medidas que se proponen en este Plan justifican que se haya aprobado el Real Decreto 1826/2009, de 27 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, y en concreto de su Instrucción Técnica IT-3 dedicada al mantenimiento y uso de estas instalaciones.

Dentro de esta Instrucción Técnica IT-3 se recoge en su apartado "I.T.3.8.2 Valores límite de las temperaturas del aire" lo siguiente:

La temperatura del aire en los recintos habitables acondicionados que se indican en la I.T. 3.8.1 apartado 2, y entre los que se encuentran los edificios administrativos, se limitará a los siguientes valores:

- La temperatura del aire en los recintos calefactados no será superior a 21 °C, cuando para ello se requiera consumo de energía convencional para la generación de calor por parte del sistema de calefacción.
- La temperatura del aire en los recintos refrigerados no será inferior a 26 °C, cuando para ello se requiera consumo de energía convencional para la generación de frío por parte del sistema de refrigeración.
- Las condiciones de temperatura anteriores estarán referidas al mantenimiento de una humedad relativa comprendida entre el 30% y el 70%.

A través de los datos de los termostatos tomados de las estancias se puede determinar el ahorro potencial a través de la regulación de la temperatura de las estancias, ya que por cada °C que se aumente la temperatura de consigna en refrigeración se puede ahorrar un 8% del consumo, mientras que por cada °C que se reduzca la temperatura de consigna en calefacción se puede ahorrar un 7% del consumo. Esta medida no lleva asociada ningún coste.

Partiendo de la hipótesis de que la temperatura de consigna de las estancias está por encima de lo recomendado en invierno con una consigna de 22,5°C y por debajo en verano, 24,5°C, se podría obtener un

ahorro del 10,3% del consumo en invierno y del 11,8% en verano, lo que supone un ahorro energético de 989 kWh. La inversión que lleva aparejada esta medida es nula puesto que es meramente de gestión.

11.2 CONFIGURACIÓN CORRECTA DEL PROGRAMA ENERGY STAR

Los tres sistemas operativos más importantes actualmente; Windows, Mac OS X y Linux (en la mayoría de sus distribuciones) llevan implementados economizadores basados en el programa ENERGY STAR de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, creado en 1992 para promover los productos eléctricos con consumo eficiente de electricidad, reduciendo de esta forma las emisiones de gas de efecto invernadero por parte de las centrales eléctricas.



Ilustración 18. Logotipo del programa ENERGY STAR de ahorro energético en ordenadores

- Reducción de brillo en pantalla: el usuario puede establecer un tiempo de inactividad a partir del cual el ordenador atenúa el brillo del monitor, disminuyendo la potencia necesaria para alimentar el LCD.
- Apagado de pantalla: el usuario puede establecer un tiempo de inactividad a partir del cual el ordenador mandará una orden al monitor para que éste se apague, pasando al modo Stand-by.
- Poner el equipo en estado de suspensión: el usuario puede establecer un tiempo de inactividad a partir del cual el ordenador guarda su estado actual, detiene los discos duros y reduce su actividad hasta prácticamente su apagado total. Queda un remanente de alimentación hacia las memorias RAM, CPU y fuente de alimentación. En este estado el consumo total del ordenador es muy reducido. Cuando termina el periodo de inactividad, el ordenador vuelve a un estado exactamente igual al que tenía antes de la suspensión.

- Poner el equipo en estado de hibernación: el usuario puede establecer un tiempo de inactividad a partir del cual el ordenador guarda su estado actual y hace una copia del contenido de la memoria RAM en el disco duro, tras lo que el ordenador se apaga completamente. Al volver a iniciar, el usuario se encuentra con todas las aplicaciones abiertas en el estado en el que éstas se encontraban antes de hibernar. Este modo se suele usar para largos períodos de inactividad, consumiendo menos energía que en el modo suspensión y asegurándose de no perder ningún dato ante un corte de tensión o descarga completa de la batería en el caso de un portátil.

Gestionando eficientemente los equipos ofimáticos con este programa se puede conseguir un ahorro de 223 kWh. En cuanto a la inversión, es un programa implementado en todos los sistemas operativos, por lo que se considera gratuita.

11.3 LIMPIAR LA PARTE TRASERA DE FRIGORÍFICOS Y CONGELADORES

El radiador de los frigoríficos y los congeladores se encuentra en la parte trasera del equipo. Una limpieza periódica (cada 3 - 4 meses) de este elemento reduciría sustancialmente la suciedad acumulada y, por tanto, mejoraría la evacuación del calor y la eficiencia del equipo. Evitando la obstrucción de la ventilación y manteniendo limpio el serpentín, el condensador necesitaría menores tiempos de funcionamiento, con el consiguiente ahorro energético.



Ilustración 19. Parte trasera de un frigorífico.

Además, es importante controlar el estado de las gomas y aislantes, para evitar posibles pérdidas térmicas que incrementarían el consumo del equipo, y evitar las aperturas innecesarias y prolongadas de las puertas. También se ha de considerar la correcta ubicación del equipo, permitiendo una óptima ventilación y alejándolo de fuentes de calor (como hornos o fogones).

El ahorro aproximado realizando esta actuación en los equipos de frío es del 15% del consumo del equipo, de forma que el ahorro esperable sería de 632 kWh. Esta medida no tiene ninguna inversión asociada.

11.4 DESCONGELAR SI SE FORMA ESCARCHA EN LOS FRIGORÍFICOS

Consiste en vigilar la formación de hielo o escarcha en el frigorífico o en el congelador y proceder a descongelarla cuando aparezca, evitando la formación de capas de más de 3 mm. Los nuevos modelos suelen incorporar la tecnología “no-frost”, que evitan este proceso, pero aun así es conveniente permanecer atento.

El hielo y la escarcha actúan como aislantes, dificultando el enfriamiento del interior del frigorífico. Un equipo que mantenga capas de hielo inferiores a 3 mm es capaz de ahorrar en torno a un 30% de energía (Fuente: IDAE).

Realizando esta actuación en los frigoríficos que lo necesiten se puede llegar a obtener una ahorro del 30% del consumo del equipo, de forma que el ahorro esperable sería de 1.264 kWh. La inversión que lleva aparejada esta medida es nula porque la puede llevar a cabo el personal de mantenimiento del edificio.

12 CONCLUSIONES

12.1 MEDIDAS DE AHORRO ESTUDIADAS

A continuación, se presenta una tabla con los resultados energéticos de la totalidad de las medidas de ahorro analizadas en el presente estudio.

En la tabla se muestra la siguiente información:

- Ahorro energético. Se muestra el ahorro de energía generado por la medida.
- Ahorro económico. Se muestra el ahorro económico anual derivado de la implantación de la medida de ahorro.
- Inversión. Se muestra la inversión necesaria para implementar la medida de ahorro.
- Periodo de retorno simple de la inversión¹⁹. Se muestra en años el periodo que, debido al ahorro económico generado por la medida, lleva recuperar la inversión realizada para su implementación.
- Emisiones evitadas. Se muestran las emisiones de CO₂ evitadas debido a la disminución del consumo de electricidad generada por la medida.

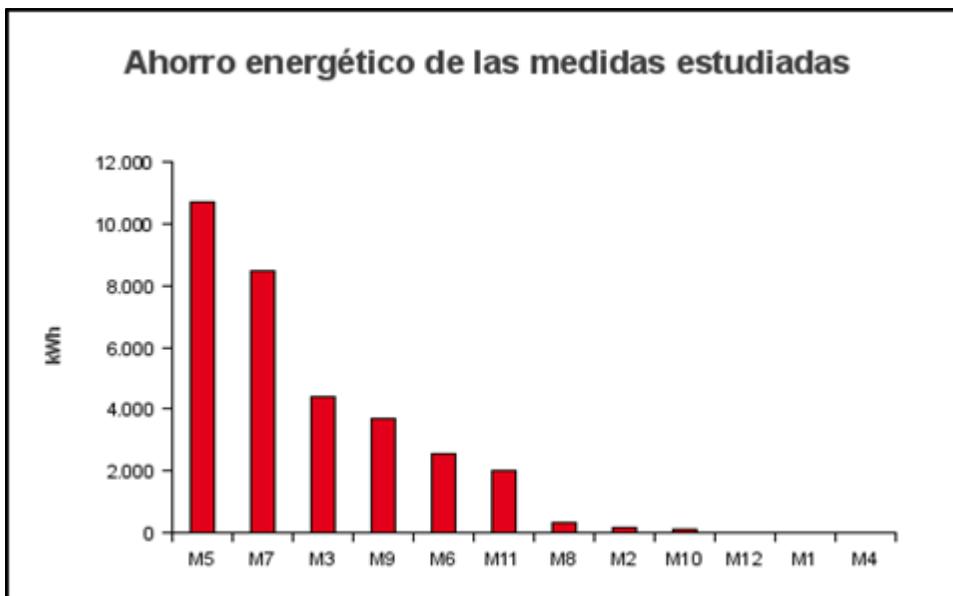
¹⁹En este apartado no se ha considerado la evolución de los precios de la energía

Tabla 37. Tabla resumen de medidas de ahorro estudiadas

Nº	Descripción de la mejora	Ahorro			Inversión	PRS	Emisiones	VAN	TIR	Vida útil
		kWh / año	% Total	€ / año	€	años	kg CO ₂ / año	€	%	años
M1	Facturación eléctrica CUPS ES0339000008000002CH0F	0	0,00	254	9	0,04	0	2.328	2.823,2	-
M8	Instalación de regletas eliminadoras de stand-by	344	0,51	34	55	1,6	89	259	62,3	10
M2	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de lámparas incandescentes por LED	143	0,21	18	44	2,5	37	122	40,4	15
M3	Instalación de sobre-enchufes Plugwise	4.376	6,52	437	1.133	2,6	1.129	2.909	37,9	10
M4	Facturación eléctrica CUPS ES0339000008000007KT0F	0	0,00	224	795	3,5	0	1.281	26,1	-
M5	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de tubos fluorescentes por LED	10.677	15,91	1.177	6.360	5,4	2.755	4.591	14	15
M6	Instalación de detectores de presencia	2.572	3,83	286	1.750	6,1	664	915	11	10
M7	Instalación fotovoltaica	8.457	12,60	867	8.625	9,5	3.000	-	0,9	25
M9	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de luminarias peatonales por LED	3.718	5,54	393	6.642	16,9	959	-	-	15
M10	Sustitución de calefactores por bombas de calor	89	0,13	9	1.368	154,4	23	-	-	20
M11	Sustitución de bombas de calor por otras de mayor rendimiento	2.017	3,01	202	72.438	359,2	520	-	-	20
M12	Sustitución de caldera actual por una de condensación de gas natural	11	0,02	5	15.084	2.979,8	4	-	-	25



En el gráfico que se muestra a continuación se compara el ahorro energético anual conseguido mediante la aplicación de las diferentes medidas.



Gráfica 13. Ahorro energético anual de las medidas de ahorro estudiadas en el edificio

Tabla 38. Ahorro energético anual de las medidas de ahorro estudiadas en el edificio

Nº	Descripción de la mejora	Ahorro de energía mejora (kWh/año)
M5	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de tubos fluorescentes por LED	10.677
M7	Instalación fotovoltaica	8.457
M3	Instalación de sobre-enchufes Plugwise	4.376
M9	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de luminarias peatonales por LED	3.718
M6	Instalación de detectores de presencia	2.572
M11	Sustitución de bombas de calor por otras de mayor rendimiento	2.017
M8	Instalación de regletas eliminadoras de stand-by	344
M2	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de lámparas incandescentes por LED	143
M10	Sustitución de calefactores por bombas de calor	89
M12	Sustitución de caldera actual por una de condensación de gas natural	11
M1	Facturación eléctrica CUPS ES0339000008000002CH0F	0
M4	Facturación eléctrica CUPS ES0339000008000007KT0F	0

12.2 MEDIDAS DE AHORRO RECOMENDADAS

A continuación, se muestra una tabla con las medidas de ahorro que se proponen para su implementación.

De la totalidad de medidas estudiadas se recomienda la implementación de aquellas con un periodo de retorno inferior a 10 años.

Tabla 39. Tabla resumen de medidas de ahorro recomendadas en el edificio CEIP Sánchez Arjona

Nº	Descripción de la mejora	Ahorro			Inversión	PRS	Emisiones	VAN	TIR	Vida útil
		kWh / año	% Total	€ / año	€	años	kg CO ₂ / año	€	%	años
M1	Facturación eléctrica CUPS ES0339000008000002CH0F	0	0,00	254	9	0,04	0	2.328	2.823,2	-
M2	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de lámparas incandescentes por LED	143	0,21	18	44	2,5	37	122	40,4	15
M3	Instalación de sobre-enchufes Plugwise	4.376	6,52	437	1.133	2,6	1.129	2.909	37,9	10
M4	Facturación eléctrica CUPS ES0339000008000007KT0F	0	0,00	224	795	3,5	0	1.281	26,1	-
M5	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de tubos fluorescentes por LED	10.677	15,91	1.177	6.360	5,4	2.755	4.591	14	15
M6	Instalación de detectores de presencia	2.572	3,83	286	1.750	6,1	664	915	11	10
M7	Instalación fotovoltaica	8.457	12,60	867	8.625	9,5	3.000	-481	0,9	25
TOTAL		25.453²⁰	37,9	3.167	18.716	5,9	7.361	10.783	11,8	-

²⁰ El ahorro total no es igual a la suma del ahorro de cada medida, debido a que existen efectos cruzados entre ellas



El ahorro energético que se consigue mediante la implantación conjunta de todas las medidas de ahorro no es igual a la suma del ahorro energético individualizado de cada medida. En una instalación de este tipo el ahorro de la implantación del total de las medidas es inferior a la suma de los ahorros de cada una de ellas. Esto se debe a que algunas de las medidas recomendadas presentan efectos cruzados.

Dos medidas presentan efectos cruzados cuando afectan al mismo consumo. Cuando esto ocurra, el ahorro de la acción conjunta de las dos medidas será inferior a la suma de los efectos de cada una de ellas.

En las instalaciones del edificio “CEIP Sánchez Arjona” las medidas que presentan efectos cruzados son las medidas que afectan a la iluminación, debido a las medidas de control del tiempo de encendido con el cambio de lámparas.

El ahorro de cada medida por separado se ha calculado bajo la hipótesis de que el resto de la instalación no variará. En el momento que el resto de la instalación varía, el ahorro también lo hará. Sin embargo, la inversión total sí es igual a la suma de la inversión de cada medida de ahorro. Se muestra a continuación una tabla con los resultados energéticos y económicos de la implantación conjunta de todas las medidas de ahorro recomendadas.

Tabla 40. Ahorro energético anual de las medidas de ahorro en el edificio CEIP Sánchez Arjona

IMPLANTACIÓN CONJUNTA DE TODAS LAS MEDIDAS DE AHORRO		
Ahorro energético		Total
	[kWh/año]	25.453
Ahorro energético sobre el consumo total del edificio		Total
	[%]	37,9
Emisiones evitadas	[kg CO ₂ / año]	7.361
Reducción de emisiones sobre el total	[%]	42,9
Ahorro económico	[€ / año]	3.167
Inversión necesaria	[€]	18.716
Período de retorno simple de la inversión	[Años]	5,9

Para los resultados que se muestran de ahora en adelante, se han tenido en cuenta los efectos de la implantación conjunta de todas las medidas de ahorro recomendadas.

En la tabla que se muestra a continuación se puede ver el consumo total del edificio anterior y posteriormente a la implantación de las medidas. Del mismo modo se muestra el coste energético actual y el que tendrá el edificio tras la implantación de las medidas.

Tabla 41. Consumo y coste energético antes y después de la implantación de las medidas en el edificio

Concepto	Unidades	Situación inicial	Situación ²¹ final	Ahorro
Consumo energético	[kWh / año]	67.099	41.646	25.453
Coste energético	[€ / año]	6.686	3.519	3.167

12.3 FLUJO DE CAJA

A continuación, se muestran el flujo de caja de llevar a cabo la totalidad de las medidas recomendadas, en función de la inversión y el ahorro anual conseguidos.

Teniendo en cuenta la vida útil de las propuestas de cambio (entre 10 y 25 años), la TIR no se calcula en un horizonte de 10 años, sino en un horizonte de 9 años.

Las medidas se llevarían a cabo en el año 0 (año 1º), y este año obtendríamos casi un 38% de ahorro, por lo que el tiempo de vida real estimado es de 9,5 años.

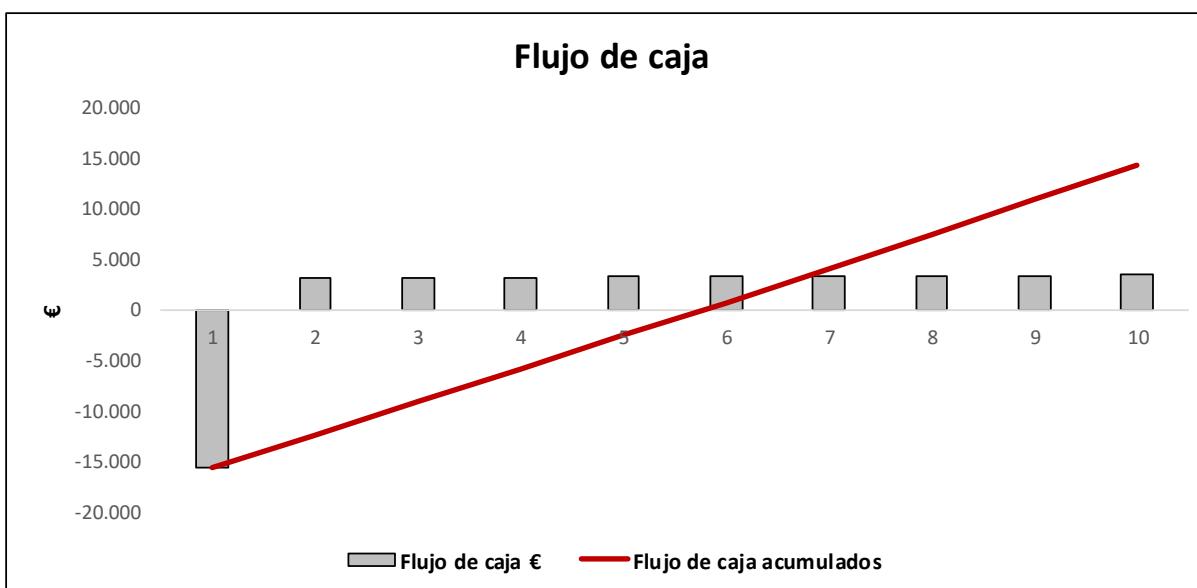
Tabla 42. Flujo de caja

Año	Inversión	Ahorro ²²	Flujo de caja	Flujo de caja acumulado
	€	€	€	€
1º	18.716	3.167	-15.549	-15.549
2º	-	3.199	3.199	-12.350
3º	-	3.231	3.231	-9.120
4º	-	3.263	3.263	-5.857
5º	-	3.296	3.296	-2.561
6º	-	3.329	3.329	767
7º	-	3.362	3.362	4.129
8º	-	3.395	3.395	7.525
9º	-	3.429	3.429	10.954
10º	-	3.464	3.464	14.418

²¹ Despues de la implantación de las medidas

²² Incremento del precio de la energía (1%)





Gráfica 14. Flujo de caja

En el gráfico anterior se observa una línea ascendente del flujo de caja acumulado, de forma que con el paso de los años se va recuperando la inversión que se hizo el primer año.

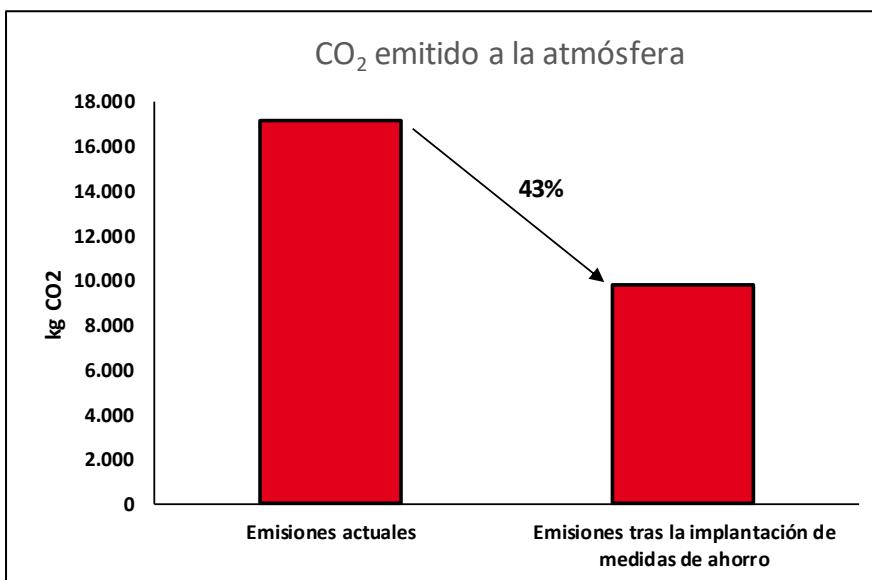
12.4 REDUCCIÓN DE EMISIONES

A continuación, se muestra una tabla y un gráfico con las emisiones contaminantes procedentes del consumo energético de las instalaciones, las que se emitirán tras la implantación de todas las medidas de ahorro y la disminución de emisiones que supondrá dicha implantación.

Tabla 43. Emisiones contaminantes actualmente y tras la implantación de las medidas

Contaminante	Unidades	Emisión por consumo energético		Disminución
		Situación actual	Situación final ²³	
Consumo energético	[kWh / año]	67.099	41.646	25.453
Emisiones de CO ₂	[kg / año]	17.176	9.815	7.361

²³Después de la implantación de las medidas:



Gráfica 15. Ahorro de emisiones de CO₂

12.5 PLAN DE ACTUACIÓN

El objetivo de un plan de actuación es optimizar el orden de las inversiones realizadas para poder llevarlas a cabo con un desembolso económico mínimo. Para conseguir esto se deben ordenar las inversiones en función de su rentabilidad, para aprovechar al máximo los ahorros que se consiguen con la implantación de las medidas.

El plan de actuación podría aplicarse de la siguiente manera. Se implantarán las medidas con mayores ahorros y períodos de retornos más cortos.

Se ha realizado una clasificación de las medidas según su periodo de retorno. Se han dividido en tres grupos: PRS menor de 3 años, PRS entre 3 y 7 años y PRS mayor de 7 años.

A continuación, se van a clasificar las diferentes medidas en función de su rentabilidad:

Medidas de ahorro con PRS menor de 3 años

Tabla 44. Medidas con PRS bajo

Nº	Resumen de medidas de ahorro	Ahorro de energía (kWh/año)	Ahorro económico anual (€/año)	Inversión asociada (€)	Período de retorno (años)
M1	Facturación eléctrica CUPS ES0339000008000002CH0F	0	254	9	0,0
M2	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de lámparas incandescentes por LED	143	18	44	2,5
M3	Instalación de sobre-enchufes Plugwise	4.376	437	1.133	2,6

Medidas de ahorro con PRS entre 3 y 7 años

Tabla 45. Medidas con PRS medio

Nº	Resumen de medidas de ahorro	Ahorro de energía (kWh/año)	Ahorro económico anual (€/año)	Inversión asociada (€)	Periodo de retorno (años)
M4	Facturación eléctrica CUPS ES0339000008000007KT0F	0	224	795	3,5
M5	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de tubos fluorescentes por LED	10.677	1.177	6.360	5,4
M6	Instalación de detectores de presencia	2.572	286	1.750	6,1

Medidas de ahorro con PRS mayor de 7 años

Tabla 46. Medidas con PRS alto

Nº	Resumen de medidas de ahorro	Ahorro de energía (kWh/año)	Ahorro económico anual (€/año)	Inversión asociada (€)	Periodo de retorno (años)
M7	Instalación fotovoltaica	8.457	867	8.625	9,5

13 ANEXOS

13.1 CALEFACCIÓN

Tabla 47. Inventario equipos individualizados calefacción

Edificio	Estancia	Equipo	Unid	Potencia térmica (W)	Rto.	Potencia eléctrica (W)	Refrig.
CEIP Sánchez Arjona	Aulas	Split	21	-	-	50	R410A
CEIP Sánchez Arjona	Aulas	Bomba de calor (calor)	21	5.300	3,62	1.465	R410A
CEIP Sánchez Arjona	Gimnasio	Split	2	-	-	50	R410A
CEIP Sánchez Arjona	Gimnasio	Bomba de calor (calor)	2	5.300	3,62	1.465	R410A
CEIP Sánchez Arjona	Sala Profesores	Split	1	-	-	50	R410A
CEIP Sánchez Arjona	Sala Profesores	Bomba de calor (calor)	1	5.300	3,62	1.465	R410A
CEIP Sánchez Arjona	Comedor	Split	3	-	-	50	R410A
CEIP Sánchez Arjona	Comedor	Bomba de calor (calor)	3	5.300	3,62	1.465	R410A
CEIP Sánchez Arjona	Secretaría	Split	1	-	-	50	R410A
CEIP Sánchez Arjona	Secretaría	Bomba de calor (calor)	1	5.300	3,62	1.465	R410A



Edificio	Estancia	Equipo	Unid	Potencia térmica (W)	Rto.	Potencia eléctrica (W)	Refrig.
CEIP Sánchez Arjona	Dirección	Split	1	-	-	50	R410A
CEIP Sánchez Arjona	Dirección	Bomba de calor (calor)	1	5.300	3,62	1.465	R410A
CEIP Sánchez Arjona	Aula pequeña	Split	1	-	-	50	R410A
CEIP Sánchez Arjona	Aula pequeña	Bomba de calor (calor)	1	5.300	3,62	1.465	R410A
CEIP Sánchez Arjona	Sala Profesores	Radiador eléctrico	1	-	-	1.000	R410A



13.2 REFRIGERACIÓN

Tabla 48. Inventario equipos individualizados refrigeración

Edificio	Estancia	Equipo	Unid	Potencia térmica (W)	Rto.	Potencia eléctrica (W)	Refrig.
CEIP Sánchez Arjona	Aulas	Split	21	-	-	50	R410A
CEIP Sánchez Arjona	Aulas	Bomba de calor (frío)	21	5.000	3,25	1.540	R410A
CEIP Sánchez Arjona	Gimnasio	Split	2	-	-	50	R410A
CEIP Sánchez Arjona	Gimnasio	Bomba de calor (frío)	2	5.000	3,25	1.540	R410A
CEIP Sánchez Arjona	Sala Profesores	Split	1	-	-	50	R410A
CEIP Sánchez Arjona	Sala Profesores	Bomba de calor (frío)	1	5.000	3,25	1.540	R410A
CEIP Sánchez Arjona	Comedor	Split	3	-	-	50	R410A
CEIP Sánchez Arjona	Comedor	Bomba de calor (frío)	3	5.000	3,25	1.540	R410A
CEIP Sánchez Arjona	Secretaría	Split	1	-	-	50	R410A
CEIP Sánchez Arjona	Secretaría	Bomba de calor (frío)	1	5.000	3,25	1.540	R410A
CEIP Sánchez Arjona	Dirección	Split	1	-	-	50	R410A



Edificio	Estancia	Equipo	Unid	Potencia térmica (W)	Rto.	Potencia eléctrica (W)	Refrig.
CEIP Sánchez Arjona	Dirección	Bomba de calor (frío)	1	5.000	3,25	1.540	R410A
CEIP Sánchez Arjona	Aula pequeña	Split	1	-	-	50	R410A
CEIP Sánchez Arjona	Aula pequeña	Bomba de calor (frío)	1	5.000	3,25	1.540	R410A
CEIP Sánchez Arjona	Sala Rack	Split	1	-	-	50	R410A
CEIP Sánchez Arjona	Sala Rack	Bomba de calor (frío)	1	5.000	3,25	1.540	R410A

13.3 GENERACIÓN DE ACS

Tabla 49. Inventario equipos generación ACS

Edificio	Estancia	Equipo	Unid	Potencia térmica (W)
CEIP Sánchez Arjona	Cocina	Caldera	1	2.900

13.4 EQUIPOS

Tabla 50. Inventario equipos

Edificio	Estancia	Equipo	Unid	Potencia ON (W)	Potencia Stand-by (W)
CEIP Sánchez Arjona	Aulas	Ordenador+LCD	20	100	17
CEIP Sánchez Arjona	Aulas	Pizarra eléctrica	11	180	0
CEIP Sánchez Arjona	Sala Rack	Rack	1	150	0
CEIP Sánchez Arjona	Gimnasio	Proyector	1	400	5
CEIP Sánchez Arjona	Gimnasio	Equipo de sonido	1	200	0
CEIP Sánchez Arjona	Conserjería	Multifunción	1	370	9
CEIP Sánchez Arjona	Sala Profesores	Máquina expendedora café	1	1.800	0
CEIP Sánchez Arjona	Sala Profesores	Microondas	1	2.000	0
CEIP Sánchez Arjona	Sala Profesores	Ordenador+LCD	2	100	17
CEIP Sánchez Arjona	Sala Profesores	Impresora mediana	1	350	7
CEIP Sánchez Arjona	Sala Profesores	Proyector	1	400	5



Edificio	Estancia	Equipo	Unid	Potencia ON (W)	Potencia Stand-by (W)
CEIP Sánchez Arjona	Sala Profesores	Frigorífico+congelador	1	240	0
CEIP Sánchez Arjona	Comedor	Ventilador	6	90	0
CEIP Sánchez Arjona	Comedor	Tv color (19-21 pulg Plasma)	1	70	7
CEIP Sánchez Arjona	Cocina	Lavadora	1	3.500	0
CEIP Sánchez Arjona	Cocina	Campana extractora industrial	1	2.000	0
CEIP Sánchez Arjona	Cocina	Arcón congelador mediano	2	750	0
CEIP Sánchez Arjona	Cocina	Lavavajillas industrial	1	4.900	0
CEIP Sánchez Arjona	Cocina	Horno eléctrico grande	1	10.000	0
CEIP Sánchez Arjona	Cocina	Frigorífico+congelador	2	240	0
CEIP Sánchez Arjona	Cocina	Mesa caliente	1	2.400	0
CEIP Sánchez Arjona	Cocina	Armario frío	1	185	0
CEIP Sánchez Arjona	Cocina	Freidora	1	1.500	0
CEIP Sánchez Arjona	Cocina	Marmita	1	16.000	0
CEIP Sánchez Arjona	Cocina	Cocina de gas	1	8.000	0
CEIP Sánchez Arjona	Baño cocina	Extractor aseos	1	50	0
CEIP Sánchez Arjona	Secretaría	Ordenador+LCD	2	100	17
CEIP Sánchez Arjona	Secretaría	Megafonía	1	250	0
CEIP Sánchez Arjona	Secretaría	Impresora mediana	2	350	7
CEIP Sánchez Arjona	Jefe de estudios	Ordenador+LCD	1	100	17
CEIP Sánchez Arjona	Jefe de estudios	Impresora mediana	1	350	7



Edificio	Estancia	Equipo	Unid	Potencia ON (W)	Potencia Stand-by (W)
CEIP Sánchez Arjona	Dirección	Ordenador+LCD	1	100	17
CEIP Sánchez Arjona	Dirección	Impresora mediana	1	350	7
CEIP Sánchez Arjona	Escaleras	Ascensor	1	9.000	0
CEIP Sánchez Arjona	Aula pequeña	Ordenador+LCD	1	100	17



13.5 ILUMINACIÓN

Tabla 51. Inventario y propuestas iluminación

Edificio	Planta	Estancia	Tipo Luminaria	Tipo Lámpara	Nº lum	Lámp por grupo	Pot. lámp (W)	Tipo equipo auxiliar	Propuesta potencia	Propuesta tiempo
CEIP Sánchez Arjona	0	Pasillo	Pantalla estanca	Fluorescente T8	2	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1020 Detector Occuswitch, pasillos
CEIP Sánchez Arjona	0	Pasillo	Pantalla estanca	Fluorescente T12	7	1	40	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1020 Detector Occuswitch, pasillos
CEIP Sánchez Arjona	0	Sala Rack	Adosada	Fluorescente T12	1	1	40	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Sánchez Arjona	0	Entrada	Pantalla estanca	LED	2	2	18	Driver	-	-
CEIP Sánchez Arjona	0	Entrada	Pantalla estanca	Fluorescente T12	1	2	40	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Sánchez Arjona	0	Baño	Pantalla estanca	Fluorescente T8	1	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas
CEIP Sánchez Arjona		Escaleras	Pantalla estanca	LED	2	2	18	Driver	-	-



Edificio	Planta	Estancia	Tipo Luminaria	Tipo Lámpara	Nº lum	Lámp por grupo	Pot. lámp (W)	Tipo equipo auxiliar	Propuesta potencia	Propuesta tiempo
CEIP Sánchez Arjona	0	Baños	Pantalla estanca	Fluorescente T8	1	1	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas
CEIP Sánchez Arjona	0	Baños	Pantalla estanca	Fluorescente T8	2	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas
CEIP Sánchez Arjona	0	Baños	Pantalla estanca	Fluorescente T8	2	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas
CEIP Sánchez Arjona	0	Pasillo	Pantalla estanca	Fluorescente T8	2	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1020 Detector Occuswitch, pasillos
CEIP Sánchez Arjona	0	Pasillo	Adosada	Fluorescente T12	3	1	40	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1020 Detector Occuswitch, pasillos
CEIP Sánchez Arjona	0	Pasillo	Pantalla estanca	Fluorescente T8	6	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1020 Detector Occuswitch, pasillos
CEIP Sánchez Arjona	0	Almacén	Adosada	Fluorescente T8	1	1	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-

Edificio	Planta	Estancia	Tipo Luminaria	Tipo Lámpara	Nº lum	Lámp por grupo	Pot. lámp (W)	Tipo equipo auxiliar	Propuesta potencia	Propuesta tiempo
CEIP Sánchez Arjona	0	Pasillo central Planta Baja	Adosada	Fluorescente T8	4	1	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1020 Detector Occuswitch, pasillos
CEIP Sánchez Arjona	0	Pasillo central Planta Baja	Pantalla estanca	Fluorescente T8	1	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1020 Detector Occuswitch, pasillos
CEIP Sánchez Arjona	0	Pasillo central Planta Baja	Pantalla estanca	Fluorescente T8	4	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1020 Detector Occuswitch, pasillos
CEIP Sánchez Arjona	0	Pasillo central Planta Baja	Pantalla estanca	LED	1	1	18	Driver	-	-
CEIP Sánchez Arjona	0	Pasillo central Planta Baja	Adosada	Fluorescente T12	1	2	40	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1020 Detector Occuswitch, pasillos
CEIP Sánchez Arjona	1	Baños	Pantalla estanca	LED	1	2	18	Driver	-	-
CEIP Sánchez Arjona	1	Baños	Pantalla estanca	LED	1	2	18	Driver	-	-
CEIP Sánchez Arjona	0	Gimnasio	Proyector	LED	3	1	20	Driver	-	-
CEIP Sánchez Arjona	0	Gimnasio	Proyector	Halogenuro metálico	2	1	500	Balasto electromagnético	-	-



Edificio	Planta	Estancia	Tipo Luminaria	Tipo Lámpara	Nº lum	Lámp por grupo	Pot. lámp (W)	Tipo equipo auxiliar	Propuesta potencia	Propuesta tiempo
CEIP Sánchez Arjona	0	Sala material depósito	Regleta	Fluorescente T12	2	2	40	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Sánchez Arjona	0	Conserjería	Pantalla estanca	LED	1	2	18	Driver	-	-
CEIP Sánchez Arjona	0	Sala profesores	Pantalla estanca	Fluorescente T8	8	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Sánchez Arjona	0	Comedor	Pantalla estanca	LED	9	2	18	Driver	-	-
CEIP Sánchez Arjona	0	Comedor	Pantalla estanca	Fluorescente T8	4	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Sánchez Arjona	0	Comedor	Aplique	Incandescente	2	1	60	Ninguno	LEDBulb 806 lm	-
CEIP Sánchez Arjona	0	Cocina	Pantalla estanca	Fluorescente T8	5	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Sánchez Arjona	0	Cocina	Pantalla estanca	Fluorescente T8	3	1	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Sánchez Arjona	0	Baño Cocina	Pantalla estanca	Fluorescente T8	1	1	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas
CEIP Sánchez Arjona	0	Baños	Pantalla estanca	LED	2	2	18	Driver	-	-

Edificio	Planta	Estancia	Tipo Luminaria	Tipo Lámpara	Nº lum	Lámp por grupo	Pot. lámp (W)	Tipo equipo auxiliar	Propuesta potencia	Propuesta tiempo
CEIP Sánchez Arjona	0	Baños	Pantalla estanca	Fluorescente T8	1	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas
CEIP Sánchez Arjona	0	Secretaria	Pantalla estanca	LED	1	2	18	Driver	-	-
CEIP Sánchez Arjona	0	Secretaria	Pantalla estanca	Fluorescente T8	1	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Sánchez Arjona	0	Jefe de estudios	Pantalla estanca	LED	1	2	18	Driver	-	-
CEIP Sánchez Arjona	0	Dirección	Pantalla estanca	Fluorescente T8	2	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Sánchez Arjona	0	Pasillo Despachos	Pantalla estanca	Fluorescente T8	1	1	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1020 Detector Occuswitch, pasillos
CEIP Sánchez Arjona	0	Pasillo	Adosada	Fluorescente T12	2	2	40	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1020 Detector Occuswitch, pasillos
CEIP Sánchez Arjona	0	Pasillo	Adosada	Fluorescente T12	1	1	40	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1020 Detector Occuswitch, pasillos



Edificio	Planta	Estancia	Tipo Luminaria	Tipo Lámpara	Nº lum	Lámp por grupo	Pot. lámp (W)	Tipo equipo auxiliar	Propuesta potencia	Propuesta tiempo
CEIP Sánchez Arjona	0	Pasillo	Adosada	Fluorescente T12	7	1	40	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1020 Detector Occuswitch, pasillos
CEIP Sánchez Arjona	0	Pasillo	Adosada	Fluorescente T8	1	1	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1020 Detector Occuswitch, pasillos
CEIP Sánchez Arjona	0	Pasillo	Pantalla estanca	LED	1	1	18	Driver	-	-
CEIP Sánchez Arjona	0	Pasillo	Pantalla estanca	Fluorescente T8	1	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1020 Detector Occuswitch, pasillos
CEIP Sánchez Arjona	0	Sala contadores	Pantalla estanca	Fluorescente T8	1	1	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Sánchez Arjona	0	Escaleras	Pantalla estanca	LED	2	2	18	Driver	-	-
CEIP Sánchez Arjona		Escaleras	Adosada	Fluorescente T12	11	1	40	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Sánchez Arjona		Escaleras	Pantalla estanca	Fluorescente T8	3	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Sánchez Arjona		Escaleras	Pantalla estanca	Fluorescente T12	1	2	40	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-

Edificio	Planta	Estancia	Tipo Luminaria	Tipo Lámpara	Nº lum	Lámp por grupo	Pot. lámp (W)	Tipo equipo auxiliar	Propuesta potencia	Propuesta tiempo
CEIP Sánchez Arjona		Escaleras	Pantalla estanca	Fluorescente T8	1	1	18	Driver	LedTUBE 600mm. 800 lm	-
CEIP Sánchez Arjona		Aula pequeña	Adosada	Fluorescente T8	4	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Sánchez Arjona	1	Baños	Pantalla estanca	Fluorescente T8	2	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas
CEIP Sánchez Arjona	1	Baños	Pantalla estanca	Fluorescente T8	2	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas
CEIP Sánchez Arjona	0 y 1	Aulas	Pantalla estanca	Fluorescente T8	90	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Sánchez Arjona	0 y 1	Aulas	Pantalla estanca	LED	30	2	18	Driver	-	-
CEIP Sánchez Arjona	0	Exterior	Peatonal	Vapor mercurio	18	1	125	Balasto electromagnético	Peatonal LED 3225 lm	-
CEIP Sánchez Arjona	0	Almacén exterior	Aplique	Incandescente	1	1	60	Ninguno	LEDBulb 806 lm	-
CEIP Sánchez Arjona	0	Salida cocina	Aplique	Incandescente	1	1	60	Ninguno	LEDBulb 806 lm	-

Edificio	Planta	Estancia	Tipo Luminaria	Tipo Lámpara	Nº lum	Lámp por grupo	Pot. lámp (W)	Tipo equipo auxiliar	Propuesta potencia	Propuesta tiempo
CEIP Sánchez Arjona	0	Bomba contraincendios	Pantalla estanca	Fluorescente T8	1	1	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Sánchez Arjona	0	Entrada	Downlight	LED	3	1	18	Driver	-	-

13.6 ENVOLVENTE

Tabla 52. Medidas de ahorro energético en la envolvente

Sistema	Ahorro energético estimado ²⁴	Ventajas	Consideraciones
Sistema SATE (Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior)	25-30 %	<ul style="list-style-type: none"> • Se eliminan los puentes térmicos, al adecuarse a la forma geométrica de la fachada • Se mejora la estética de la fachada, rejuveneciendo su aspecto • Mínimo mantenimiento • Evita trabajos en el interior. Se puede instalar en inmuebles ocupados con pocas molestias para los usuarios • No reduce espacio útil • Mejora de aislamiento acústico • Se disminuyen las ganancias por radiación solar directa • Protección estructural contra agresiones externas (lluvia, polución...) • Conservación de la inercia térmica 	<ul style="list-style-type: none"> • Coste medio

²⁴ Respecto a la energía consumida en calefacción y/o refrigeración.



Sistema	Ahorro energético estimado ²⁴	Ventajas	Consideraciones
Sistema de Aislamiento con Fachada Ventilada	25-40 %	<ul style="list-style-type: none"> • Se eliminan los puentes térmicos, al adecuarse a la forma geométrica de la fachada • Se mejora la estética de la fachada, rejuveneciendo su aspecto • Mínimo mantenimiento • Evita trabajos en el interior. Se puede instalar en inmuebles ocupados con pocas molestias para los usuarios • No reduce espacio útil • Mejora de aislamiento acústico • Se disminuyen las ganancias por radiación solar directa • Protección estructural contra agresiones externas (lluvia, polución..) • Conservación de la inercia térmica • Acompañado de condiciones de ventilación, contribuye a la eliminación de problemas de salubridad interior, como humedades y condensaciones • No precisa de preparaciones previas de la superficie del muro • Permite opcionalmente, alojar instalaciones entre la cámara y el aislante 	<ul style="list-style-type: none"> • Coste alto • Mayor Incremento de espesor de la fachada
Sistema de Aislamiento de Fachadas por Inyección en Cámara	25-30 %	<ul style="list-style-type: none"> • Solución para cuando no existe la posibilidad de utilizar un sistema por el exterior • Aporta rigidez a la fachada • Mínimo mantenimiento • Evita trabajos en el interior. Se puede instalar en inmuebles ocupados con pocas molestias para los usuarios • No reduce espacio útil • Conservación de la inercia térmica • Sistema económico 	<ul style="list-style-type: none"> • No se puede garantizar la cobertura total del producto, al no ser visible la aplicación <ul style="list-style-type: none"> • No protege contra las agresiones externas • No se modifica el aspecto estético de la fachada
Sistema de Aislamiento Térmico por el Interior	25-30 %	<ul style="list-style-type: none"> • Mínimo mantenimiento • No se precisan sistemas de andamiaje que invadan la vía pública • Único sistema adecuado para edificios con grado de protección para patrimonio histórico 	<ul style="list-style-type: none"> • Coste medio-alto • Pérdida de superficie útil • No resuelve los puentes térmicos • Presenta molestias para los usuarios del edificio en caso de estar ocupado



Sistema	Ahorro energético estimado ²⁴	Ventajas	Consideraciones
Cambio de carpintería existente	10-30 %	<ul style="list-style-type: none"> Óptimo factor solar: filtra la radiación directa del sol en los meses donde más horas de sol soportan las fachadas y más caro resulta conseguir confort térmico (el coste de producir una frigoría es tres veces mayor que el de una caloría). Mayor confort, así como un ahorro directo en la factura de aire acondicionado, Máximo ahorro de calefacción en invierno, Aislamiento acústico y ahorro energético en un mismo producto. 	<ul style="list-style-type: none"> Coste medio
Instalación de parasoles con lamas orientables verticales u horizontales	8-13 %	<ul style="list-style-type: none"> Contribuye a disminuir las ganancias térmicas por radiación solar, economizando, en consecuencia, los costes de explotación del sistema de aire acondicionado, a la vez que reduce los problemas de deslumbramiento y maximiza la entrada de luz natural. Mayor confort 	<ul style="list-style-type: none"> Coste medio
Aislamiento de cajas de persiana	20-30 %	<ul style="list-style-type: none"> Rápida instalación Productos de larga duración Económico 	<ul style="list-style-type: none"> Si se va a cambiar la carpintería, estudiar la opción de instalar carpinterías con persianas integradas



13.7 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS SOLAR FOTOVOLTAICA

Tabla 53. Características técnicas exigibles a los módulos de la instalación solar fotovoltaica

Características	Descripción
Eléctricas	<ul style="list-style-type: none"> Potencia nominal 300Wp (o superior) cada uno Eficiencia del módulo > 15,5% Las pérdidas de eficiencia de los módulos no podrán superar el 0,9% anual. Marcado CE según la Directiva 2006/95/CE²⁵. Garantía por el fabricante de un mínimo de 10 años y garantía de rendimiento de 25 años.
Físicas	<ul style="list-style-type: none"> Tipo de célula: silicio policristalino Número de células: 72
Rango de funcionamiento	<ul style="list-style-type: none"> Temperatura: -40 a + 85°C Máxima tensión del sistema: 1000V

²⁵ Directiva 2006/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión. Incorporarán de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.

