

engineering



29 de mayo de 2015

PREAUDITORIA ENERGÉTICA
CENTRO DE ARTE Y TECNOLOGÍA
AYUNTAMIENTO DE ZARAGOZA

engineering



Informe de visita preliminar

Indice

1.	Introducción y objetivo	1
2.	Características generales del edificio	1
3.	Consumos energéticos.....	3
3.1.	Electricidad.....	3
4.	Instalaciones.....	4
4.1.	Iluminación	5
4.2.	Sistema de bombeo y Motores Climatizadoras	1
5.	Medidas de Ahorro Energético	1
5.1.	Cambio de luminarias por tecnología LED	1
5.1.1.	Descripción	1
5.1.2.	Ahorros e inversiones	2
5.2.	Instalación de Sensores de Presencia	3
5.2.1.	Descripción	3
5.2.2.	Ahorros e inversiones	3
5.3.	Instalación de Variadores de Frecuencia en motores y bombas.....	1
5.3.1.	Descripción	1
5.3.2.	Ahorros e inversiones	2
6.	Resumen MAE	2
7.	Conclusiones	3

1. Introducción y objetivo

Se visita el Centro de Arte y Tecnología (CAyT), situado en la Avenida Ciudad de Soria 8, 50003, de la ciudad de Zaragoza, que fue inaugurado en el verano de 2013.

El objetivo de este estudio es proponer medidas de ahorro energético y económico, para conseguir un uso más racional de la energía, modificando equipos o sistemas. No es por tanto una auditoría energética en sentido estricto, y además sólo se describen los sistemas que son objeto de propuesta de medidas de ahorro.

Las múltiples medidas de eficiencia energética que se pueden aplicar en un edificio pueden afectar tanto a la reducción de la demanda (demand side) como a la eficiencia en el suministro (supply side). De modo general se puede determinar que las medidas de demanda se basan en la reducción del consumo de energía final gracias a un aumento de la eficiencia en los elementos de consumo o un menor requerimiento energético, mientras que las medidas que afectan al suministro disminuyen la necesidad de energía primaria por la sustitución de fuentes o por un mayor rendimiento en la transformación.

Estudios energéticos como este, suponen el primer paso para garantizar una gestión adecuada de la energía del edificio y contribuyen a la mejora continua de la eficiencia energética.

2. Características generales del edificio

El edificio está formado por tres edificaciones que se denominan “emergencias”. Las emergencias alojan programas específicos, tienen alturas diferentes y contienen en su interior los espacios estables del edificio. Son compartimentos definidos, acotados, con una programación determinada, de «uso restringido». Estos espacios son evolutivos, su configuración es flexible y se adapta según las necesidades de los usos propuestos. Son espacios técnicamente especializados, equipados y autónomos.

Las tres emergencias albergan las tres funciones principales del CAyT.

Al norte la E1: Exposición. En el centro como articulación la E2: Residencia y Administración. Al sur la E3: Laboratorios/ investigación/incubadoras. La E2 es la más elevada. El acceso a las emergencias se realiza desde las plantas comunes sótano, baja y primera, en las que se ubican el aparcamiento, el Auditorio para 250 personas, la Cafetería, el Laboratorio de sonido, el Art Lounge, y la Galería Experimental.

Las tres emergencias funcionan del mismo modo. Un núcleo lateral es el eje vertebrador desde el que se accede a cada uno de los niveles. Los distintos usos se superponen creando un juego de estratos con alturas distintas según las necesidades. Dicho núcleo alberga las circulaciones verticales, servicios, escaleras y ascensores/montacargas así como el paso de las instalaciones. La estructura del edificio permite liberar las plantas de elementos fijos. Cada programa es libre en su composición. En las emergencias el programa se dispone libremente y cada volumen tiene su propia identidad, los laboratorios, la residencia y las salas de exposición.

E1 Es el volumen de exposición previsto para albergar exposiciones temporales o las obras propias del CAyT. Está formado por dos niveles. Los accesos se pueden producir directamente desde el núcleo, provocando la aparición de dos salas diferenciadas en cada planta, o comunicarse de manera fluida dentro de un mismo nivel. Las posibilidades son amplias dentro de cada altura. Se propone un sistema que permita duplicar los paramentos verticales de exposición y proponer un espacio compacto y otro dinámico, en contacto con el exterior.

E2 La emergencia más esbelta alberga en su interior la residencia para artistas y los espacios de Administración del equipamiento. La residencia se desarrolla en una serie de niveles relacionados por espacios a doble, triple, cuádruple altura. Esta composición genera una multiplicidad de espacios que permiten individualizar el uso de cada uno de los residentes.

E3 Alberga los laboratorios que pueden ser utilizados por cualquier usuario del CAyT. Los más especializados requerirán unas condiciones especiales de aislamiento. El resto de espacios de trabajo, se distribuyen del siguiente modo en la planta PL2 se sitúan las tres aulas multimedia y los talleres Fab Labs. En la PL3 y PL4 se sitúan las incubadoras para empresas, en cada planta una totalidad de 12 cubículos que pueden ser destinados a oficinas o salas de reunión según los requisitos temporales.

En estos espacios se plantea libertad en la distribución de las diferentes plantas. Las incubadoras se han distribuido respondiendo a la adaptabilidad del espacio, suponiendo que cada espacio puede ser duplicado según los requisitos diarios de funcionamiento del centro.

Asimismo, a largo plazo, los espacios han sido pensados para alterarse según los requisitos temporales. Las particiones son transparentes con el objetivo es el aprovechamiento de la luz natural de la fachada hasta el interior del edificio. Cada espacio de trabajo se transformará según sus condiciones transitorias.



Figura 1. Fachada principal CAyT

El horario de apertura del centro es de 8:00h a 22:00h de lunes a viernes, y de 8:00h a 14:30h los sábados.

3. Consumos energéticos

A continuación se detallan los consumos energéticos de electricidad.

3.1. Electricidad

CUPS: ES0031300682828001AP0F

Tarifa: 6.1

Potencias Contratadas: P1 = P2 = P3 = P4 = P5 = P6 = 800 kW

Tabla 1. Consumos eléctricos

Periodo	Mes	Consumo (kWh)	Importe Total	Coste Energía	PME (€/kWh)
01/01/2014 31/01/2014	Enero	117.282	23.074,93 €	11.982,67 €	0,1022
01/02/2014 28/02/2014	Febrero	97.238	20.909,06 €	10.001,40 €	0,1029
01/03/2014 31/03/2014	Marzo	94.840	18.558,39 €	8.058,70 €	0,0850
01/04/2014 30/04/2014	Abril	85.005	17.043,80 €	6.806,98 €	0,0801
01/05/2014 31/05/2014	Mayo	81.976	16.770,82 €	6.581,37 €	0,0803
01/06/2014 30/06/2014	Junio	106.626	21.135,41 €	10.188,47 €	0,0956
01/07/2014 31/07/2014	Julio	115.053	23.372,09 €	11.980,06 €	0,1046
01/08/2014 31/08/2014	Agosto	84.561	16.307,48 €	6.133,85 €	0,0733
01/09/2014 30/09/2014	Septiembre	84.860	17.927,71 €	7.516,22 €	0,0888
01/10/2014 31/10/2014	Octubre	87.497	17.435,39 €	7.091,50 €	0,0815
01/11/2014 30/11/2014	Noviembre	106.458	19.828,49 €	9.003,30 €	0,0856
01/12/2014 31/12/2014	Diciembre	141.754	26.007,44 €	14.024,30 €	0,1003
Total	2014	1.203.150	238.371,00 €	109.368,82 €	0,0909

El precio medio de la electricidad del periodo analizado (empleado para calcular los ahorros económicos), es 90,9 €/MWh. Incluye el término de energía, peajes y el impuesto eléctrico.

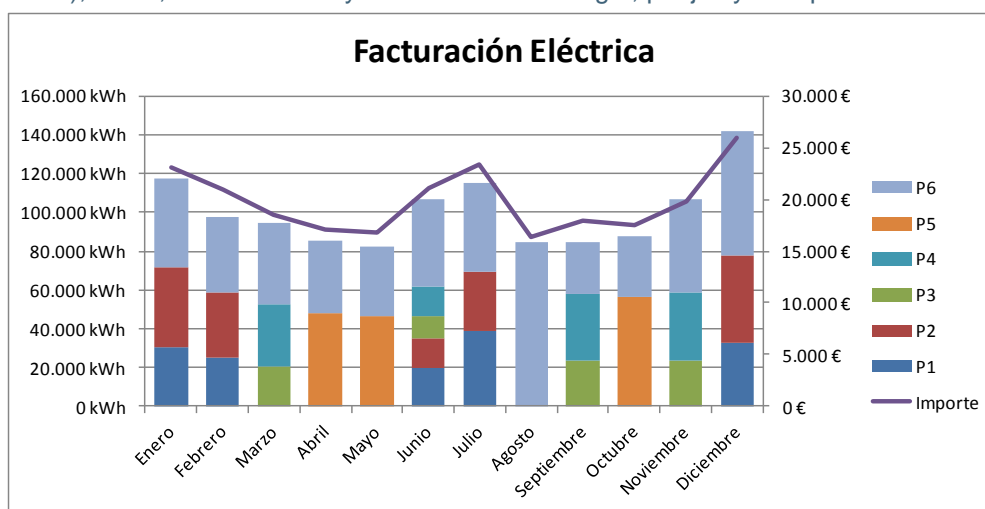


Figura 2. Consumo vs. Costes de Facturación

El perfil de consumo anual presenta un patrón estándar con dos picos de consumo uno en los meses de invierno con una punta de 140 MWh en diciembre y otro en los meses de verano con un máximo de 115 MWh en agosto. Durante las épocas intermedias el consumo se sitúa alrededor de los 85 MWh.

En la siguiente figura se representan las potencias demandadas (lecturas de máxímetros) y se comparan con las potencias contratadas en cada periodo.

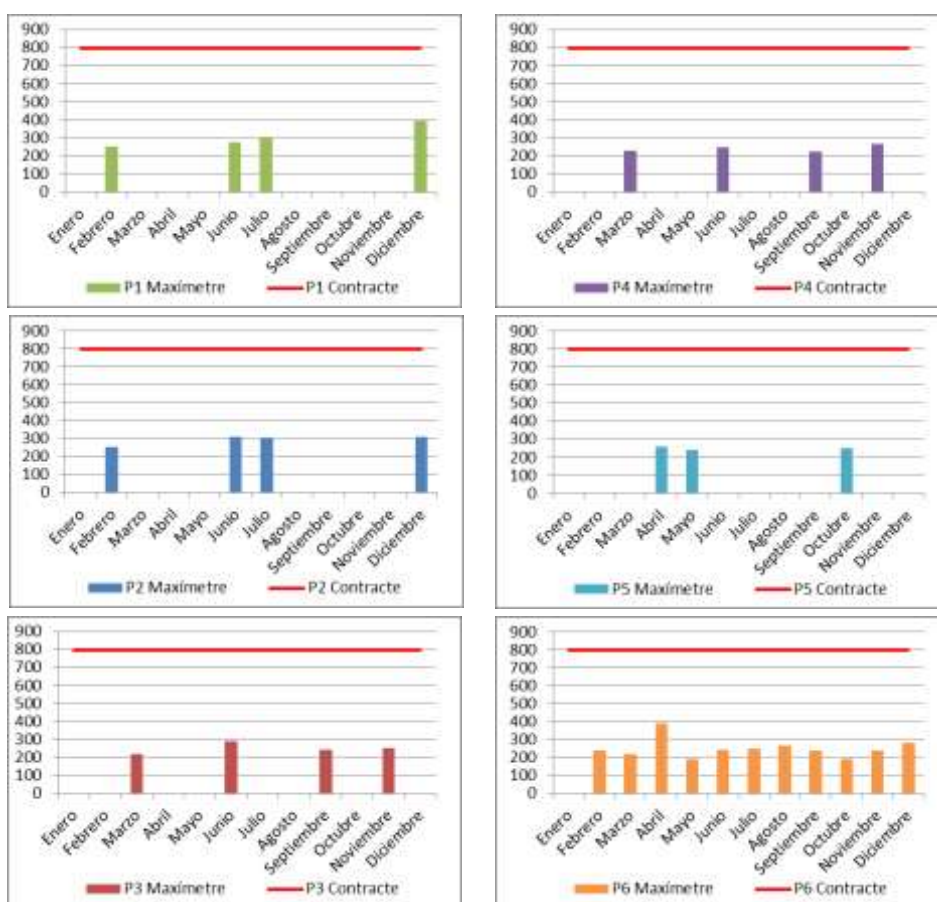


Figura 3. Lecturas de Máxímetros vs. Potencia contratada

No existen recargos por exceso de potencia, dado que en ningún caso las lecturas de máxímetro registradas superan el límite de la potencia contratada, siendo el mayor pico registrado de 397 kW y las potencias contratadas de 800 kW por periodo. Así que podría realizarse un estudio de optimización de las potencias contratadas.

4. Instalaciones

Conforme a los datos recopilados en las visitas en el CAyT, los sistemas y elementos consumidores más interesantes desde el punto de vista de posibles mejoras son:

- Iluminación
- Sistema Bombeo y Motores Climatizadoras
- Falsos techos abiertos

Por tanto, la descripción de las instalaciones se realiza desde este punto de vista.

4.1. Iluminación

El sistema de iluminación está compuesto por 3.914 lámparas, principalmente de tecnología fluorescente. En la siguiente tabla se detalla la distribución de lámparas por tecnología.

Tabla 2. Distribución de lámparas por tecnología

Tipo Tecnología	Unidades	
Fluorescente T8	1.556	39,75%
Fluorescente T5	1.002	25,60%
Florescente Compacto	1.312	33,52%
Dicroica	6	0,15%
Halógena Lineal	5	0,13%
Infrarrojo	27	0,69%
Halogenuros Metálicos	6	0,15%
Total	3.914	

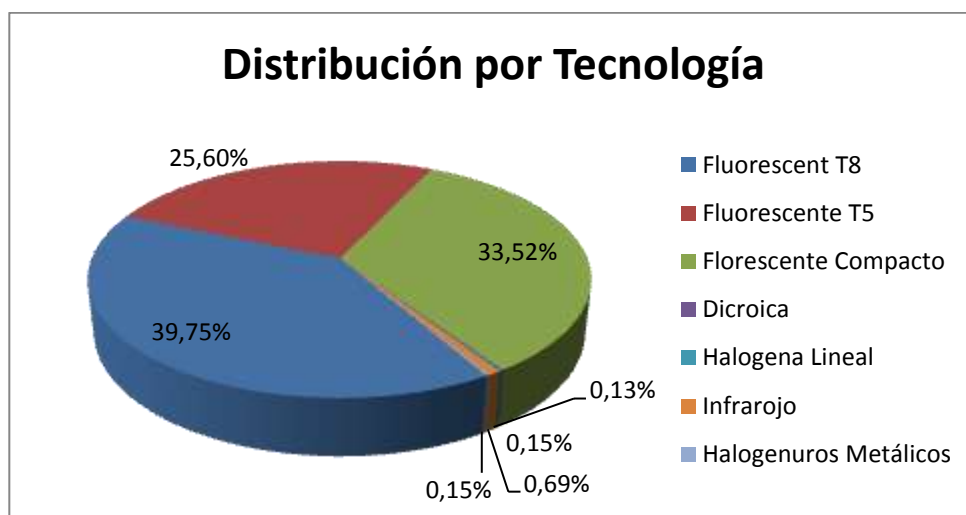


Figura 4. Distribución de lámparas por tecnología



Figura 5. Ejemplo Iluminación Fluorescente

A continuación se muestra un inventario detallado de las luminarias instaladas en el CAyT por planta.

Tabla 3. Inventario Iluminación por plantas

Zona	Localización	Tipo Luminaria	Total Luminarias	Tipo Lámpara Actual	Lámpara/Luminaria	Total Lámparas	Potencia Lámpara (W)	Factor Equipo Auxiliar	Potencia Nominal (kW)	Horas/Día	Días/Año	Horas/Año	Consumo Nominal (kWh/año)
Planta sótano	PS	Disano hydro 2x36W	109	Fluorescente T8 36W	2	218	36	1,05	8,240	12,00	240	2.880	23.732
Parking Planta sótano	PS	Disano hydro 2x36W	29	Fluorescente T8 36W	2	58	36	1,05	2,192	24,00	240	5.760	12.628
Planta sótano	PS	Indal duo 2x26W Regulable	35	Fluor. Compacto 26W	2	70	26	1,05	1,911	8,00	240	1.920	3.669
Planta sótano	PS	Indal duo 1x26W	6	Fluor. Compacto 26W	1	6	26	1,05	0,164	8,00	240	1.920	314
Escaleras Planta sótano	PS	Indal Línea 1x28+1x28	9	Fluorescente T5 28W	2	18	28	1,05	0,529	8,00	240	1.920	1.016
Ascensor Planta sótano	PS	Indal S3/230 11W	7	Fluor. Compacto 11W	1	7	11	1,05	0,081	8,00	240	1.920	155
Planta baja	PB	Disano hydro 2x36W	92	Fluorescente T8 36W	2	184	36	1,05	6,955	8,00	240	1.920	13.354
Planta baja	PB	Indal Elara 1x80W Regulable	50	Fluorescente T5 80W	1	50	80	1,05	4,200	8,00	240	1.920	8.064
Escaleras Planta baja	PB	Indal Línea 1x28+1x28	10	Fluorescente T5 28W	2	20	28	1,05	0,588	8,00	240	1.920	1.129
Planta baja	PB	Indal duo 2x26W Regulable	91	Fluor. Compacto 26W	2	182	26	1,05	4,969	8,00	240	1.920	9.540
Planta baja	PB	Indal duo 1x26W	19	Fluor. Compacto 26W	1	19	26	1,05	0,519	8,00	240	1.920	996
Ascensor Planta baja	PB	Indal S3/230 11W	6	Fluor. Compacto 11W	1	6	11	1,05	0,069	8,00	240	1.920	133
Planta 1	P1	Indal duo 2x26W Regulable	89	Fluor. Compacto 26W	2	178	26	1,05	4,859	8,00	240	1.920	9.330
Planta 1	P1	Indal Oquo 20W	30	Fluor. Compacto 20W	1	30	20	1,05	0,630	8,00	240	1.920	1.210
Planta 1	P1	Indal duo 1x26W	23	Fluor. Compacto 26W	1	23	26	1,05	0,628	8,00	240	1.920	1.206
Ascensor Planta 1	P1	Indal S3/230 11W	5	Fluor. Compacto 11W	1	5	11	1,05	0,058	8,00	240	1.920	111
Escaleras Planta 1	P1	Indal Línea 1x28+1x28	11	Fluorescente T5 28W	2	22	28	1,05	0,647	8,00	240	1.920	1.242
Planta 1	P1	Disano hydro 2x36W	2	Fluorescente T8 36W	2	4	36	1,05	0,151	8,00	240	1.920	290
Planta 1	P1	Indal Estudio 4x18W Regulable	8	Fluorescente T8 18W	4	32	18	1,05	0,605	8,00	240	1.920	1.161
Planta 1	P1	Ares Vanna 50W	6	Dicroica 50W	1	6	50	1,05	0,315	8,00	240	1.920	605
Planta 1	P1	Indal Duna 1x55W	27	Fluorescente T5 55W	1	27	55	1,05	1,559	8,00	240	1.920	2.994
Anfiteatro Planta 1	P1	Indal Basic 1x54W Regulable	18	Fluorescente T5 54W	1	18	54	1,05	1,021	8,00	240	1.920	1.960
Anfiteatro Planta 1	P1	Indal Basic 1x80W Regulable	25	Fluorescente T5 80W	1	25	80	1,05	2,100	8,00	240	1.920	4.032
Anfiteatro Planta 1	P1	Proyector Indal Duna 112012 1x100W	5	Halógeno 100W	1	5	100	1,05	0,525	8,00	240	1.920	1.008

Planta 1	P1	Indal Elara 1x49W Regulable	116	Fluorescente T5 49W	1	116	48	1,05	5,846	8,00	240	1.920	11.225
Planta 1	P1	Indal Elara 1x80W Regulable	55	Fluorescente T5 80W	1	55	80	1,05	4,620	8,00	240	1.920	8.870
Planta 1	P1	Indal Duna 75W	48	Fluorescente T5 75W	1	48	75	1,05	3,780	8,00	240	1.920	7.258
Planta 2	P2	Disano hydro 2x36W	7	Fluorescente T8 36W	2	14	36	1,05	0,529	8,00	240	1.920	1.016
Planta 2	P2	Indal Duna 1x55W	21	Fluorescente T5 55W	1	21	55	1,05	1,213	8,00	240	1.920	2.328
Planta 2	P2	Indal Duna 75W	30	Fluorescente T5 75W	1	30	75	1,05	2,363	8,00	240	1.920	4.536
Planta 2	P2	Indal duo 2x26W Regulable	88	Fluor. Compacto 26W	2	176	26	1,05	4,805	8,00	240	1.920	9.225
Planta 2	P2	Indal duo 1x26W	14	Fluor. Compacto 26W	1	14	26	1,05	0,382	8,00	240	1.920	734
Escaleras Planta 2	P2	Indal Línea 1x28+1x28	10	Fluorescente T5 28W	2	20	28	1,05	0,588	8,00	240	1.920	1.129
Acensor Planta 2	P2	Indal S3/230 11W	7	Fluor. Compacto 11W	1	7	11	1,05	0,081	8,00	240	1.920	155
Planta 2	P2	Indal Filo 1x49W	57	Fluorescente T5 49W	1	57	49	1,05	2,933	8,00	240	1.920	5.631
Planta 2	P2	Lámpara infraroja Indeluz 250W	9	Infrarojo 250W	1	9	250	1,05	2,363	8,00	240	1.920	4.536
Planta 2	P2	Indal Niveo 2x55W Regulable	24	Fluorescente T5 55W	2	48	55	1,05	2,772	8,00	240	1.920	5.322
Planta 2	P2	Indal Niveo 2x55W	76	Fluorescente T5 55W	2	152	55	1,05	8,778	8,00	240	1.920	16.854
Planta 3	P3	Disano hydro 2x36W	7	Fluorescente T8 36W	2	14	36	1,05	0,529	8,00	240	1.920	1.016
Planta 3	P3	Indal Duna 1x55W	21	Fluorescente T5 55W	1	21	55	1,05	1,213	8,00	240	1.920	2.328
Planta 3	P3	Indal Duna 75W	30	Fluorescente T5 75W	1	30	75	1,05	2,363	8,00	240	1.920	4.536
Planta 3	P3	Indal duo 2x26W Regulable	98	Fluor. Compacto 26W	2	196	26	1,05	5,351	8,00	240	1.920	10.274
Planta 3	P3	Indal duo 1x26W	14	Fluor. Compacto 26W	1	14	26	1,05	0,382	8,00	240	1.920	734
Escaleras Planta 3	P3	Indal Línea 1x28+1x28	11	Fluorescente T5 28W	2	22	28	1,05	0,647	8,00	240	1.920	1.242
Ascensor Planta 3	P3	Indal S3/230 11W	7	Fluor. Compacto 11W	1	7	11	1,05	0,081	8,00	240	1.920	155
Planta 3	P3	Indal Filo 1x49W	56	Fluorescente T5 49W	1	56	49	1,05	2,881	8,00	240	1.920	5.532
Planta 3	P3	Lámpara infraroja Indeluz 250W	9	Infrarojo 250W	1	9	250	1,05	2,363	8,00	240	1.920	4.536
Planta 3	P3	Indal Estudio 4x18W Regulable	25	Fluorescente T8 18W	4	100	18	1,05	1,890	8,00	240	1.920	3.629
Planta 3	P3	Indal Estudio 4x18W	51	Fluorescente T8 18W	4	204	18	1,05	3,856	8,00	240	1.920	7.403
Planta 4	P4	Disano hydro 2x36W	19	Fluorescente T8 36W	2	38	36	1,05	1,436	8,00	240	1.920	2.758
Planta 4	P4	Proyector HM 150W	2	HM 150W	1	2	150	1,05	0,315	8,00	240	1.920	605
Escaleras Planta 4	P4	Indal Línea 1x28+1x28	8	Fluorescente T5 28W	2	16	28	1,05	0,470	8,00	240	1.920	903

Planta 4	P4	Indal duo 2x26W Regulable	93	Fluor. Compacto 26W	2	186	26	1,05	5,078	8,00	240	1.920	9.749
Planta 4	P4	Indal duo 1x26W	16	Fluor. Compacto 26W	1	16	26	1,05	0,437	8,00	240	1.920	839
Planta 4	P4	Lámpara infraroja Indeluz 250W	9	Infrarojo 250W	1	9	250	1,05	2,363	8,00	240	1.920	4.536
Ascensor Planta 4	P4	Indal S3/230 11W	4	Fluor. Compacto 11W	1	4	11	1,05	0,046	8,00	240	1.920	89
Planta 4	P4	Indal Filo 1x49W	56	Fluorescente T5 49W	1	56	49	1,05	2,881	8,00	240	1.920	5.532
Planta 4	P4	Indal Estudio 4x18W Regulable	25	Fluorescente T8 18W	4	100	18	1,05	1,890	8,00	240	1.920	3.629
Planta 4	P4	Indal Estudio 4x18W	51	Fluorescente T8 18W	4	204	18	1,05	3,856	8,00	240	1.920	7.403
Escaleras Planta 5	P5	Indal Línea 1x28+1x28	5	Fluorescente T5 28W	2	10	28	1,05	0,294	8,00	240	1.920	564
Planta 5	P5	Indal duo 2x26W Regulable	62	Fluor. Compacto 26W	2	124	26	1,05	3,385	8,00	240	1.920	6.500
Planta 5	P5	Disano hydro 2x36W	18	Fluorescente T8 36W	2	36	36	1,05	1,361	8,00	240	1.920	2.613
Planta 5	P5	Indal Filo 1x49W	56	Fluorescente T5 49W	1	56	49	1,05	2,881	8,00	240	1.920	5.532
Planta 5	P5	Proyector HM 150W	2	HM 150W	1	2	150	1,05	0,315	8,00	240	1.920	605
Ascensor Planta 5	P5	Indal S3/230 11W	2	Fluor. Compacto 11W	1	2	11	1,05	0,023	8,00	240	1.920	44
Planta 6	P6	Disano hydro 2x36W	1	Fluorescente T8 36W	2	2	36	1,05	0,076	8,00	240	1.920	145
Planta 6	P6	Indal duo 2x26W Regulable	13	Fluor. Compacto 26W	2	26	26	1,05	0,710	8,00	240	1.920	1.363
Planta 6	P6	Indal duo 1x26W	8	Fluor. Compacto 26W	1	8	26	1,05	0,218	8,00	240	1.920	419
Escaleras Planta 6	P6	Indal Línea 1x28+1x28	3	Fluorescente T5 28W	2	6	28	1,05	0,176	8,00	240	1.920	339
Planta 6	P6	Indal Estudio 4x18W Regulable	22	Fluorescente T8 18W	4	88	18	1,05	1,663	8,00	240	1.920	3.193
Planta 6	P6	Indal Estudio 4x18W	56	Fluorescente T8 18W	4	224	18	1,05	4,234	8,00	240	1.920	8.129
Planta 7	P7	Disano hydro 2x36W	18	Fluorescente T8 36W	2	36	36	1,05	1,361	8,00	240	1.920	2.613
Planta 7	P7	Indal duo 2x26W Regulable	3	Fluor. Compacto 26W	2	6	26	1,05	0,164	8,00	240	1.920	314
Escaleras Planta 7	P7	Indal Línea 1x28+1x28	1	Fluorescente T5 28W	2	2	28	1,05	0,059	8,00	240	1.920	113
Planta 7	P7	Proyector HM 150W	2	HM 150W	1	2	150	1,05	0,315	8,00	240	1.920	605
			2.158			3.914			142,128				289.215

4.2. Sistema de bombeo y Motores Climatizadoras

Las bombas de distribución a los circuitos agua fría y caliente se ubican en la sala de bombas de calor de la planta sótano -1. Las climatizadoras se encuentran en falsos techos y salas técnicas repartidas por todo el edificio, junto a las zonas que dan servicio. En la siguiente tabla se detallan las características de las bombas y motores.

Tabla 4. Sistema de bombeo y motores climatizadoras.

Motor/Bomba	Potencia Nominal (kW)	horas/día	días/año	horas/año	Consumo Actual (kWh)
B-3.1 Primario Evaporador	7,50	12,0	365	4.380	32.850
B-3.2 Primario Evaporador	7,50	12,0	365	4.380	32.850
B-4.1 Primario Evaporador	7,50	12,0	365	4.380	32.850
B-4.2 Primario Evaporador	7,50	12,0	365	4.380	32.850
B-5.1 Primario Condensador	4,00	12,0	365	4.380	17.520
B-5.2 Primario Condensador	4,00	12,0	365	4.380	17.520
B-6.1 Primario Condensador	4,00	12,0	365	4.380	17.520
B-6.2 Primario Condensador	4,00	12,0	365	4.380	17.520
B-7.1 Secundario Frío E1	7,50	8,0	365	2.920	21.900
B-7.2 Secundario Frío E1	7,50	8,0	365	2.920	21.900
B-8.1 Secundario Frío E2	11,00	7,0	365	2.555	28.105
B-8.2 Secundario Frío E2	11,00	7,0	365	2.555	28.105
B-9.1 Secundario Frío E3	11,00	7,0	365	2.555	28.105
B-9.2 Secundario Frío E3	11,00	7,0	365	2.555	28.105
B-10.1 Secundario Frío Salas Técnicas	1,10	12,0	365	4.380	4.818
B-10.2 Secundario Frío Salas Técnicas	1,10	12,0	365	4.380	4.818
B-11.1 Secundario Calor E1	3,00	12,0	365	4.380	13.140
B-11.2 Secundario Calor E1	3,00	12,0	365	4.380	13.140
B-12.1 Secundario Calor E2	7,50	12,0	365	4.380	32.850
B-12.2 Secundario Calor E2	7,50	12,0	365	4.380	32.850
B-13.1 Secundario Calor E3	7,50	8,0	365	2.920	21.900
B-13.2 Secundario Calor E3	7,50	8,0	365	2.920	21.900
B-14 ACS	0,75	0,0	365	0	0
					503.116

5. Medidas de Ahorro Energético

A continuación se describen las medidas de Ahorro energético que se han analizado para mejorar la eficiencia de las instalaciones del CAyT.

5.1. Cambio de luminarias por tecnología LED

5.1.1. Descripción

Se sugiere mantener las lámparas fluorescentes tipo T5 pues su eficacia luminosa (lumen/Watio) y su elevada vida útil no hacen viable su sustitución por tubos led. Tampoco se recomienda

sustituir los proyectores, sobre la base de la necesidad de cambiar la luminaria completa, por falta de rentabilidad económica, debido a las pocas horas de uso anual.

Por tanto, se propone la sustitución de los fluorescentes del tipo T8, los compactos y las lámparas dicroicas por equipos de tecnología led con un flujo luminoso útil equivalente, según se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 5. Equivalencia de luminarias

Tecnología Convencional	Pot. Lámp. + Equipo Aux.	Vida Útil	Tecnología LED	Potencia LED	Vida Útil
Fluorescente T8 18W	18,9	12.000	Tubo LED 10W 600mm	10,0	50.000
Fluorescente T8 36W	37,8	12.000	Tubo LED 20W 1200mm	20,0	50.000
Downlight 2 x 26W	54,6	6.500	Downlight LED 24W	24,0	50.000
Downlight 1 x 26W	27,3	6.500	Downlight LED 24W	24,0	50.000
Dicroica 12V 50W	52,5	3.000	Dicroica LED 5,5W 230V	5,5	40.000
Fl. compacto 11 W	11,55	10.000	Pharatom Classic A 60 10 W	10,0	30.000
Fl. compacto 20 W	21,0	10.000	Pharatom Classic A 75 10 W	11,0	30.000

5.1.2. Ahorros e inversiones

A partir de la tabla de equivalencias se calculan los ahorros energéticos que se generaran en cada luminaria.

Tabla 6. Ahorros tecnología LED

Zona	Descripción	Tipo Luminaria	Total Luminarias	Tipo Lámpara Actual	Lámpara/ Luminaria	Total Lámparas	Potencia Nominal (kW)	Horas/Año	Consumo Nominal (kWh/año)	Tipo Lámpara LED	Potencia LED Unitaria (kW)	Unidades LED	Potencia LED Nominal (kW)	Consumo LED (kWh/año)	Ahorro (kWh/año)
Ascensor Sótano	PS	Indal S3/230 11W	7	Fluor. Compacto 11W	1	7	0,081	1.920	155	Pharatom Classic A 60 10 W	10,0	7	0,070	134	21
Planta sótano	PS	Indal duo 2x26W Regulable	35	Fluor. Compacto 26W	2	70	1,911	1.920	3.669	Downlight LED 24W	24,0	35	0,840	1.613	2.056
Planta sótano	PS	Indal duo 1x26W	6	Fluor. Compacto 26W	1	6	0,164	1.920	314	Downlight LED 24W	24,0	6	0,144	276	38
Planta sótano	PS	Disano hydro 2x36W	109	Fluorescente T8 36W	2	218	8,240	2.880	23.732	Tubo LED 20W 1200mm	20,0	218	4,360	12.557	11.176
Parking Planta sótano	PS	Disano hydro 2x36W "K"	29	Fluorescente T8 36W	2	58	2,192	5.760	12.628	Tubo LED 20W 1200mm	20,0	58	1,160	6.682	5.947
Ascensor Planta baja	PB	Indal S3/230 11W	6	Fluor. Compacto 11W	1	6	0,069	1.920	133	Pharatom Classic A 60 10 W	10,0	6	0,060	115	18
Planta baja	PB	Indal duo 2x26W Regulable	91	Fluor. Compacto 26W	2	182	4,969	1.920	9.540	Downlight LED 24W	24,0	91	2,184	4.193	5.346
Planta baja	PB	Indal duo 1x26W	19	Fluor. Compacto 26W	1	19	0,519	1.920	996	Downlight LED 24W	24,0	19	0,456	876	120
Planta baja	PB	Disano hydro 2x36W	92	Fluorescente T8 36W	2	184	6,955	1.920	13.354	Tubo LED 20W 1200mm	20,0	184	3,680	7.066	6.288
Planta 1	P1	Ares Vanna 50W	6	Dicroica 50W	1	6	0,315	1.920	605	Dicroica LED 5,5W 230V	5,5	6	0,033	63	541
Ascensor Planta 1	P1	Indal S3/230 11W	5	Fluor. Compacto 11W	1	5	0,058	1.920	111	Pharatom Classic A 60 10 W	10,0	5	0,050	96	15
Planta 1	P1	Indal Oquo 20W	30	Fluor. Compacto 20W	1	30	0,630	1.920	1.210	Pharatom Classic A 75 12 W	11,0	30	0,330	634	576
Planta 1	P1	Indal duo 2x26W Regulable	89	Fluor. Compacto 26W	2	178	4,859	1.920	9.330	Downlight LED 24W	24,0	89	2,136	4.101	5.229
Planta 1	P1	Indal duo 1x26W	23	Fluor. Compacto 26W	1	23	0,628	1.920	1.206	Downlight LED 24W	24,0	23	0,552	1.060	146
Planta 1	P1	Indal Estudio 4x18W Regulable	8	Fluorescente T8 18W	4	32	0,605	1.920	1.161	Tubo LED 10W 600mm	10,0	32	0,320	614	547
Planta 1	P1	Disano hydro 2x36W	2	Fluorescente T8 36W	2	4	0,151	1.920	290	Tubo LED 20W 1200mm	20,0	4	0,080	154	137
Acensor Planta 2	P2	Indal S3/230 11W	7	Fluor. Compacto 11W	1	7	0,081	1.920	155	Pharatom Classic A 60 10 W	10,0	7	0,070	134	21
Planta 2	P2	Indal duo 2x26W Regulable	88	Fluor. Compacto 26W	2	176	4,805	1.920	9.225	Downlight LED 24W	24,0	88	2,112	4.055	5.170
Planta 2	P2	Indal duo 1x26W	14	Fluor. Compacto 26W	1	14	0,382	1.920	734	Downlight LED 24W	24,0	14	0,336	645	89
Planta 2	P2	Disano hydro 2x36W	7	Fluorescente T8 36W	2	14	0,529	1.920	1.016	Tubo LED 20W 1200mm	20,0	14	0,280	538	478
Ascensor Planta 3	P3	Indal S3/230 11W	7	Fluor. Compacto 11W	1	7	0,081	1.920	155	Pharatom Classic A 60 10 W	10,0	7	0,070	134	21
Planta 3	P3	Indal duo 2x26W Regulable	98	Fluor. Compacto 26W	2	196	5,351	1.920	10.274	Downlight LED 24W	24,0	98	2,352	4.516	5.758

Zona	Descripción	Tipo Luminaria	Total Luminarias	Tipo Lámpara Actual	Lámpara/ Luminaria	Total Lámparas	Potencia Nominal (kW)	Horas/Año	Consumo Nominal (kWh/año)	Tipo Lámpara LED	Potencia LED Unitaria (kW)	Unidades LED	Potencia LED Nominal (kW)	Consumo LED (kWh/año)	Ahorro (kWh/año)
Planta 3	P3	Indal duo 1x26W	14	Fluor. Compacto 26W	1	14	0,382	1.920	734	Downlight LED 24W	24,0	14	0,336	645	89
Planta 3	P3	Indal Estudio 4x18W Regulable	25	Fluorescente T8 18W	4	100	1,890	1.920	3.629	Tubo LED 10W 600mm	10,0	100	1,000	1.920	1.709
Planta 3	P3	Indal Estudio 4x18W	51	Fluorescente T8 18W	4	204	3,856	1.920	7.403	Tubo LED 10W 600mm	10,0	204	2,040	3.917	3.486
Planta 3	P3	Disano hydro 2x36W	7	Fluorescente T8 36W	2	14	0,529	1.920	1.016	Tubo LED 20W 1200mm	20,0	14	0,280	538	478
Ascensor Planta 4	P4	Indal S3/230 11W	4	Fluor. Compacto 11W	1	4	0,046	1.920	89	Pharatom Classic A 60 10 W	10,0	4	0,040	77	12
Planta 4	P4	Indal duo 2x26W Regulable	93	Fluor. Compacto 26W	2	186	5,078	1.920	9.749	Downlight LED 24W	24,0	93	2,232	4.285	5.464
Planta 4	P4	Indal duo 1x26W	16	Fluor. Compacto 26W	1	16	0,437	1.920	839	Downlight LED 24W	24,0	16	0,384	737	101
Planta 4	P4	Indal Estudio 4x18W Regulable	25	Fluorescente T8 18W	4	100	1,890	1.920	3.629	Tubo LED 10W 600mm	10,0	100	1,000	1.920	1.709
Planta 4	P4	Indal Estudio 4x18W	51	Fluorescente T8 18W	4	204	3,856	1.920	7.403	Tubo LED 10W 600mm	10,0	204	2,040	3.917	3.486
Planta 4	P4	Disano hydro 2x36W	19	Fluorescente T8 36W	2	38	1,436	1.920	2.758	Tubo LED 20W 1200mm	20,0	38	0,760	1.459	1.299
Ascensor Planta 5	P5	Indal S3/230 11W	2	Fluor. Compacto 11W	1	2	0,023	1.920	44	Pharatom Classic A 60 10 W	10,0	2	0,020	38	6
Planta 5	P5	Indal duo 2x26W Regulable	62	Fluor. Compacto 26W	2	124	3,385	1.920	6.500	Downlight LED 24W	24,0	62	1,488	2.857	3.643
Planta 5	P5	Disano hydro 2x36W	18	Fluorescente T8 36W	2	36	1,361	1.920	2.613	Tubo LED 20W 1200mm	20,0	36	0,720	1.382	1.230
Planta 6	P6	Indal duo 2x26W Regulable	13	Fluor. Compacto 26W	2	26	0,710	1.920	1.363	Downlight LED 24W	24,0	13	0,312	599	764
Planta 6	P6	Indal duo 1x26W	8	Fluor. Compacto 26W	1	8	0,218	1.920	419	Downlight LED 24W	24,0	8	0,192	369	51
Planta 6	P6	Indal Estudio 4x18W Regulable	22	Fluorescente T8 18W	4	88	1,663	1.920	3.193	Tubo LED 10W 600mm	10,0	88	0,880	1.690	1.504
Planta 6	P6	Indal Estudio 4x18W	56	Fluorescente T8 18W	4	224	4,234	1.920	8.129	Tubo LED 10W 600mm	10,0	224	2,240	4.301	3.828
Planta 6	P6	Disano hydro 2x36W	1	Fluorescente T8 36W	2	2	0,076	1.920	145	Tubo LED 20W 1200mm	20,0	2	0,040	77	68
Planta 7	P7	Indal duo 2x26W Regulable	3	Fluor. Compacto 26W	2	6	0,164	1.920	314	Downlight LED 24W	24,0	3	0,072	138	176
Planta 7	P7	Disano hydro 2x36W	18	Fluorescente T8 36W	2	36	1,361	1.920	2.613	Tubo LED 20W 1200mm	20,0	36	0,720	1.382	1.230
			1.286			2.874	76,169		162.574			2.302	38,471	82.504	80.070

Se estima que el consumo total de la iluminación es de 289.215 kWh año y el consumo actual de las líneas que se pretenden sustituir es de 162.574 kWh año. Con el cambio de lámparas propuesto por otras de tecnología LED se conseguiría un ahorro energético anual de 80.070 kWh, equivalente a un ahorro económico anual de 7.278 €.

La instalación de las luminarias con tecnología LED suponen una inversión de 74.0763 €, siendo el retorno simple de la propuesta de 10 años. En la siguiente tabla se presenta el resumen de la medida.

Tabla 7. Resumen propuesta iluminación

Consumo Iluminación Actual	162.574 kWh
Consumo nueva Iluminación LED	82.504 kWh
Ahorro Iluminación	80.070 kWh
Precio Medio Energía	0,0909 €/kWh
Ahorro Económico	7.278 €
Inversión	74.063 €
PRS	10,2 años

En la siguiente página se incluye una tabla por zonas con los periodos de retorno por tipo de luminaria que se propone transformar a led, de forma que se puedan seleccionar aquellas cuya sustitución se considere apropiada por cuestiones económicas.

Tabla 8. Resumen propuesta iluminación

Zona	Descripción	Tipo Luminaria	Tipo Lámpara LED	Período de retorno simple
Planta 1	P1	Ares Vanna 50W	Dicroica LED 5,5W 230V	1,4
Ascensor Planta sótano	PS	Indal S3/230 11W	Pharatom Classic A 60 10 W	51,6
Ascensor Planta baja	PB	Indal S3/230 11W	Pharatom Classic A 60 10 W	51,6
Ascensor Planta 1	P1	Indal S3/230 11W	Pharatom Classic A 60 10 W	51,6
Ascensor Planta 2	P2	Indal S3/230 11W	Pharatom Classic A 60 10 W	51,6
Ascensor Planta 3	P3	Indal S3/230 11W	Pharatom Classic A 60 10 W	51,6
Ascensor Planta 4	P4	Indal S3/230 11W	Pharatom Classic A 60 10 W	51,6
Ascensor Planta 5	P5	Indal S3/230 11W	Pharatom Classic A 60 10 W	77,6
Planta 1	P1	Indal Oquo 20W	Pharatom Classic A 75 12 W	18,9
Planta sótano	PS	Indal duo 2x26W Regulable	Downlight LED 24W	10,0
Planta sótano	PS	Indal duo 1x26W	Downlight LED 24W	92,4
Planta baja	PB	Indal duo 2x26W Regulable	Downlight LED 24W	10,0
Planta baja	PB	Indal duo 1x26W	Downlight LED 24W	92,4
Planta 1	P1	Indal duo 2x26W Regulable	Downlight LED 24W	10,0
Planta 1	P1	Indal duo 1x26W	Downlight LED 24W	92,4
Planta 2	P2	Indal duo 2x26W Regulable	Downlight LED 24W	10,0
Planta 2	P2	Indal duo 1x26W	Downlight LED 24W	92,4
Planta 3	P3	Indal duo 2x26W Regulable	Downlight LED 24W	10,0
Planta 3	P3	Indal duo 1x26W	Downlight LED 24W	92,4
Planta 4	P4	Indal duo 2x26W Regulable	Downlight LED 24W	10,0
Planta 4	P4	Indal duo 1x26W	Downlight LED 24W	92,4
Planta 5	P5	Indal duo 2x26W Regulable	Downlight LED 24W	10,0
Planta 6	P6	Indal duo 2x26W Regulable	Downlight LED 24W	10,0
Planta 6	P6	Indal duo 1x26W	Downlight LED 24W	92,4
Planta 7	P7	Indal duo 2x26W Regulable	Downlight LED 24W	10,0
Planta 1	P1	Indal Estudio 4x18W Regulable	Tubo LED 10W 600mm	13,4
Planta 3	P3	Indal Estudio 4x18W Regulable	Tubo LED 10W 600mm	13,4
Planta 3	P3	Indal Estudio 4x18W	Tubo LED 10W 600mm	13,4
Planta 4	P4	Indal Estudio 4x18W Regulable	Tubo LED 10W 600mm	13,4
Planta 4	P4	Indal Estudio 4x18W	Tubo LED 10W 600mm	13,4
Planta 6	P6	Indal Estudio 4x18W Regulable	Tubo LED 10W 600mm	13,4
Planta 6	P6	Indal Estudio 4x18W	Tubo LED 10W 600mm	13,4
Planta sótano	PS	Disano hydro 2x36W	Tubo LED 20W 1200mm	6,0
Parking Planta sótano	PS	Disano hydro 2x36W "K" con Kit de Emerg. y Señalización	Tubo LED 20W 1200mm	3,0
Planta baja	PB	Disano hydro 2x36W	Tubo LED 20W 1200mm	9,0
Planta 1	P1	Disano hydro 2x36W	Tubo LED 20W 1200mm	9,0
Planta 2	P2	Disano hydro 2x36W	Tubo LED 20W 1200mm	9,0
Planta 3	P3	Disano hydro 2x36W	Tubo LED 20W 1200mm	9,0
Planta 4	P4	Disano hydro 2x36W	Tubo LED 20W 1200mm	9,0
Planta 5	P5	Disano hydro 2x36W	Tubo LED 20W 1200mm	9,0
Planta 6	P6	Disano hydro 2x36W	Tubo LED 20W 1200mm	9,0
Planta 7	P7	Disano hydro 2x36W	Tubo LED 20W 1200mm	9,0
				10,2

5.2. Instalación de Sensores de Presencia

5.2.1. Descripción

Se propone la instalación de sensores de presencia por infrarrojos de detección cuadrada de 360° en las zonas de oficinas del Edificio E3.

Los modelos seleccionados se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 9. Sensores de presencia y movimiento

Zona	Marca	Modelo
Oficinas	Theben	THEPREMA P360 KNX UP WH

5.2.2. Ahorros e inversiones

En la siguiente tabla se detalla el número de sensores necesarios en cada zona y se calcula los ahorros que se pueden generar.

Tabla 10. Ahorro Sensores de Presencia

Descripción	Zona	Tipo Luminaria	Total Luminarias	Tipo Lámpara Actual	Lámpara/ Luminaria	Total Lámparas	Potencia Lámpara (W)	Factor Equipo Auxiliar	Potencia Nominal (kW)	Horas/Día	Días/Año	Horas/Año	Consumo Nominal (kWh/año)	Tipo Sensor	Unidades	Consumo Sensor (kWh/año)	Ahorro Energético (kWh/año)
Planta 2	E3	Indal Niveo 2x55W Regulable	18	Fluorescente T5 55W	2	36	55	1,05	2,079	8,00	240	1.920	3.992	THEPREMA P360 KNX UP WH	4	3.193	798
Planta 2	E3	Indal Niveo 2x55W	30	Fluorescente T5 55W	2	60	55	1,05	3,465	8,00	240	1.920	6.653			5.322	1.331
Planta 3	E3	Indal Estudio 4x18W Regulable	20	Fluorescente T8 18W	4	80	18	1,05	1,512	8,00	240	1.920	2.903	THEPREMA P360 KNX UP WH	6	2.322	581
Planta 3	E3	Indal Estudio 4x18W	21	Fluorescente T8 18W	4	84	18	1,05	1,588	8,00	240	1.920	3.048			2.439	610
Planta 4	E3	Indal Estudio 4x18W Regulable	20	Fluorescente T8 18W	4	80	18	1,05	1,512	8,00	240	1.920	2.903	THEPREMA P360 KNX UP WH	6	2.322	581
Planta 4	E3	Indal Estudio 4x18W	21	Fluorescente T8 18W	4	84	18	1,05	1,588	8,00	240	1.920	3.048			2.439	610
			130			424			11,743				22.547		16	18.038	4.509

Finalmente, en la siguiente tabla se calcula el ahorro económico obtenido y se calcula en nivel de inversión de la medida y el período de retorno simple de la misma.

Tabla 11. Resumen Sensores de Presencia

Consumo Actual (kWh)	22.547
Consumo Sensor (kWh)	18.038
Ahorro Energético (kWh)	4.509
PME (€/kWh)	0,0843
Ahorro Económico (euros)	380,14 €
Inversión (euros)	7.464,16 €
PRS	19,64

5.3. Instalación de Variadores de Frecuencia en motores y bombas

5.3.1. Descripción

Se propone la incorporación de variadores de frecuencia en todos aquellos motores y bombas que actualmente no disponen de ellos. Actualmente estos equipos funcionan a caudal constante, es decir, impulsando o retornando, en todo momento, el mismo caudal.

Con la incorporación de variadores de frecuencia el régimen del motor o de la bomba se podrá ajustar al punto de trabajo óptimo de funcionamiento y se evitara los picos de arranque, con el consiguiente ahorro energético. En la siguiente tabla se detallan las bombas y motores objeto de la actuación:

Tabla 12. Consumos y costes energéticos de los motores y bombas sin variador de frecuencia.

Motor/Bomba	Potencia Nominal (kW)	horas/día	días/año	horas/año	Consumo Actual (kWh)	Coste Actual (euros)
B-3.1 Primario Evaporador	7,50	12,0	365	4.380	32.850	2.986,07 €
B-3.2 Primario Evaporador	7,50	12,0	365	4.380	32.850	2.986,07 €
B-4.1 Primario Evaporador	7,50	12,0	365	4.380	32.850	2.986,07 €
B-4.2 Primario Evaporador	7,50	12,0	365	4.380	32.850	2.986,07 €
B-5.1 Primario Condensador	4,00	12,0	365	4.380	17.520	1.592,57 €
B-5.2 Primario Condensador	4,00	12,0	365	4.380	17.520	1.592,57 €
B-6.1 Primario Condensador	4,00	12,0	365	4.380	17.520	1.592,57 €
B-6.2 Primario Condensador	4,00	12,0	365	4.380	17.520	1.592,57 €
					201.480	18.314,53 €

5.3.2. Ahorros e inversiones

Se estima que, con los variadores de frecuencia, se pueden reducir los consumos de los motores y las bombas un 25% respecto los valores actuales. Este ahorro se alcanzaría reduciendo el caudal/velocidad a tan sólo un 91% del nominal. En la siguiente tabla se presentan los cálculos de ahorros generados con los variadores de frecuencia.

Tabla 13. Ahorros estimados con los variadores de frecuencia.

Motor/Bomba	VFD	Ahorro (%)	Consumo VFD (kWh)	Coste VFD (euros)	Ahorro (kWh)	Ahorro (euros)	Inversión (euros)	PRS
B-3.1 Primario Evaporador	7,50	25%	24.638	2.239,55 €	8.213	746,52 €	965,00 €	1,29
B-3.2 Primario Evaporador	7,50	25%	24.638	2.239,55 €	8.213	746,52 €	965,00 €	1,29
B-4.1 Primario Evaporador	7,50	25%	24.638	2.239,55 €	8.213	746,52 €	965,00 €	1,29
B-4.2 Primario Evaporador	7,50	25%	24.638	2.239,55 €	8.213	746,52 €	965,00 €	1,29
B-5.1 Primario Condensador	4,00	25%	13.140	1.194,43 €	4.380	398,14 €	770,00 €	1,93
B-5.2 Primario Condensador	4,00	25%	13.140	1.194,43 €	4.380	398,14 €	770,00 €	1,93
B-6.1 Primario Condensador	4,00	25%	13.140	1.194,43 €	4.380	398,14 €	770,00 €	1,93
B-6.2 Primario Condensador	4,00	25%	13.140	1.194,43 €	4.380	398,14 €	770,00 €	1,93
			151.110	13.735,90 €	50.370	4.578,63 €	6.940,00 €	1,52

En la siguiente tabla se presenta un resumen de los resultados obtenidos por esta medida, junto con el nivel de inversión y el periodo de retorno simple.

Tabla 14. Resumen medida variadores de frecuencia.

Consumo Inicial (kWh)	201.480
Consumo Final (kWh)	151.110
Ahorro (kWh)	50.370
Ahorro (euros)	4.579 €
Inversión (euros)	6.940 €
PRS	1,52

6. Resumen MAE

Consumo Total CAyT (kWh) **1.203.150**

MAE	Ahorro (kWh)	(%)	Ahorro (euros)	Inversión (euros)	PRS
Sustitución LED	80.070	6,66%	7.278,36 €	74.063,18 €	10,18
Sensores de Presencia	4.509	0,37%	380,14 €	7.464,16 €	19,64
Variadores de Frecuencia	50.370	4,19%	4.578,63 €	6.940,00 €	1,52
	134.949	11,22%	12.237,13 €	88.467,34 €	7,23

7. Conclusiones

El CAyT es un edificio de reciente construcción, lo que implica que está dotado de equipos y sistemas energéticamente eficientes. No obstante se propone dos medidas de ahorro.

Las mejoras propuestas en alumbrado (que suponen un ahorro del 6,6% del consumo) consisten en instalar leds sólo en algunas luminarias. El retorno medio es de 10 años, por lo que se podría considerar restringir aún más el alcance de la medida, si se consideran retornos menores.

La instalación de sensores de presencia y luminosidad en las oficinas del Edificio E3 permitiría conseguir un ahorro del 0,4% respecto el consumo total del edificio.

También se recomienda ajustar el punto de trabajo de las bombas de los primarios de climatización (que aportaría un 4,2% de ahorro), con un periodo de retorno de 1,5 años.

En conjunto, ambas medidas, aportarían un 10,8% de ahorro de energía, con un retorno algo menor de 7 años.