

UNIVERSIDAD DEL PAIS VASCO

Edificio I. M. Barriola - Aulario / Elhuyar
Plaza 1

20018 Donostia (Gipuzkoa)

Telef: 943 018 388

**INFORME DE AUDITORÍA
ENERGÉTICA DE LA
FACULTAD DE DERECHO
(DONOSTIA)**



Realizado por: Jorge Gómez

Donostia, 04/10/2013

Revisado por : Oihana Arizcuren

GIPUZKOA

Pilotegi, 2 - Oficina 007
20018 San Sebastián
Tel: 943 313 411

BIZKAIA

Parque Tec. de Bizkaia - Edificio 101
48170 Zamudio
Tel: 944 317 084

ALAVA

Pedro Asúa, 69-73
01008 Vitoria-Gasteiz
Tel: 945 123 293

NAVARRA

Avda. Central, 36 - ent. izda.
31010 Barañain
Tel: 948 287 757

DATOS DE CONTACTO	
Nombre del centro	FACULTAD DE DERECHO
Dirección	Pº Manuel de Lardizabal, nº2
Localidad (Provincia)	Donostia
CP	20018
Teléfono	943 018 000
Persona de contacto	Oscar Arroyuelo Suárez

Tabla de contenido

1. SÍNTESIS Y CONCLUSIONES	4
2. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO.....	7
2.1 Descripción física de las zonas	7
2.2 Horario de funcionamiento.....	8
3. CONSUMO DE ENERGIA Y SU DISTRIBUCION.....	9
3.1 Consumo de energía total	9
4. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES	14
4.1 Estructura del edificio.....	14
4.2 Calderas y calefacción.....	14
4.3 Aire acondicionado.....	16
4.4 Iluminación	17
4.5 Parque Informático	20
5. PROPUESTAS DE AHORRO ENERGÉTICO	21
5.1 Calorifugado de las tuberías de calefacción por el interior del edificio.....	21
5.2 Sustitución de radiadores eléctricos por radiadores de agua caliente en ‘Servicio de deportes’	22
5.3 Sustitución progresiva de ventanas de aluminio por ventanas de PVC en zona de despachos.....	23
5.4 Propuestas de mejora en la Iluminación.....	24
5.5 Instalación de células fotoeléctricas en pasillos aulas	30
5.6 Instalación de detectores de movimiento en pasillo de despachos de profesores.....	31
5.7 Instalación de generador fotovoltaico en la azotea del edificio	32
5.8 Uso del modo de ahorro de Energía del PC	34
ANEXOS.....	36

1. SÍNTESIS Y CONCLUSIONES

La presente auditoria se ha realizado durante el mes de Mayo de 2013 analizando en detalle las posibilidades de ahorro energético en las instalaciones de la Facultad de derecho.

El presente estudio de auditoría energética se ha centrado en las siguientes áreas:

- Suministro eléctrico
- Calefacción y elementos auxiliares.
- Iluminación
- Parque informático
- Usos del edificio y hábitos de comportamiento

Se han estudiado en detalle un total de 3 propuestas, cuyos resultados energéticos y económicos son suficientemente relevantes y viables para abordar a medio plazo y largo plazo.

Las 3 mejoras estudiadas en detalle son las siguientes:

- Calorifugado de las tuberías de calefacción.
- Instalación de células fotoeléctricas en pasillos de aulas.
- Instalación de detectores de movimiento

A su vez, se han realizado 5 recomendaciones que no tienen un retorno de inversión asumible.

Las 5 recomendaciones son las siguientes:

- Sustitución de radiadores eléctricos en Servicio de deportes.
- Sustitución progresiva de ventanas.
- Propuestas de mejora en iluminación.
- Instalación de generador fotovoltaico
- Uso del modo de ahorro de Energía del Pc

Las mejoras propuestas dan lugar en conjunto a un ahorro de 50.152 kWh/año de energía térmica, y 12.927 kWh/año de electricidad, **lo que supone una reducción del**

7,8% en energía térmica y del 5,2 % en energía eléctrica sobre los consumos totales registrados en 2012.

Asimismo el ahorro económico que proporcionan estas mejoras asciende a 5.128 €/año y con una inversión estimada en 18.520 €, por lo que el conjunto de las recomendaciones podría amortizarse en 3,6 años.

Este conjunto de propuestas de ahorro energético lograría evitar la emisión a la atmósfera de 29.458 kg de CO2 al año.

Nota: Los precios de los materiales son PVP. El material eléctrico supone una gran parte de la inversión propuesta a realizar, se debe tener en cuenta que en este sector el precio de compra puede diferir hasta un 50% del precio PVP.

DESCRIPCION	CONSUMO IDENTIFICADO		AHORRO SOBRE CONSUMO IDENTIFICADO				INVERSION	RETORNO	OBSERVACIONES	Impacto Medioambiental		
	kWh/a	Kwhe/a	Kwht/a	%	Kwhe/a	%	€/a	€		a	kg CO2 evitados	
Mejoras de amortización inmediata												
1	Calorifugado de tuberías	638.201		50.152	7,8%			3.214	15.600	4,8		23.421
2	Instalación de células fotoeléctricas		248.140			8.292	3,3%	1.228	1.492	1,2		3.872
3	Instalación de detectores de movimiento					4.635	1,9%	686	1.428	2		2.165
TOTAL SOBRE CONSUMOS DEL CENTRO		638.201	248.140	50.152	7,8	12.927	5,2%	5.128	18.520	3,6		29.458

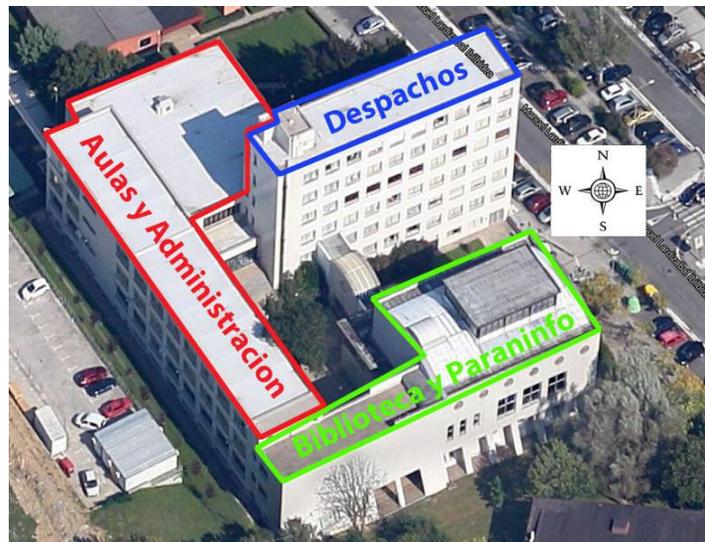
2. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

El Edificio de la Facultad de Derecho es un edificio construido en el año 1970 que se encuentra en el campus universitario de Donostia situado en el barrio de Ibaeta. La actividad de la Facultad de Derecho se centra en la enseñanza durante las mañanas y las tardes.

2.1 Descripción física de las zonas

El Edificio tiene una distribución en “U” con 7 plantas. El edificio se divide en 3 zonas bien diferenciadas.

La entrada principal se realiza por el lado norte del edificio.



Facultad de Derecho de San Sebastián

- Bloque Despachos: En esta área se encuentran los despachos de profesores del centro disponiendo de 7 plantas. En el Sotano -2 se encuentra el centro de transformación eléctrico y la sala de calderas del edificio. En esta planta también se encuentra el Servicio de deportes de la UPV-EHU.
- Bloque Aulas y Administración: En la planta baja de esta zona se encuentra la zona administrativa. En las demás plantas se encuentran las aulas generales.
- Bloque Biblioteca y Paraninfo: En este bloque se encuentran el Paraninfo, la antigua biblioteca que en la actualidad tiene un uso de aula de estudio y salas polivalentes.

2.2 Horario de funcionamiento

La Facultad de Derecho tiene un horario de funcionamiento prácticamente similar todo el año excepto en el mes de Agosto donde el edificio permanece abierto únicamente por las mañanas.

La mayor ocupación del edificio se da durante la mañana (8:00-13:30) presentando una ocupación menor por las tardes (13:30-21:00)

El horario de apertura al público es el que se presenta a continuación:

Horario de Invierno	
Lunes-Viernes	8:00-21:00
Horario de Verano (Agosto)	
Lunes-Viernes	8:00-15:00

3. CONSUMO DE ENERGIA Y SU DISTRIBUCION

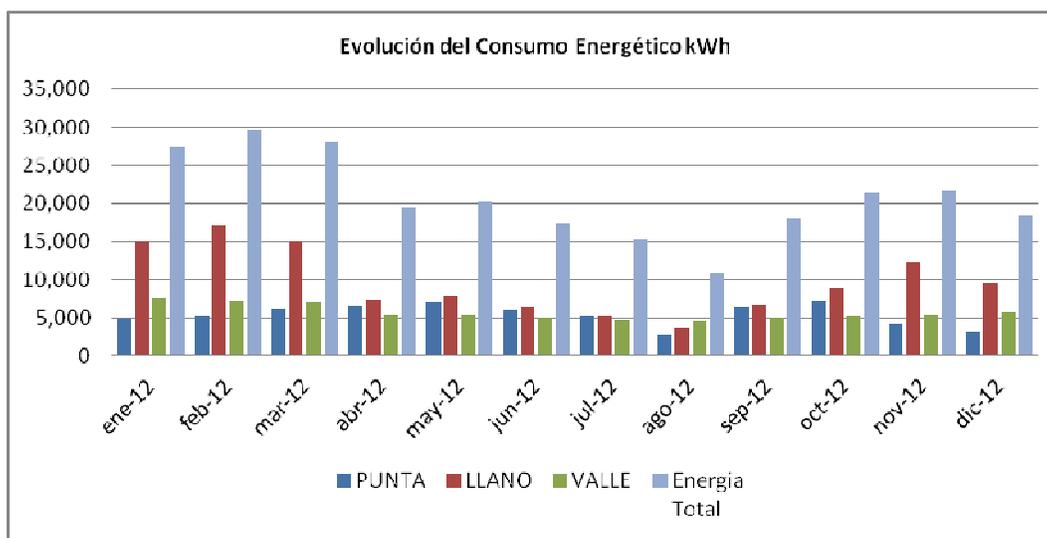
3.1 Consumo de energía total

El edificio utiliza dos fuentes de energía: energía eléctrica para los circuitos de iluminación y fuerza, energía térmica para la producción del agua de calefacción.

Consumos eléctricos

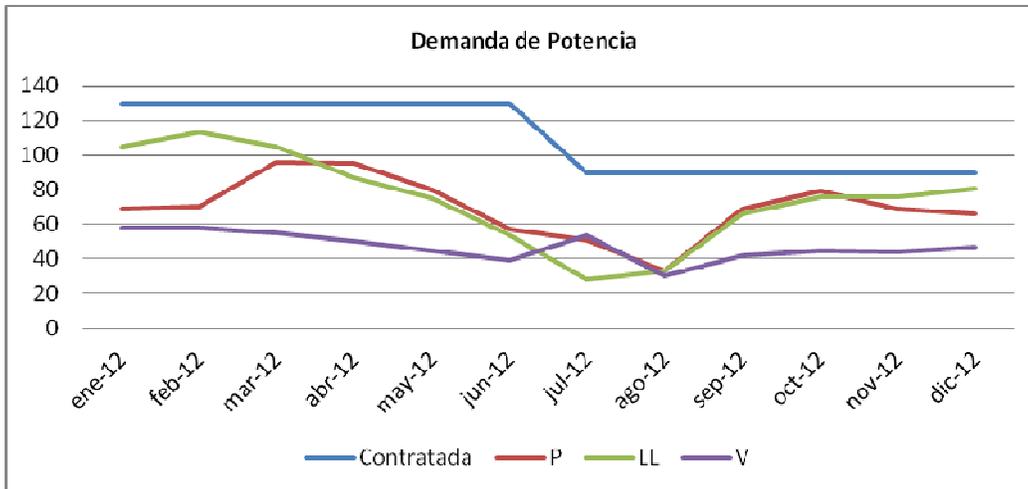
El edificio dispone de un contrato de energía eléctrica en alta tensión con la comercializadora Naturgas con una tarifa 3.1A. La potencia contratada es de 90 kW en los tres periodos. El consumo eléctrico identificado en facturas eléctricas en 2012 corresponde a 248.140 kWh, siendo 36.754€ el costo económico asociado a este consumo. El precio medio del kWh durante el año 2012 está cifrado en 0.1481 €/kWh impuestos eléctricos e I.V.A. incluidos.

Se presenta a continuación el consumo de energía eléctrica del año 2012.



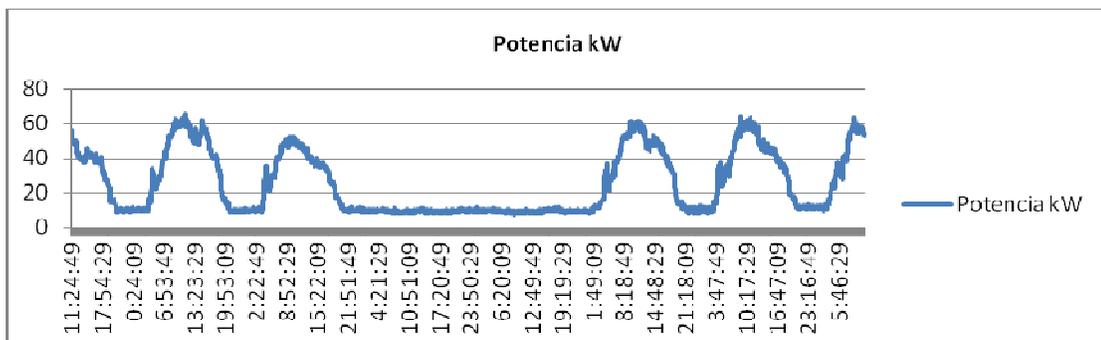
Evolución del consumo eléctrico mensual

El consumo eléctrico es bastante variable correspondiendo el mayor consumo a los meses con menos luz natural. El consumo eléctrico disminuye a medida que los días van obteniendo más horas de luz natural. El consumo más reducido se da en el mes de Agosto al estar prácticamente el centro sin uso.



Lecturas de potencia registradas, kW

A continuación se representa la curva de consumo de energía eléctrica medida en una semana normal. Se puede observar que el consumo es parecido durante los diferentes días de la semana. Como dato interesante se observa que la actividad en el centro comienza a las 6:00 AM coincidiendo con el inicio de la jornada laboral del personal de la limpieza.



Medida de potencia semanal, kW

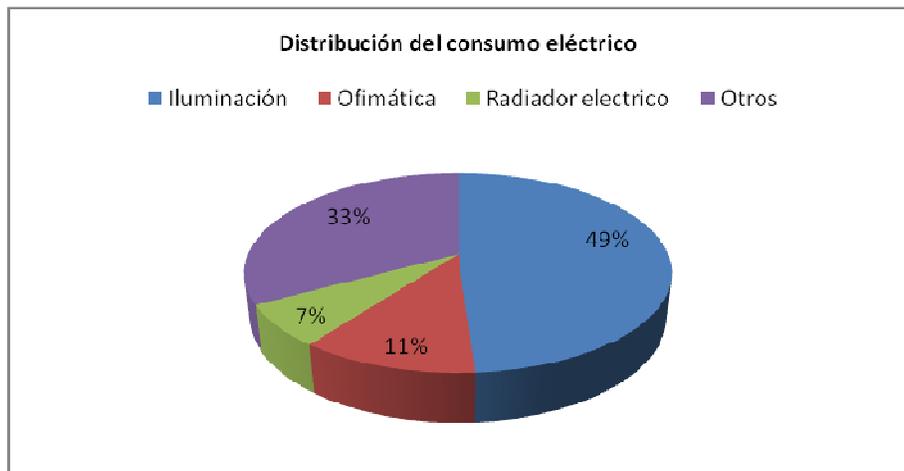
La compañía eléctrica registra las potencias máximas mensuales demandadas en el edificio, y en algunos meses se sobrepasa la potencia contratada, fundamentalmente a los periodos Punta y LLano.

La compañía eléctrica factura a sus clientes en función de la demanda máxima de potencia a lo largo del mes. En esta modalidad de contratos, si la potencia demandada no llega al 85% de la potencia contratada la compañía factura el importe del 85% de la potencia contratada. En caso de superar el 105% de la potencia contratada, la compañía eléctrica factura una potencia mayor que la contratada, y mayor que la máxima registrada a modo de penalización. **Por los datos aportados por el cliente, se sobrepasa el 105% de la potencia contratada y por lo tanto, existen pequeñas penalizaciones que no compensan ninguna acción en la contratación de la potencia contratada.**

Al no disponer de facturas eléctricas no se ha podido valorar si los precios de la energía son adecuados a los precios de mercado. A continuación se indican precios de mercado adecuados para el tipo de tarifa eléctrica del edificio.

	P1	P2	P3
Precio Potencia (€/kW y año)	26.8969452	16.5866237	3.80350187
Precio Energía (€/kWh)	0.130904	0.117136	0.083333

Este estudio y los datos recogidos en campo han permitido determinar la distribución aproximada del consumo eléctrico, tal y como se presenta a continuación:



Distribución del consumo de energía eléctrica

Tal y como podemos apreciar, el mayor consumo eléctrico se registra en Iluminación, y “Otros”, seguido de “Ofimática” en el que se contemplan otros equipos presentes en el edificio, como bombas, pequeños aparatos, ascensores, máquinas de vending, etc....

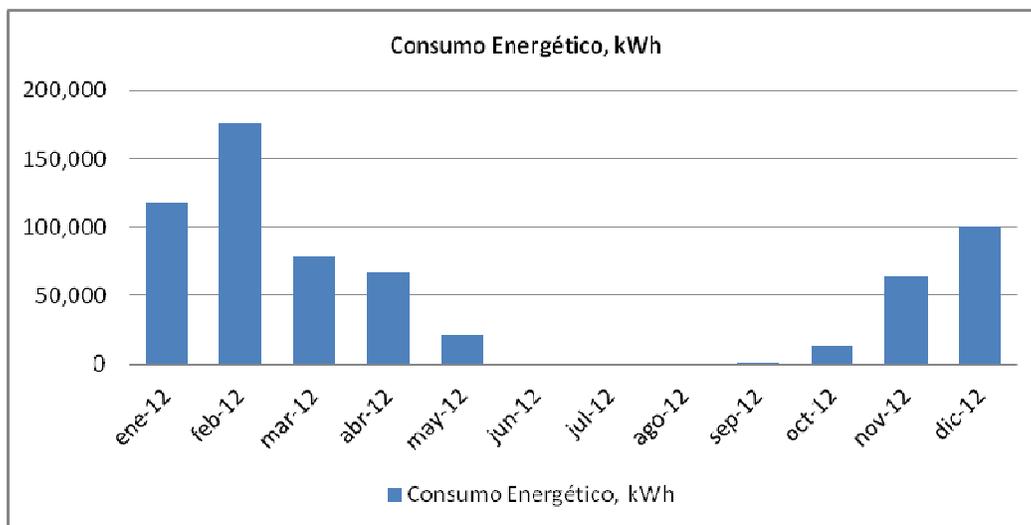
Energía térmica:

El edificio dispone de un contrato con Naturgas para el suministro de calefacción del edificio.

Se presentan a continuación los consumos e importes registrados en el año 2012 siendo el precio medio del kWh de gas natural 0,0641 € I.V.A. incluido.

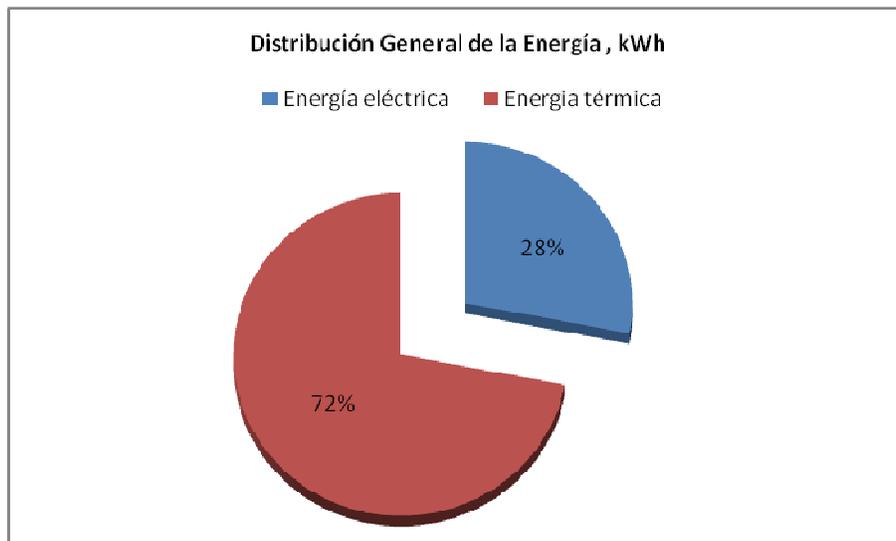
Consumo Gas Natural		
Mes	Consumo energético, kWh	Coste, €
Enero	117.848	7.249
Febrero	175.464	10.779
Marzo	79.038	4.931
Abril	67.112	4.176
Mayo	21.175	1.431
Junio	0	122
Julio	0	112
Agosto	0	133
Septiembre	26	100
Octubre	12.939	965
Noviembre	64.078	4.272
Diciembre	100.521	6.626
Total	638.201	40.896

Comparando los datos disponibles con otras instalaciones de las mismas características se puede considerar que el consumo de los meses de Junio, Julio, Agosto y Septiembre se puede equiparar al consumo registrado en el mes de Mayo mientras que el mes de Octubre se puede equiparar al mes de Abril.



Consumo energético de calefacción y ACS

El consumo total de energía del edificio se representa a continuación:



4. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

4.1 Estructura del edificio

La fachada del edificio de la Facultad de Derecho está realizada mediante hormigón y ladrillo careciendo de aislamiento térmico.

En las zonas de aulas y Paraninfo se realizaron un cambio de ventanas con marco de aluminio y cristal con rotura térmica. Cabe destacar que los marcos de las ventanas de la zona de despachos son de aluminio con cristales que no disponen de puente de rotura térmica. Las ventanas de la zona de despachos disponen de persianas.



Detalle ventanas con rotura térmica



Detalle ventanas sin rotura térmica

Finalmente la entrada principal dispone de doble puerta con apertura automática que limita la pérdida de calor.



Doble puerta

4.2 Calderas y calefacción

El edificio dispone de 1 caldera atmosférica YGNIS con quemador modulante para la producción de agua caliente de calefacción. Esta caldera tiene asociada una centralita de regulación que controla la inyección de gas y aire en función de la demanda, a su vez realiza el control de impulsión de agua caliente a los diferentes circuitos existentes.

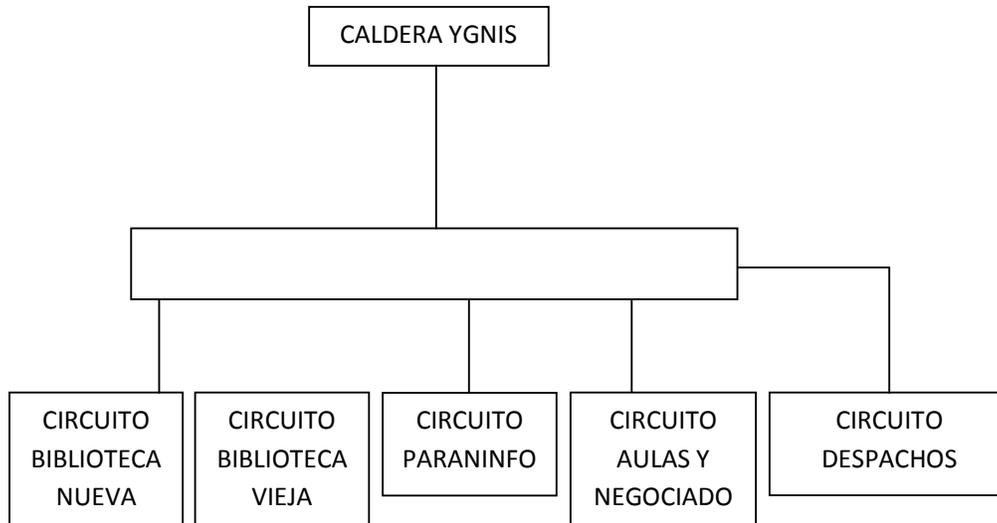


Foto Caldera existente

Las características generales de la caldera son las siguientes:

	Caldera YGNIS
Marca	YGNIS
Modelo	WA-650
N° serie	07084
Año	1.984
Potencia (Kcalh)	650.000
Presion	6
Temperatura consigna (°C)	85

Se muestra a continuación el esquema hidráulico de la instalación:



Teniendo en cuenta los análisis mensuales anotados por la empresa mantenedora en el libro de mantenimiento, las calderas parecen arrojar un rendimiento correcto para este tipo de instalaciones.

En la zona de aulas y administración existen válvulas de 3 vías por planta asociadas a una centralita que dispone de una sonda de temperatura con la cual se regula la entrada de agua caliente al circuito de calefacción de cada planta en función de las

temperaturas existentes en esas zonas. Con esto se ajusta el aporte de agua caliente a los radiadores en función de la necesidad de cada planta.



Válvula de 3 vías



Centralita

En las zonas de despachos y administración existen válvulas termostáticas que mantienen una temperatura definida por un ajuste del caudal en el radiador en función de los aportes exteriores e interiores.

En la planta sótano -2 de la zona de despachos se encuentra el servicio de deportes que cuenta con una calefacción con 5 radiadores eléctricos de una potencia de 1,5kW cada uno. A su vez, en la zona de despachos existen bastantes radiadores eléctricos para uso personal.



Radiador eléctrico

4.3 Aire acondicionado

El edificio cuenta con cuatro sistemas bomba de calor frío/calor con una potencia de 2,5kW para el aula de informática y despachos.



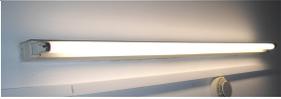
Climatizadoras

4.4 Iluminación

La iluminación del edificio se realiza mayoritariamente mediante fluorescencia TLD8 para aulas, despachos y pasillos, fluorescentes T5 para el hall de entrada, halógenas para el pasadizo y aledaños a aula de estudio y finalmente halogenuros metálicos para el aula B1.

Cabe mencionar la existencia de detectores de movimiento asociado al alumbrado en los servicios del edificio.

A continuación se indican los diferentes tipos de luminarias, el número de estas y sus características principales:

Nombre Luminaria	Fotografía	Nº Luminarias	Balasto	Tipo lámpara	Potencia (W)
Regleta doble		373	Electro magnetico	Fluorescente TLD	2x36
Regleta simple		135	Electro Magnético	Fluorescente TLD	1x36
		18	Electro Magnético	Fluorescente TLD	1x18
Pantalla		2	Electro Magnético	Fluorescente TLD	2x36
Downlight		23	-	Fluorescente compacta	2x26
Pantalla		8	Electro Magnético	Fluorescente TLD	2x36
Downlight		4	-	Incandescente	100

Nombre Luminaria	Fotografía	Nº Luminarias	Balasto	Tipo lámpara	Potencia (W)
Pantalla		8	-	Fluorescente TLD	4x36
Pantalla		246	Electrónico	Fluorescente TLD	4x18
Plafón		15	-	Incandescente	100
Pantalla		29	Electrónico	Fluorescente T5	2x54
Proyector		2	-	Fluorescente compacta	4x36
Pantalla		4	Electro Magnético	Fluorescente TLD	4x18

Nombre Luminaria	Fotografía	Nº Luminarias	Balasto	Tipo lámpara	Potencia (W)
Pantalla		80	Electrónico	Fluorescente TLD	2x58
Luminaria luz indirecta		15	-	halógena	150
Downlight		40	-	Fluorescente compacta	18
Downlight		4	-	Halogenuro metálico	70
Campana		9	Electro Magnético	Halogenuro metálico	250
Pantalla suspendida		16	Electrónico	Fluorescente TLD	2x58

Nombre Luminaria	Fotografía	Nº Luminarias	Balasto	Tipo lámpara	Potencia (W)
Luminaria suspendida Louis Poulsen		10	-	Fluorescente compacta	56
Luminaria		39	-	Fluorescente compacta	56
TOTAL		1.003			

4.5 Parque Informático

Al tratarse de un edificio educacional, el consumo del parque informático es importante, tal y como se vio en el reparto de consumos energéticos. El edificio cuenta con 123 ordenadores de sobremesa y pantalla plana actuales, así como una pequeña dotación de ordenadores portátiles.

Además pueden encontrarse así como impresoras, fotocopiadoras o servidores.

5. PROPUESTAS DE AHORRO ENERGÉTICO

Para valorar las propuestas de ahorro se ha considerado el precio de la energía térmica en 0.0641€/kWh y el precio de la energía eléctrica en 0.1481€/kWh. A su vez, el precio de la mano de obra se ha considerado a 33€/hora.

Todos los precios de los materiales propuestos son precios P.V.P. no siendo el precio final de compra.

5.1 Calorifugado de las tuberías de calefacción por el interior del edificio

La instalación de calefacción del edificio se realiza a través de una instalación de radiadores de dos tubos, con agua proveniente de calderas, y su distribución a los radiadores se realiza por el interior del edificio, en su mayoría mediante tubería desnuda.



Tubería de calefacción sin aislar

Puede creerse que aunque las tuberías no vayan calorifugadas, el calor no se pierde, sino que se queda en el ambiente debido a que las tuberías se encuentran por dentro del edificio.

No obstante esto no es así, puesto que los elementos terminales encargados de distribuir el calor en la instalación deben ser los radiadores; no las tuberías, por lo que si se produce una pérdida de la temperatura del agua que entra a los radiadores, el confort térmico será inferior.

Otro de los inconvenientes es que se puede estar perdiendo energía en la distribución del agua de calefacción en zonas en las que no es tan necesario calentar el ambiente, tales como pasillos, zonas de paso, etc.

Además, estas tuberías se encuentran expuestas a corrientes de aire que entran por las carpinterías, enfriándose doblemente la tubería, y por tanto disminuyendo la eficiencia energética de la instalación.

Por ello se propone el aislamiento de aquellas tuberías principales y de mayor tamaño mediante calorifugado por coquilla.

Se presenta a continuación a modo de ejemplo la pérdida de calor registrada en una tubería de calefacción con una diferencia de temperatura de 60 °C, en 200 metros de tubería, y la rentabilidad económica de su aislamiento con coquilla de 30 mm.

Resumen de ahorros por calorifugado	
Pérdidas con tubería desnuda	152,28 W/m
Pérdidas con tubería calorifugada	26,90 W/m
Calorifugado seleccionado	Poliuretano
Factor de corrección según calorifugado	0,67
Diferencia	125,38 W/m
Longitud de tubería o equivalente, m	200 m
Horas de funcionamiento, h	2000 h
Espesor del calorifugado	30 mm
Diferencia de Temperatura	60
Diámetro del tubo	65
Ahorro de Potencia calorífica, kW	25,07
Ahorro energético, kWh/a	50.152
Ahorro económico, €/a	3.214 €
Inversión necesaria material, €	2.400 €
Mano de obra, €	13.200€
Inversión necesaria, I.V.A. incluido	15.600€
Amortización, años	4,8

5.2 Sustitución de radiadores eléctricos por radiadores de agua caliente en 'Servicio de deportes'

La instalación de calefacción del local de Servicio de deportes está constituida por radiadores eléctricos. Al ser el doble el costo de la energía eléctrica frente a la energía térmica, se recomienda eliminar los radiadores eléctricos existentes e instalar un circuito de tuberías y radiadores para calefactar este local.

Para ello, se recomienda empalmar un circuito a las tuberías de distribución de agua caliente para calefacción del circuito de despachos.

A continuación se muestran el ahorro energético, económico y la inversión de la medida propuesta:

Consumo con radiadores (kWh/año)	1.800
Costo energía radiador eléctrico (€/año)	267
Costo energía radiador agua (€/año)	115
ECONOMÍA (€/año)	152
INVERSIÓN (€)	1.563
5 Radiadores de agua	525
tubería	510
Mano de obra	528
AMORTIZACIÓN, años	10,2

5.3 Sustitución progresiva de ventanas de aluminio por ventanas de PVC en zona de despachos

El edificio cuenta con una gran superficie acristalada, por lo que resulta de vital importancia la reducción de las pérdidas de calor por transmisión al exterior, más aún teniendo en cuenta las bajas temperaturas que se registran durante el invierno.

En este sentido las ventanas de la mayor parte del edificio son de aluminio con rotura de puente térmico y vidrio doble excepto la zona de despachos de profesores donde las ventanas son correderas con marco de aluminio sin rotura de puente térmico y vidrio simple.

Este tipo de ventana tiene grandes pérdidas por transmisión de calor al exterior y la generada por corrientes de aire del exterior que penetran al interior del edificio por el mal sello que realiza la puerta corredera.



Ventanas zona despachos profesores

Las ventanas de aluminio tienden a sustituirse por ventanas de madera o de PVC, mejores aislantes, y mejores garantes del confort, puesto que las ventanas de aluminio provocan problemas de confort por el efecto radiante.

Teniendo en cuenta que las prestaciones de las ventanas de una y otra zona pueden ser mejoradas por otras disponibles actualmente, hemos querido plasmar el interés energético de la sustitución progresiva de las ventanas de un aula testigo

La elevada inversión y los numerosos ventanales existentes hacen inviable una sustitución de todos ellos a la vez, pudiendo realizarse en cambio una sustitución progresiva de ellas.

No obstante, la percepción en el confort es inmediata, puesto que según los cálculos realizados, las ventanas propuestas mejorarían la situación actual en un 346 %, presentando el siguiente interés energético y económico.

Se muestra a continuación a modo de ejemplo la comparativa entre las ventanas actuales de un aula y una propuesta de ventana de PVC de vidrio doble bajo emisivo 4-20-4.

Ventanas actuales	
Nº ventanas	1
Dimensiones	1500X2500
Marco	Aluminio
Vidrio	Vidrio simple
Ventana propuesta	
Marco	Aluminio
Vidrio	Vidrio doble bajo emisivo 4-20-4
Ahorro energético asociado, kWh/a	500
Ahorro económico, €/a	32 €
Inversión necesaria, €	1.400 €
Amortización, años	43
Las ventanas mejoran un	346%

5.4 Propuestas de mejora en la Iluminación

Tal y como se comentó en la descripción de las instalaciones, la iluminación interior se realiza principalmente mediante fluorescentes de diferentes potencias.

Antes de realizar cualquier propuesta de mejora en el área de iluminación hemos creído conveniente exponer las principales tecnologías empleadas en el alumbrado de edificios terciarios, así como sus aplicaciones principales. De esta forma, el estudio tiene una función práctica a la vez que pedagógica.

Incandescentes:

Son las lámparas de menor rendimiento luminoso (12-18 lm/W) y la que menor vida útil tiene. Por estas razones están siendo retiradas del mercado progresivamente, y están siendo sustituidas por lámparas de mayor eficiencia como fluorescentes compactas y LEDs. No obstante, son las lámparas más extendidas hasta hace unos años debido a su calidez, por eso suelen encontrarse en viviendas.

Halógenas :

Son una variante mejorada de las incandescentes, en las que se mejora su rendimiento luminoso (22 lm/w) y su vida útil, manteniendo la sensación de calidez. Algunas de estas lámparas requieren un transformador para su funcionamiento. Suele encontrarse en viviendas y en oficinas.

Fluorescentes T8:

Son los fluorescentes más utilizados en despachos de oficinas e industria. Su gran ventaja frente a otro tipo de lámparas es que tiene una eficiencia energética cercana a los 90lm/w. Además, presenta una vida útil aproximada de 12000 horas. Su

temperatura de color varía entre los 2700K y los 6500K. Este tipo de lámpara se suele utilizar en lugares donde no se enciendan y apaguen constantemente (pasillos o zonas de circulación), ya que los encendidos y apagados constantes reducen su vida útil.

Fluorescentes T5 :

Es la generación de tubos fluorescentes que sustituye a los T8. Su mayor rendimiento luminoso (104 lm/w) hace que sean necesarias potencias inferiores para conseguir los mismos niveles lumínicos que los tubos fluorescentes tradicionales. Al trabajar con reactancias electrónicas reducen su consumo, aumentan su vida útil, y permiten regular la luz artificial en función del aporte de luz exterior. Se utilizan en despachos de oficinas y edificios industriales.

Fluorescentes ECO:

permiten obtener un flujo luminoso similar a las fluorescentes estándar con menor potencia, tienen un mínimo contenido en mercurio y tienen mayor vida útil que las estándar.

Fluorescentes compactas:

Son las llamadas lámparas de bajo consumo y las sustitutas de las incandescentes y halógenas. Tienen elevado rendimiento luminoso, elevada vida útil y un buen rendimiento de color. Se utilizan en todo tipo de edificios, ya sean residenciales o terciarios.

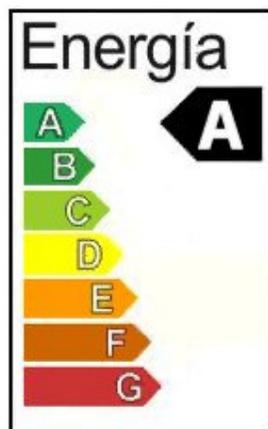
Halogenuro metálico:

Son lámparas denominadas de descarga, tienen un gran rendimiento lumínico >100lm/W y deben ir acompañadas de un dispositivo denominado balasto para posibilitar su encendido. Tienen una reproducción cromática elevada y por lo tanto son utilizadas para iluminar zonas deportivas.

LEDs:

Este tipo de lámparas son de reciente creación y están basadas en la emisión de luz a través de diodos. Al funcionar mediante dispositivos electrónicos, su consumo es mínimo y cuenta con un rendimiento luminoso elevado. Pueden utilizarse tanto en iluminación decorativa, en zonas de trabajo y zonas de paso, no afectándole el número de encendidos y apagados. Su elevadísima vida útil y su elevado rendimiento luminoso la convierten en la lámpara del futuro.

Tipo de lámpara	Calificación energética
Fluorescentes , fluorescentes compactas y halogenuro metálico	A y B
Halógenas	C y D
Incandescentes	E y F



Una vez que hemos descrito las diferentes familias de lámparas existentes en el mercado, procederemos a sugerir las propuestas de mejora en la iluminación del edificio.

Se propone la sustitución de las lámparas fluorescentes T8 por lámparas Led compatible con estas últimas.

La tecnología LED es la más efectiva para aplicaciones de interior como oficinas, talleres y colegios. La evolución en la tecnología LED hace que existan suficientes alternativas, tanto en características técnicas como lumínicas, que puedan realizarse sustituciones de fluorescentes T8 por fluorescentes LED sin manipular la propia luminaria.

Se muestra a continuación la equivalencia de potencias:

- TLD Estándar 58W → Sustitución por LED TUBE 25W
- TLD Estándar 36W → Sustitución por LED TUBE 21W
- TLD Estándar 18W → Sustitución por LED TUBE 9W

Se muestra a continuación el interés energético y económico de las siguientes propuestas:

- Sustitución directa de tubo estándar TLD por LED TUBE 840 (El índice de reproducción cromática es superior al 83% y una temperatura de color de 4000°K). Esta opción no requiere cambio de luminaria y únicamente se debe eliminar el cebador. Esto evita un sobre costo en material y mano de obra

generado por el cambio de luminaria. Al ser la luminaria totalmente abierta no se generarán problemas de sobrecalentamiento en las lámparas.

Las luminarias donde se proponer sustituir las lámparas son las siguientes:

LUMINARIA	FOTO	Nº LÁMPARAS
Regleta		135
Regleta doble		373
TOTAL		508

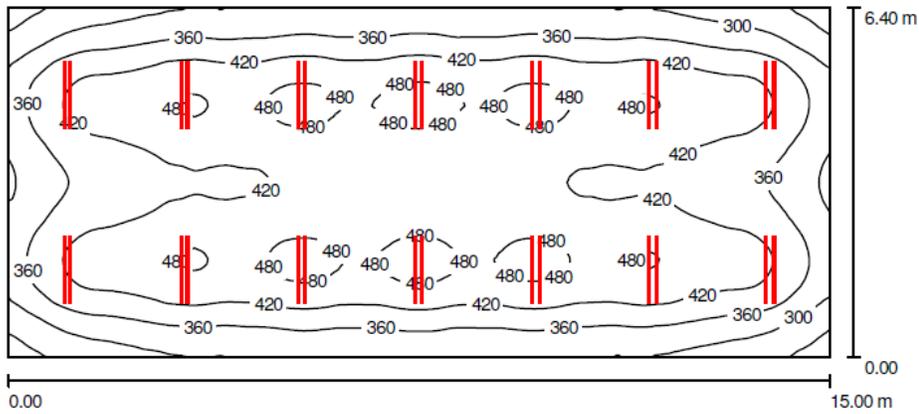
Estas luminarias se encuentran instaladas en su mayoría en aulas, despachos y pasillos.

Los niveles lumínicos medidos fueron los siguientes:

Aulas: medición puntual sobre mesa 470lx referencia 500lx

Pasillos despachos: medición media eje pasillo 220lx referencia 150lx

Para valorar el resultado de esta sustitución de equipos se ha realizado una simulación de un aula tipo del edificio de derecho manteniendo las características de instalación actuales, debiendo cumplir el nivel lumínico de 500 lux en el plano útil, obteniendo los siguientes resultados.



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:108

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	404	216	496	0.534
Suelo	20	356	215	424	0.604
Techo	70	107	80	151	0.748
Paredes (4)	50	228	114	396	/

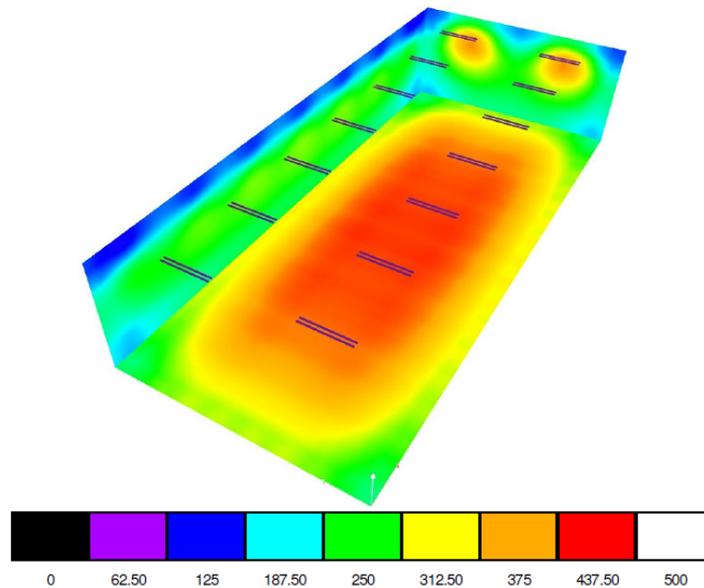
Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 64 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	28	TARALUX\ \ TAR062 LED T8 21W 840 (1.000)	2018	2029	21.0
Total:			56501	56812	588.0

Valor de eficiencia energética: $6.13 \text{ W/m}^2 = 1.52 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 96.00 m^2)



A continuación se muestran el ahorro energético, económico y la inversión de la medida propuesta:

ITEM	SITUACION	SITUACION
	ACTUAL	PROPUESTA
Tipo Lámpara	TLD ESTANDAR 36W	LED TUBE 21W
Nº lámparas	881	881
Casquillo	G13	G13
Wattios lámpara netos	36	21
Wattios lámpara (incl balasto)	43	21
LM/Wneto	93	96
KLM TOTALES	3.350	2.029
Horas de servicio anuales	1.800	1.800
Vida media (horas)	12.000	30.000
Energía consumida	68.189	33.302
Costo de la lámpara (€/Ud)	4,13	59,30
Costo de la energía (€/año)	10.099 €	4.932 €
AHORRO ENERGETICO (KWH/A)	34.887	
AHORRO POTENCIA (KW/A)	18,46	
ECONOMIA (€/a)	5.167 €	
INVERSION TOTAL, €	57.088 €	
Lámparas	52.243 €	
Mano de obra	4.845 €	
AMORTIZACIÓN (años)	11	

Lámparas incandescentes

En el edificio existen lámparas incandescentes de 100W. Estas lámparas, hoy por hoy, no se fabrican ya que se consideran poco eficientes. En caso de tener que reponer una lámpara, en caso de fundirse alguna, se recomienda colocar una lámpara tipo Fluorescente compacta 23W compatible con la lámpara fundida. Se propone su sustitución progresiva según se vayan fundiendo ya que prácticamente no se realiza uso de ellas.

5.5 Instalación de células fotoeléctricas en pasillos aulas

Los pasillos de acceso a las aulas disponen de ventanas por donde penetra gran cantidad de luz natural. Hoy por hoy, el control del encendido y del apagado de la iluminación de estas aéreas se realiza en base a criterio del conserje del edificio.

Se propone instalar una fotocélula en cada planta que controle los encendidos y apagados de las luminarias de pasillos en función del nivel de iluminación natural existente.



Célula Fotoeléctrica

Se recomienda eliminar los interruptores de encendido-apagado de cada planta realizando las maniobras de encendido y apagado manual desde el cuadro general de alumbrado de cada planta. La fotocélula gobernará el alumbrado por medio de un contactor tetrapolar instalado en un cuadro en montaje en superficie.

A continuación se muestran el ahorro energético, económico y la inversión de la medida propuesta:

CONSUMO CON T8 + ENCENDIDO MANUAL (kWh/año)	9.305
CONSUMO CON T8 + FOTOCELULA (kWh/año)	1.013
AHORRO ENERGIA (kWh/año)	8.292
ECONOMÍA (€/año)	1.228
INVERSIÓN (€)	1.492
Célula fotoeléctrica	4x170
Cuadro poliester	4x59
Contactor maniobra	4x45
Mano de obra	396
AMORTIZACIÓN, años	1,2

5.6 Instalación de detectores de movimiento en pasillo de despachos de profesores.

Durante las visitas realizadas al edificio pudo observarse que los pasillos de acceso a despachos de profesores permanecían encendidos toda la jornada. Para optimizar esta situación, se propone instalar detectores de movimiento, instalados de tal manera que abarquen todo el pasillo. De esta forma, el alumbrado se encenderá únicamente cuando el sensor detecte movimiento generado por las personas, en caso de estar el pasillo vacío el alumbrado se apagará.



Detector de movimiento

Se recomienda a su vez, realizar el cambio de lámparas descrito en el apartado 5.4 de este informe ya que el encendido y apagado del alumbrado fluorescente disminuye sensiblemente la vida útil de la lámpara.

Para evitar que los pasillos queden totalmente apagados se recomienda sustituir los bloques autónomos de emergencias existentes por otros con lámpara permanente led. De esta manera, existirá siempre un alumbrado mínimo de seguridad.

A continuación se muestran el ahorro energético, económico y la inversión de la medida propuesta:

CONSUMO CON T8 + ENCENDIDO MANUAL (kWh/año)	6.953
CONSUMO CON T8 + DETECTOR DE MOVIMIENTO (kWh/año)	2.318
AHORRO ENERGIA (kWh/año)	4.635
ECONOMÍA (€/año)	686
INVERSIÓN (€)	1.428
Célula fotoeléctrica	12x86
Mano de obra	396
AMORTIZACIÓN, años	2,08

5.7 Instalación de generador fotovoltaico en la azotea del edificio

A petición de la facultad de derecho se ha procedido a valorar la instalación de un generador fotovoltaico en la azotea del edificio.

En los últimos años, las instalaciones fotovoltaicas, casi en su totalidad, han sido del tipo “conectadas a red”, es decir el 100% de lo generado se vendía a una tarifa regulada por el gobierno.

A medida que las plantas fotovoltaicas se reproducían, las tarifas en un principio muy favorables, disminuyeron progresivamente. Estas bajadas de tarifa provocaron en paralelo una bajada del precio de las instalaciones fotovoltaicas, de tal manera que la rentabilidad permanecía interesante igualmente.

En enero de 2012, el gobierno suprime las tarifas reguladas para todas las nuevas instalaciones en régimen especial (incluida la tecnología fotovoltaica). El continuo incremento del precio de la energía unido a una bajada del precio de las instalaciones fotovoltaicas, ha producido que hayamos cruzado el límite de la llamada paridad de red (El precio de generación es similar al precio de compra de la energía).

Por lo tanto, a pesar de no existir tarifa regulada de compra de la energía generada, es rentable producir lo que uno mismo va a consumir. Es el denominado **Autoconsumo**.

Características del autoconsumo

- El autoconsumo fotovoltaico permite ahorrar la compra de la energía eléctrica producida, una parte del consumo total, reduciendo el importe de la factura eléctrica.
- El RD1699/2011 conforma el marco regulatorio para aquellas instalaciones de producción de energía eléctrica de hasta 100 kW, incluidas las instalaciones fotovoltaicas para autoconsumo.
- Para instalaciones de autoconsumo superiores a 100 kW, aplica el RD1955/2000.
- La energía producida por la instalación fotovoltaica tiene un coste más barato que la energía comprada.
- El autoconsumo fotovoltaico garantiza un coste fijo de la energía generada durante 25 años frente a la incertidumbre del mercado.
- Actualmente existe un borrador de Real Decreto que cambiará las condiciones actuales del autoconsumo. Uno de los puntos más importantes de este borrador es el cobro de un peaje en base al tipo de tarifa eléctrica contratada para poder volcar energía a la red.

La instalación fotovoltaica propuesta tiene las siguientes características:

Potencia generador fotovoltaico: 57 kWp

Potencia nominal de la instalación: 49,9 kVA

Generador:

Módulos: LUXOR LX-250M

Potencia unitaria del módulo: 250 Wp

Número de módulos: 228

Conversión DC/AC:

Inversor: KACO POWADOR 60.0 TL3 M

Número de inversores: 1

Potencia nominal unitaria: 49,9 kVA

Potencia nominal total: 49,9 kVA

Monitorización

Data logger Powador Prolog

Sistema de montaje

K-2 Systems Triangle

A continuación se muestran el ahorro energético, económico y la inversión de la medida propuesta:

Producción estimada / año:	65.550 kWh
Consumo anual del edificio	248.140 kWh
Coertura (%)	26,4
ECONOMÍA (€/año)	6.829⁽¹⁾
INVERSIÓN (€)	87.210
AMORTIZACIÓN, años	12,7

(1) Teniendo en cuenta el borrador existente y por lo tanto los peajes, el ahorro estimado sería de 4.800€/año

En el apartado ANEXO se adjunta el cálculo y presupuesto de la instalación de este generador fotovoltaico.

5.8 Uso del modo de ahorro de Energía del PC

Al tratarse de un edificio con un importante parque de ordenadores el Centro tiene un consumo de energía intensivo en el parque de informática.

Aunque no suele repararse en el consumo energético del parque de informática, nos sorprendería el consumo de un ordenador o impresora. Por este motivo es importante tener controlado el uso de esta actividad.

Aunque el consumo energético de pantallas y CPU es muy variable según la marca y el tipo de equipo, es conveniente visitar la página de www.energystar.gov antes de comprar cualquier aparato electrónico para evaluar los consumos de cada modelo.

Mucha gente cree que el salvapantallas que aparece después de algunos minutos sin usar el ordenador es un sistema que permite ahorrar energía. Están totalmente equivocados. Consume tanto o más que una pantalla normal. La única pantalla en modo stand-by es la negra !!!



El gestor de energía es un dispositivo que permite, después de un tiempo de no utilización fijado por el usuario, poner el equipo automáticamente en estado de espera, lo que permite una reducción muy importante del consumo. El gestor de energía más extendido es Energy Star y se instala en todos los ordenadores vendidos desde 1999.

Este dispositivo no debe ser confundido con los salvapantallas, cuyo objeto es evitar la presencia de una imagen fija sobre la pantalla para evitar así el deterioro de la capa de fósforo. Por ello, un salvapantallas no ahorra energía, sino que puede consumir más aún.

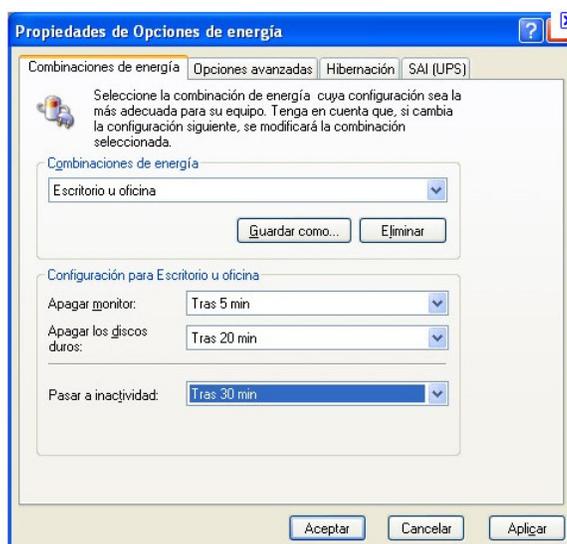
Se han de hacer unas cuantas definiciones para entender el modo de ahorro de energía de los ordenadores:

- Parada sin consumo: el equipo informático se para y desconecta o se corta su alimentación a través de un interruptor exterior a la máquina. No consume energía.
- Parada con consumo en espera: el equipo ha sido parado (mediante el botón on/off), pero no su alimentación. El transformador permanece alimentado y por tanto, consume energía.
- Marcha con utilización: el equipo está encendido y la persona lo utiliza

- **Marcha sin utilización:** el equipo está encendido y el usuario no lo utiliza
- **Marcha en espera:** el equipo está encendido y el gestor de energía está activado. El gestor de energía es un dispositivo que permite, después de un tiempo de no utilización fijado por el usuario, poner el equipo automáticamente en estado de espera, lo que permite una reducción muy importante del consumo. El gestor de energía más extendido es Energy Star. Se instala en todos los ordenadores vendidos desde 1999. Este dispositivo no debe ser confundido con los salvapantallas, cuyo objeto es evitar la presencia de una imagen fija sobre la pantalla para evitar así el deterioro de la capa de fósforo. Por ello, un salvapantallas no ahorra energía, sino que puede consumir más aún.

La generalización de EnergyStar puede realizarse internamente por cualquier usuario de Windows. Para ello, ir a **"Panel de Control/Opciones de Energía/Hibernación/Habilitar Hibernación**, así como acudir a la pestaña **"Combinaciones de energía"** y ajustar los siguientes tiempos:

- *"Apagar monitor-10 mins"*
- *"Apagar los discos duros-20 mins"*
- *"Pasas a inactividad-60 mins"*



Durante nuestra visita, hemos podido observar que la mayoría de pantallas y ordenadores permanecían apagados cuando los alumnos no estaban presentes en el aula. No obstante, recomendamos activar el modo Ahorro de Energía en todos los ordenadores de forma que se minimice el consumo energético del Parque Informático.

Apagado de los PC al final del día

Es importante concienciar a los usuarios del edificio que el parque informático tiene un elevado consumo, y por ello debe quedar apagado por las noches, ya que estos consumos son innecesarios.

Por eso suele ser conveniente realizar campañas de sensibilización/carteles para que los ordenadores estén del todo apagados al final del día y las pantallas apagadas si no se usan durante cierto tiempo.

El uso de una base de toma múltiple puede ser una buena alternativa pero eso no impide que se requiera esfuerzos y colaboración por parte de la gente.



ANEXOS