



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

**Auditoría Energética del Instituto de
Oftalmobiología Aplicada de la Universidad
de Valladolid. (IOBA)**

Autor:

Casado Lorenzo , Víctor

Tutor:

Castro Ruiz, Francisco

Departamento:

Ingeniería Energética y Fluidomecánica

Valladolid, Junio de 2019





Resumen:

Se ha realizado una auditoría energética del Instituto de OftalmoBiología Aplicada (IOBA) perteneciente a la Universidad de Valladolid.

Tras la etapa de información y recogida de datos se plantea la situación energética actual en la que se encuentra el IOBA con el objeto de establecer un punto de partida de los análisis y propuestas de mejora a realizar. Se utilizan Índices de Desempeño Energético (IDEn) para estandarizar los resultados.

Se realiza también un inventariado de los equipos y centros consumidores de energía eléctrica y energía térmica del edificio (CCE) , así como el análisis del funcionamiento de los mismos, condiciones de uso, rendimiento y eficiencia energética.

Por último se proponen Medidas de Ahorro Energético (MAEs) para mejorar la eficiencia energética del edificio y reducir el coste económico y el consumo tanto de energía eléctrica como de energía térmica en el IOBA.

Palabras Clave:

Consumos de energía, IDEn , eficiencia energética , equipos CCE, MAEs.



Índice

1. Introducción a las Auditorías Energéticas	3
1.1 Presentación y Objetivos.....	3
1.2 Tipos de auditorías:	4
1.3 Metodología. Plan de Auditoría.	5
1.4 Finalización de la auditoría con el informe de auditoría.	6
2. Etapa de información y recopilación de datos	11
2.1 Reunión con la Dirección del IOBA.....	11
2.2 Obtención de históricos de consumos energéticos y tarificación aplicada.	11
2.3 Visitas regulares al IOBA en la etapa de información.....	11
2.4 Visitas para completar y validar Inventario de equipos.....	12
3. Inventariado completo de equipos	15
3.1 Zonificación del edificio	15
3.2 Inventariado de equipos eléctricos	23
3.2.1 Iluminación	23
3.2.2 Resto de equipos eléctricos	28
3.3 Inventariado de equipos térmicos.....	36
4. Situación energética actual.....	47
4.1 Datos Generales del edificio.....	47
4.2 Desglose del consumo de energía eléctrica.....	48
4.2.1 Iluminación	51
4.2.2 Consumo eléctrico de los equipos de climatización.....	54
4.3 Desglose del consumo de energía térmica.	58
4.3.1 Consumo de Biomasa.....	58
4.3.2 Consumo de Gas Natural.....	59
4.3.3 Resumen consumo de energía térmica.....	60
5. Evaluación de Ratios y Análisis de Resultados.....	65
5.1 Correspondientes a la Energía Eléctrica del edificio.....	65
5.1.1 Iluminación	65
5.1.2 Resto de equipos:	67

5.1.3	Equipos de climatización	68
5.2	Correspondientes a la Energía Térmica del Edificio.	70
6.	Medidas de Ahorro Energético. Propuestas de mejora.	75
6.1	Reducción del nivel de iluminación.....	75
6.1.1	Resumen de la medida.....	75
6.1.2	Descripción de la medida	75
6.1.3	Estimación del ahorro.....	78
6.1.4	Inversión y Periodo de retorno simple	79
6.2	Instalaciones de sensores de presencia que reduzcan el consumo de energía eléctrica debida a iluminación.....	80
6.2.1	Resumen de la medida.....	80
6.2.2	Descripción de la medida	80
6.2.3	Estimación del Ahorro.....	81
6.2.4	Inversión y periodo de retorno simple	82
6.3	Sustitución de luminaria actual por luminarias con tecnología LED. 83	
6.3.1	Resumen de la medida.....	83
6.3.2	Descripción de la medida.....	83
6.3.3	Estimación del ahorro.....	84
6.3.4	Inversión y periodo de retorno simple.	84
6.4	Medidas Cualitativas. Instalación de un contador de energía eléctrica y Revisión de los registros de consumo de energía térmica.....	85
6.4.1	Contador de energía eléctrica.....	85
6.4.2	Revisión de los registros de consumo de energía térmica.	85
6.5	Sustitución de los equipos de climatización actuales por un sistema más eficiente de climatización tipo VRV.....	87
6.5.1	Descripción cualitativa de la medida:.....	87
6.5.2	Ventaja de eficiencia energética:.....	89
6.5.2.1	Equilibrio de demanda de frío y calor.....	89
6.5.2.2	Demanda total de refrigeración del edificio.	89
6.5.2.3	Demanda parcial no equilibrada	90
6.5.2.4	Demanda total de calefacción del edificio.....	91
7.	Conclusiones	95
8.	Bibliografía	99



Capítulo 1:
INTRODUCCIÓN A LAS AUDITORÍAS ENERGÉTICAS



1. Introducción a las Auditorías Energéticas

1.1 Presentación y Objetivos

El origen de la auditoría energética estuvo en la necesidad imperiosa de reducir el consumo de energía primaria tras las crisis del petróleo del año 1974. Su extensión ha sido gradual hasta nuestros días siguiendo las distintas etapas y situaciones de crisis energética en los últimos 40 años.

La auditoría energética es, según la norma UNE 16247, "un proceso sistemático, independiente y documentado que evalúa donde un edificio o planta consume energía e identifica las oportunidades para reducir esos consumos" y fija como objetivos:

- Obtener un conocimiento fiable de consumo energético y su coste asociado.
- Identificar y caracterizar los factores que afectan al consumo de energía.
- Detectar y evaluar las distintas oportunidades de ahorro, mejora de la eficiencia y diversificación de energía y su repercusión en el coste energético y de mantenimiento, así como otros beneficios y costes asociados.
- Inventariar los equipos e instalaciones principales existentes.
- Conocer la situación actual, su funcionamiento y eficiencia de los equipos.
- Analizar las posibilidades de optimización del suministro de combustibles, energía eléctrica y consumo de agua. Así como la posibilidad de instalar energías renovables.

Para conseguir estos objetivos es preciso analizar:

- Histórico de suministros energéticos.
- Histórico de consumos energéticos (En kWh mensuales)
- Tendencias y proyecciones (costes, fuentes, disponibilidad, etc.)
- Tecnologías disponibles (Generadores, acristalamiento, aislamientos, etc.)
- Eficiencia energética y pérdidas (pérdidas de calor, COP, rendimientos, riesgos, costes, etc.). Todo lo concerniente a ratios.
- Leyes y normativas (certificados, normas, etc.)

1.2 Tipos de auditorías:

Las auditorías energéticas pueden clasificarse según el propósito, la intensidad y el sector de actividad al que pertenece el edificio a auditar:

1) En función del **propósito** que persiguen pueden ser:

- **Voluntarias:** iniciativa propia del cliente.
- **Obligatorias:** Imperativo propio del grupo de empresas o imperativo legal.
- **Certificación:** Se pretende una certificación específica a la infraestructura.

2) En función de **la intensidad** de los trabajos a realizar:

- **Auditoría previa (Walk through)** : primera aproximación de la situación energética actual incluyendo recogida de información general y visitas de inspección.
- **Auditoria General:** con esta auditoría el cliente podrá tomar decisiones sobre sus propias instalaciones. Incluye una toma de datos en tiempo real y análisis de históricos de los últimos 3 años.
- **Auditoría de Inversión:** proyecto de eficiencia de manera integral. Adicionalmente a la auditoria general se realizan cálculos de ahorros mediante simulación y comparativas de los posibles escenarios que se den o se vayan a dar en un futuro.

3) En función del **sector de actividad:**

- **Residencial:** con especial atención a alumbrado, calefacción , ACS y aire acondicionado.
- **Terciario:** Enfoque distinto en función del tipo de edificio (Hotelero, hospitalario, oficinas, restauración).
- **Industrial:** análisis a mayores de la particularidad de cada proceso industrial y especificaciones de los diferentes puntos de consumo.

El tipo de auditoría debe ser definido conjuntamente con el cliente. En este caso en concreto la auditoría será una auditoria total, de propósito académico (**voluntario**), de intensidad de tipo **general** y englobada dentro del sector (**terciario**) abarcando la sanidad, la docencia y la investigación.

1.3 Metodología. Plan de Auditoría.

Como cualquier actividad dedicada a el análisis , no debería comenzarse ninguna auditoría sin una planificación previa (Plan de Auditoría). Se necesita primeramente, definir y organizar las actividades a realizar según una metodología.

La Metodología se desarrolla en cuatro etapas diferenciadas:

1. Etapa de Información.

A partir de la definición del alcance de auditoría se debe ver la información previa disponible de la que se dispone y , conforme a ello, analizar si es viable conseguir el objetivo propuesto.

La información disponible es aquella que el cliente o organización pueda facilitar de una forma rápida y sencilla. Se recogen y ordenan los datos facilitados contrastándolos con la realidad. Los datos útiles a recopilar durante esta etapa deben estar asociados a :

1. Proyecto de instalaciones energéticas.
2. Proyecto de AT Y BT.
3. Información sobre el uso del edificio (horas, ocupaciones, etc)
4. Copia de facturas de los últimos años de todos los suministros de energía.

Se piden permisos a las autoridades pertinentes para poder disponer de dicha información. Se establecen reuniones con el personal cualificado con acceso a estos datos. Se fijan reuniones con la directiva y encargados de las instalaciones del edificio a auditar para acabar de completar la información necesaria para llevar a cabo la auditoría.

2. Etapa de Inventariado y planteamiento de la situación energética actual.

Se recoge la información obtenida y se realizan todos los cálculos de consumos (teóricos y reales) de manera que quede definido como es el comportamiento del sistema/edificio de estudio. Se identifican los principales Centros Consumidores de Energía (CCE) que quedan reflejados en el inventario.

El inventario de equipos se elabora con la información obtenida en la anterior etapa y se completa y comprueba con visitas regulares al centro de estudio. Se realiza un inventario de todos los equipos eléctricos y térmicos.

A su vez se plantea la situación energética actual que presenta el centro de estudio, desglosando en consumos eléctricos y consumos térmicos con ayuda de los datos de ocupación y funcionamiento diario de los equipos. Se realizan visitas con el responsable de las instalaciones del edificio para completar la información y validar resultados.

3. Etapa de evaluación de resultados y análisis de ratios.

A partir del inventario y la situación energética actual planteada se realiza una evaluación y análisis de los resultados por medio de los Indicadores de Desempeño Energético (IDEn). Se exponen los resultados con las correspondientes tablas y gráficos que sirvan como criterio de decisión en la implantación de las medidas de ahorro energético.

4. Etapa de propuestas de Medidas de Ahorro Energético (MAE).

Se establecen medidas a corto y largo plazo orientadas a la reducción del coste y consumo energético del IOBA realizando una división entre :

- Medidas con TIR inmediato , es decir sin necesidad de inversión.
- Medidas con TIR a corto o largo plazo, con necesidad de inversión.

El esquema de cada medidas sigue la misma estructura: un resumen de la medida, descripción de la misma , estimación del ahorro , estimación de la inversión realizada para llevarla acabo , así como su rentabilidad y periodo de retorno de la inversión

5. la Etapa de conclusiones .

Finaliza el proceso con la Etapa de conclusiones donde se verán reflejados los criterios de decisión tomados para proponer soluciones de mejora ,así como una visión global del proyecto y una valoración sobre los objetivos alcanzados durante la consecución de la auditoría.

1.4 Finalización de la auditoría con el informe de auditoría.

Como resultado de los trabajos reflejados en los apartados anteriores se debe elaborar un informe para entregar al cliente , el cual deberá detallar la explicación del objeto, alcance técnico , metodología utilizada y desarrollo de la misma según la planificación, también expuesta en el informe. Es importante dedicar un apartado a las recomendaciones de eficiencia energética y mejora de ahorro energético, así como propuestas con viabilidad técnica y económica según lo pactado con el cliente.

Se siguen los requisitos de la norma UNE 216501 de informes de auditorías energéticas como guía para la elaboración del propio documento.

El informe de la auditoría será el resultado de realizar los pasos siguientes:

- Marcar un objetivo
- Definir canales de comunicación entre el auditor y el propietario del edificio.
- Solicitud por parte del auditor de la información (planos, facturas , datos etc...) que se consideren necesarios para la realización de la auditoría.

- Definir y programar el trabajo a realizar en el edificio con el objetivo de garantizar la fiabilidad del estudio.
- Realizar las medidas y tomas de datos necesarias en los equipos e instalaciones, con los accesos de permiso de acceso en orden para todo el personal que trabaje en la obtención de datos.

En el informe de auditoría se describen las mejoras propuestas , puntos fundamentales de ahorro energético y una valoración estimativa de los recursos económicos que supondría llevarla a cabo así como los beneficios que reportan estas actividades.





Capítulo 2:
INFORMACIÓN Y RECOPIACIÓN DE DATOS



2. Etapa de información y recopilación de datos

2.1 Reunión con la Dirección del IOBA

El 29 de Octubre de 2018 se realiza la primera visita al Instituto de Oftalmobiología Aplicada fijando una reunión con la subdirectora del centro Rosa M^a Coco Martín.

En dicha reunión se establece el planteamiento inicial de la auditoría identificando las causas que la motivan y estableciendo el alcance de la misma. Se establece el canal de comunicación con el personal responsable de las instalaciones del edificio así como la identificación de los principales aspectos energéticos a tratar. Tanto la subdirectora del IOBA Rosa M^a Coco Martín , como el responsable de las instalaciones y mantenimiento del edificio , Carlos Matesanz García presentan disponibilidad total de cara a las siguientes reuniones.

Se realiza también un Walk-through por el IOBA teniendo un primer contacto con el edificio y en el que Carlos introduce los diferentes espacios y zonas donde se desarrollan las actividades y qué tipo de actividades tienen lugar.

2.2 Obtención de históricos de consumos energéticos y tarificación aplicada.

Se contacta con el Vicerrector de Infraestructuras de la Universidad de Valladolid, Julio Grijalba Bengoetxea ,para solicitar el permiso correspondiente a la obtención de toda la información referente a consumos y tarifas aplicadas al IOBA para llevar a cabo el proceso de auditoría.

Tras la verificación y concesión de permiso por parte del Vicerrector se establecen canales de comunicación con Sergio Lorenzo González, técnico de Eficiencia Energética de la Universidad de Valladolid.

Durante el mes de Mayo de 2019 se fija una reunión con el objetivo de obtener información y resolver cualquier duda posible acerca del proceso de tarificación de la energía eléctrica y térmica del edificio , así como el acceso a consumos tanto de energía eléctrica como de energía térmica del edificio.

2.3 Visitas regulares al IOBA en la etapa de información.

Durante el mes de Noviembre y primeros de Diciembre se realizan visitas al IOBA, concertadas previamente con el personal responsable de las instalaciones del edificio con el objetivo de definir los CCE tanto de energía eléctrica como térmica que cubren la demanda de energía del edificio.

Se efectúa un recorrido por la zona que alberga las instalaciones de la planta sótano. En estas salas se ubican el transformador, grupo electrógeno, grupo contra-incendios, grupo de bombeo, sala de calderas, intercambiador de calor y depósito de acumulación correspondiente.

Además se visita la sala donde se encuentra el cuadro general eléctrico y se hace inventario de los esquemas unifilares eléctricos que presenta el edificio. Se recoge información de los equipos de climatización y humectación que dan servicio a la zona de quirófanos ubicada en la misma planta sótano.

Se visita las instalaciones de climatización del resto del edificio, ubicadas en las terrazas exteriores entre la primera y segunda planta del edificio. Se realiza el acopio de datos correspondiente a su funcionamiento, posibles problemas, año de fabricación y placa de características de cada máquina de frío o calor individualmente. Todo ello bajo la supervisión del responsable de las instalaciones y mantenimiento del edificio.

2.4 Visitas para completar y validar Inventario de equipos.

Durante los meses de Febrero, Marzo y Abril de 2019 se optó por realizar visitas, bajo la supervisión del responsable de las instalaciones del edificio, con el objetivo de realizar un inventario de equipos completo y obtener información acerca de la ocupación del edificio en sus diferentes plantas así como solventar dudas que fuesen surgiendo.

Se hizo un recorrido detallado por las diferentes plantas del edificio obteniendo información relativa a:

- Las luminarias empleadas en las diversas estancias del edificio y las potencias de cada una de ellas.
- Cambios en los planos del edificio debido a la reorganización de estancias
- Unidades interiores de climatización y tratamiento de aire.
- Equipos de alto consumo como ultracongeladores o equipos de laboratorio.
- Potencia demandada por equipos ofimáticos y equipos de laboratorio.
- Horario global de funcionamiento del edificio, uso de quirófanos, horas diarias de utilización de los espacios orientados a gabinetes y consultas médicas, así como la jornada laboral de la zona de administración.



Capítulo 3:
INVENTARIADO DE EQUIPOS



3. Inventariado completo de equipos

3.1 Zonificación del edificio

El Edificio del Instituto de Oftalmobiología Aplicada está formado por cuatro niveles o plantas: Sótano, planta Baja, planta Primera, planta Segunda. Se expondrá una división por zonas para cada planta , haciendo una agrupación por estancias de funcionalidad similar.

IOBA. PLANTA SÓTANO.



Ilustración 3.1. Vista de planta del nivel sótano subdividida por zonas.

Tabla 3.1 Leyenda de la vista de planta sótano

	Zonas comunes, pasillos , entradas salidas
	Instalaciones tanto para uso médico como de abastecimiento de energía al edificio
	Quirófanos y Zonas Médicas
	Aseos, vestuarios

Tabla 3.2 Zonificación Sótano.

PLANTA SÓTANO	
ZONA	SUPERFICIE (m²)
Cabinas Recup.	81,94
Sala de Espera	100,4
Pasillos	133,43
Núcleo Comunicaciones	13,92
Ascensor Escaleras	20,46
Vesturarios	11,44
Aseos y Servicios	42,75
Almacenes	181,24
Cuarto Maq.Ascensor	7,45
Sala de Calderas	30,75
Cuarto Climatizadores	29,38
Centro de Transform.	13,31
Grupo Electrónico	6,5
Grupo de Incendios	9,18
Grupo de Bombeo	9,85
Sala de Gases	9,85
Sala Info. Médica	7,44
Vestuario Pacientes	7,16
Cirugía Refractiva	31,89
Quirófano 2	228,37
Quirófano 1	26,84
Oficio Limpio	10,52
Oficio Sucio	6,06
UVI	10,5
Habitaciones Pacientes	29,04
Sala preAltas	8,55
Sala Estar Médicos	14,69
TOTAL	1082,91

Consideraciones y Observaciones acerca de la planta nivel Sótano:

En este nivel se tienen separadas la zona de instalaciones, situada en la parte derecha del plano, con respecto a la zona de uso del edificio como tal, quirófanos, y salas y espacios a la zona médica ; en la zona izquierda del plano. Las zonas no definidas en el plano son entrada de ambulancias y plazas de garaje pertenecientes a la totalidad del campus en el que está ubicado el I.O.B.A.

IOBA. PLANTA BAJA.

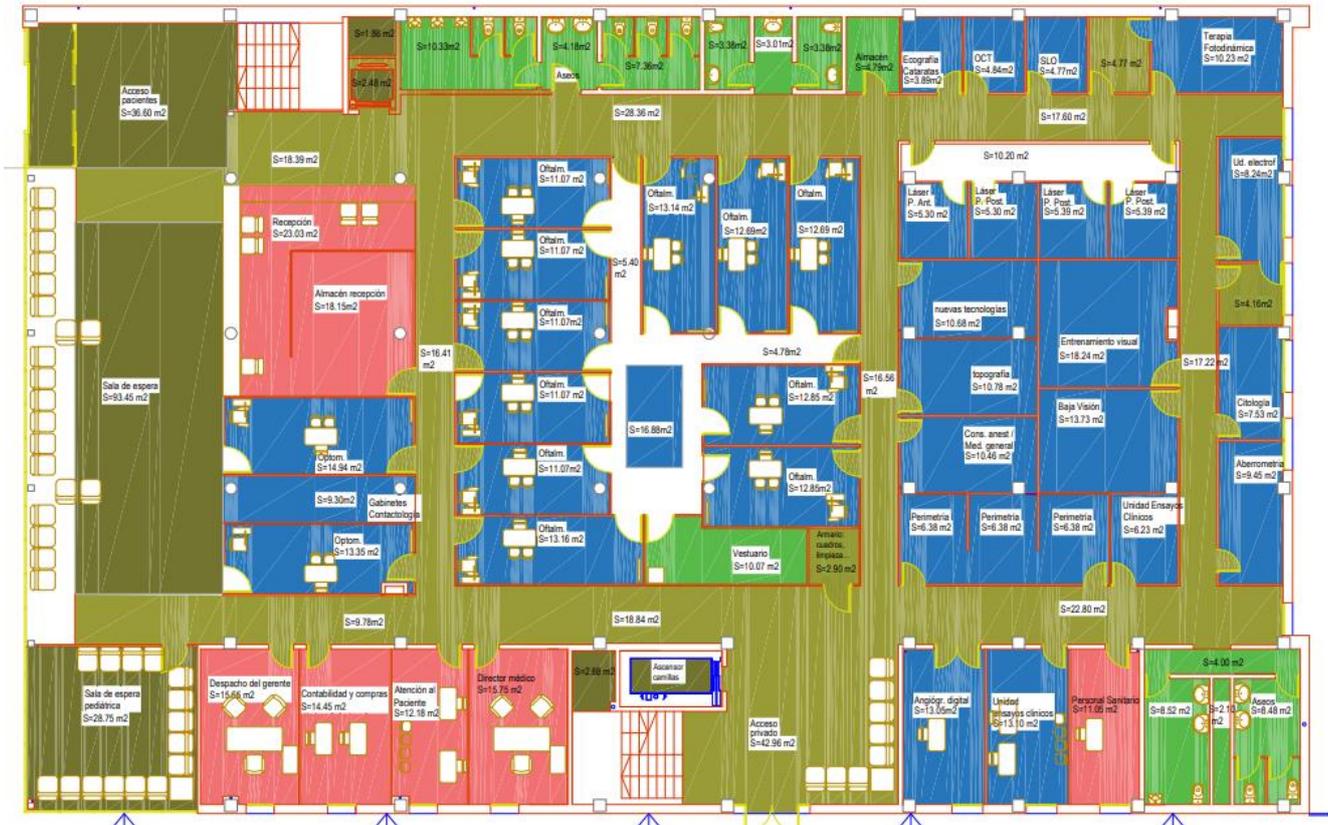


Ilustración 3.2. Vista de planta del nivel planta baja subdividida por zonas.

Tabla 3.3 Leyenda planta baja.

	Zonas comunes, Pasillos , entradas-salidas, ascensores y espacios auxiliares
	Despachos, Recepción y Salas de reuniones
	Quirófanos y Zonas Médicas
	Aseos, vestuarios

Consideraciones y Observaciones acerca de la planta nivel Planta Baja:

En este nivel del edificio se disponen las entradas y salidas al edificio para los ocupantes del mismo en su uso diario, así como la zona de recepción y zona de asistencia clínica situados en la zona central de la planta. Véase la distribución expuesta en el plano Figura.2.(zona azul mayoritariamente).

Tabla 3.4. Zonificación planta baja

PLANTA BAJA	
ZONA	SUPERFICIE (m²)
Acceso Pacientes	36,6
Sala de Espera	93,45
Habitáculo Ascensor Norte	4,34
Almacén pequeño	4,79
Ecografía Cataratas	3,89
Sala de OCT, SLO y otras	14,38
Sala de Terapia Fotodinámica	10,23
Unidad Electrof.	8,24
Citología + área anexa	11,69
Aberrometría	9,45
Sala personal Sanitario	11,05
Unidad de Ensayos Clínicos	19,33
Angiógr. Digital	13,05
Acceso Privado Fda. Lateral	42,96
Ascensor Camillas	2,07
Sala Director Médico	15,75
Sala Atención Pacientes	12,18
Contabilidad y Compras	14,45
Despacho del Gerente	15,65
Recepción + Alm.Recepción	41,18
Sala de Espera Pediátrica	28,75
Armario y Limpieza	2,9
Salas Optometría	28,29
Gabinete Contactología	9,3
Consultas Oftalmología	132,73
Espacio Interior Cerrado Consult.	16,88
Vestuarios	10,07
Servicios/Aseos	54,74
Láser P.Ant y Post	31,58
Sala Nuevas Tecnologías	10,68
Perimetría	19,14
Med.General/Anestesia	10,46
Salas de Baja Visión y Entr.Visual	31,97
TOTAL	948.26

IOBA. PLANTA PRIMERA.

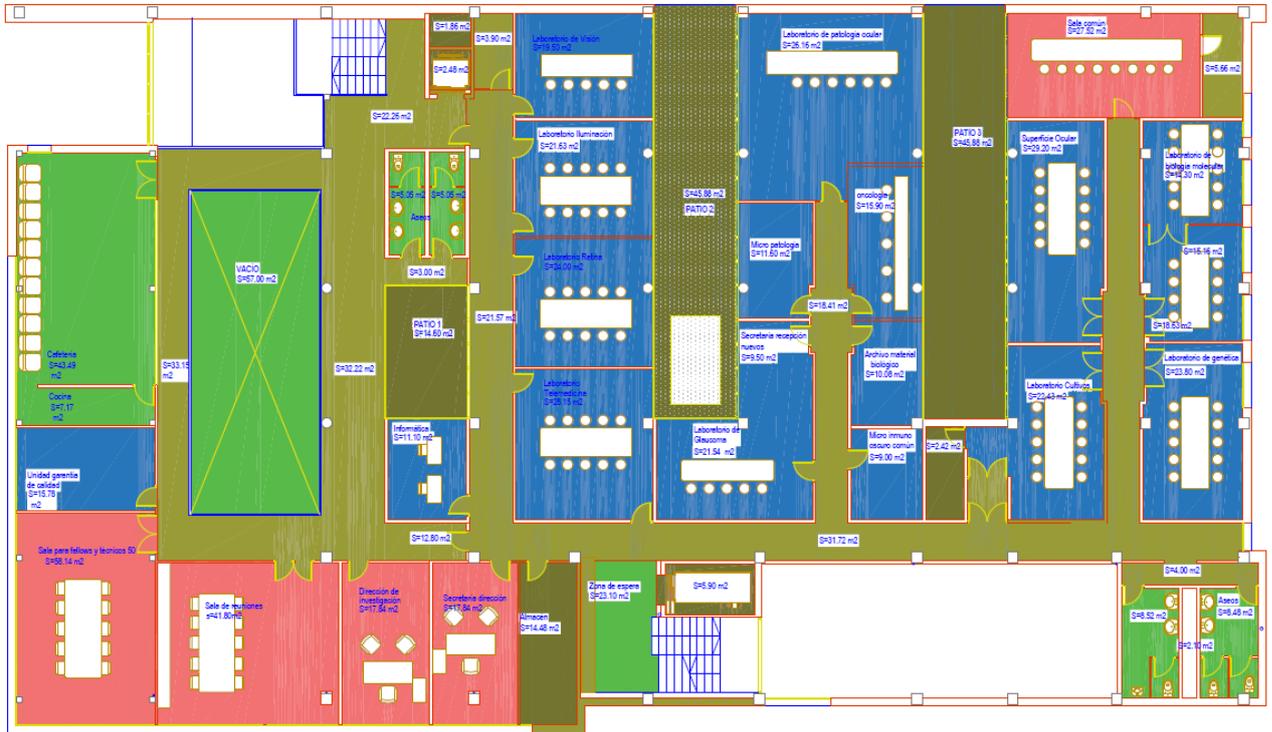


Ilustración 3.3. Vista de planta del nivel planta primera subdividida por zonas.

Tabla 3.5 Leyenda planta primera.

	Zonas comunes, Pasillos , entradas-salidas, ascensores y espacios auxiliares.
	Despachos, Sala común, Dirección y Reuniones.
	Zonas Médicas y uso del edificio.
	Aseos, Cafetería y Zonas de descanso.

Tabla 3.6 Zonificación planta primera.

PLANTA PRIMERA	
ZONA	SUPERFICIE (m²)
Zona Vacía	57,0
Cafetería y Cocina	51,2
Zona de Espera	23,1
Servicios y Aseos	27,1
Sala para Fellow y Técnicos	58,1
Sala de Reuniones	41,8
Dirección de Investigación	17,8
Secretaría de Dirección	17,8
Sala común	27,5
Patio 1	14,6
Patio 2	45,9
Patio 3	45,9
Ascensores y Salas	4,3
Pasillos y accesos	231,6
Habitaciones sin uso definido	12,0
Almacenes	14,5
Unidad de Garantía de Calidad	15,8
Laboratorio de Visión	19,5
Laboratorio de Iluminación	21,6
Laboratorio de Retina	24,0
Laboratorio de Telemedicina	28,2
Laboratorio de Glaucoma	21,5
Recepción Nuevos Pacientes	9,5
Sala de Micropatología	11,6
Oncología	15,9
Archivo Material	10,1
Micro inmuno oscuro común	9,0
Sala de Superficie Ocular	29,2
Laboratorio de biología molec.	29,5
Laboratorio de Cultivos	22,4
Laboratorio de Genética	23,8
Laboratorio de patología ocular	26,2
Informática	11,1
TOTAL	1019.2

IOBA. PLANTA SEGUNDA.



Ilustración 3.4 Vista de planta del nivel planta segunda subdividida por zonas.

Tabla 3.7.Leyenda planta segunda.

	Zonas comunes, Pasillos ,Patio, ,ascensores y espacios auxiliares.
	Despachos, Sala común, Dirección y Reuniones.
	Zonas de Aulas, biblioteca y docencia
	Aseos, terraza exterior y Zonas de descanso.

Consideraciones y Observaciones acerca de la planta nivel *Planta Segunda*:

Este nivel del edificio tiene la mayoría de su superficie ocupada por zonas y/ó habitáculos destinados a la docencia y formación sanitaria. Además dispone de una terraza exterior perimetral que corresponde a una zona de superficie sin gasto de energía eléctrica directamente pero que ubica la bomba de calor que climatiza el espacio de la planta baja denominado sala de espera , con gran ocupación a lo largo de la jornada laboral.

Tabla 3.8. Zonificación planta segunda.

PLANTA SEGUNDA	
ZONA	SUPERFICIE (m²)
Aseos	16,53
Terraza y espacios exteriores	301,93
Entreplanta entre 1er y 2o nivel	114,03
Sala de Reuniones	22,44
Despachos	35,63
Dirección	14,79
Secretaría de Dirección	10,05
Despacho Coordinador	12,12
Ascensores	10,24
Pasillos centrales	44,79
Nucleo de Comunicaciones	48,42
Patio 1	29,34
Patio 2	45,88
Patio 3	45,88
Secretaria Docente	8,12
Biblioteca	109,31
Aula Seminarios	132,82
Espacio de administración	203,48
TOTAL	1205,8

3.2 Inventariado de equipos eléctricos

Atendiendo a la zonificación expuesta, en los siguientes apartados, se desglosarán los principales equipos consumidores de energía eléctrica, adjuntando las propiedades más significativas de los mismos incluyendo el consumo de energía total por equipo y su contribución al total del edificio de estudio.

3.2.1 Iluminación

Primeramente se expondrá en tabla 3.9 la información de los tipos de luminarias utilizadas en el edificio y la nomenclatura adoptada para cada una en el transcurso del estudio presentado:

Tabla 3.9 Tipos de equipos de iluminación

TIPOS DE EQUIPOS DE ILUMINACION (ELEMENTO INDIVIDUAL)		
<u>Tipo</u>	<u>Potencia (W)</u>	<u>Denominación</u>
Fluorescente1	18	FT18
Fluorescente2	36	FT36
Bombilla Incandesc.	50	INC
Fluoresc.Compacto	13	FC
Bombilla Bajo Consumo	20	BBC
Bombilla Halógena	50	BH

Una vez establecido el tipo de lámpara que conforman las luminarias del edificio se efectuará un inventario de cada nivel del edificio indicando la estancia iluminada, así como los tipos de lámpara utilizados en cada estancia, la potencia de cada lámpara y el número de lámparas que componen las luminarias. Por último se dispondrá de la potencia en vatios (W) de cada luminaria así como el número de luminarias de ese tipo presentes en la estancia de estudio. Se realizará el cómputo global de potencia instalada en iluminación para cada estancia y se calculará la contribución del nivel de estudio a la iluminación total del edificio obteniendo la potencia instalada por planta en el subtotal de cada tabla.

Para la mejor visualización de los resultados , al final de la tabla 3.10 y siguientes , se adjuntará un gráfico de sectores con valores en porcentaje(%) para , junto con la zonificación de cada planta, saber qué tipo de estancia tiene más potencia instalada y sobre qué estancias centrar el estudio y toma de decisiones y medidas de eficiencia energética.

Tabla 3.10. Distribución de potencias en iluminación planta sótano

IOBA	PLANTA SÓTANO	Sup. Total(m2) 1082,91				
Ubicación	Tipo de Lámpara	W / Lámpara	Nº lamp/lumina	W / Luminaria	Nº Lumin.	W TOTAL
Conserjería	FC	13	4	52	1	52,00
Sala de espera	FT18	18	56	1008	1	1008,00
Pasillos*	FT18	18	96	1728	1	1728,00
	BH	50	2	100	1	100,00
	BBC	20	4	80	1	80,00
Almacenes	FT18	18	4	72	3	216,00
Entrada	FT36	36	2	72	1	72,00
Escaleras*	FT18	18	16	288	1	288,00
	FT36	36	2	72	1	72,00
Sala de Calderas	FT36	36	8	288	1	288,00
Sala G. Agua	FT36	36	2	72	1	72,00
Sala Gases	FT36	36	2	72	1	72,00
Sala Climatiz.	FT36	36	4	144	1	144,00
Servicios*	FT18	18	4	72	2	144,00
	BH	50	5	250	2	500,00
	BH	50	2	100	2	200,00
Habitaciones*	FT18	18	4	72	4	288,00
	BH	50	1	50	4	200,00
Salas*	FT18	18	4	72	2	144,00
	BBC	20	10	200	1	200,00
	FT18	18	8	144	1	144,00
Cuartos	FT18	18	4	72	3	216,00
Sala de Lavado	FC	13	4	52	1	52,00
Sala de Prealta	FT18	18	72	1296	1	1296,00
Quirófanos	FT18	18	24	432	3	1296,00
Consultas	FT18	18	8	144	1	144,00
Sala Medicinas	FT18	18	56	1008	1	1008,00
					TOTAL KW	10,02

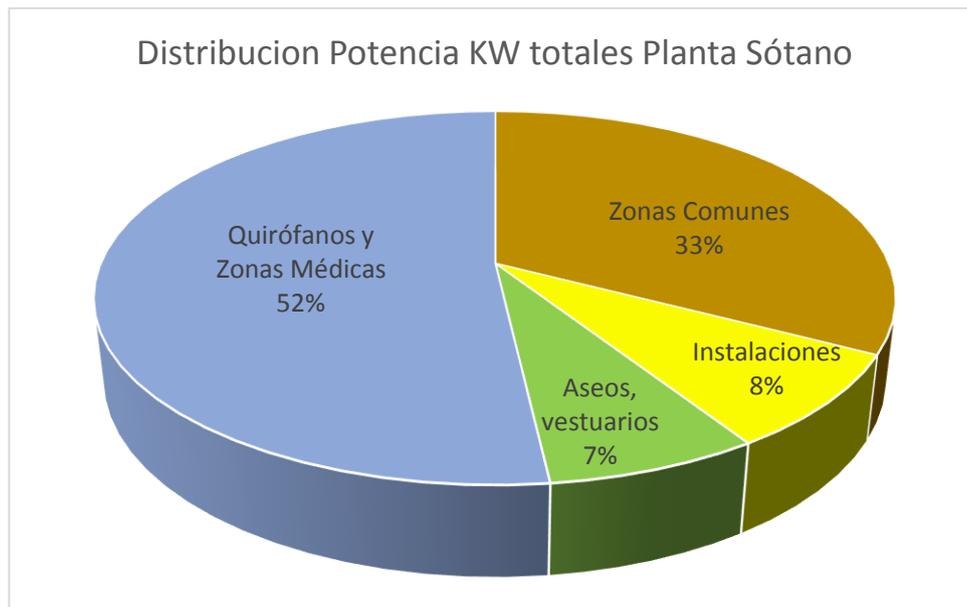


Ilustración 3.5. Distribución de potencias luminarias planta sótano.

Tabla 3.11. Distribución de potencias en iluminación planta baja.

IOBA	PLANTA BAJA	Sup.Total(m2)	948,26			
Ubicación	Tipo de Lámpara	W / Lámpara	Nº lamp/lumina	W / Luminaria	Nº Lumin.	W TOTAL
Sala de Espera	FT18	18	12	216	1	216
Escaleras	FT36	36	4	144	1	144
Pasillo	FT18	18	196	3528	1	3528
	BH	50	5	250	1	250
Sala Angiografía	FT18	18	16	288	3	864
Perimetría	FT18	18	16	288	1	288
Aseos	BH	50	17	850	1	850
Electrofisiología	FT18	18	20	360	1	360
Biometría	FT18	18	4	72	2	144
Salas	FT18	18	4	72	15	1080
	BH	50	1	50	4	200
Sala Anest.	FT18	18	8	144	3	432
Consultas	FT18	18	8	144	13	1872
	BH	50	1	50	13	650
Recepción	FT18	18	32	576	1	576
	BH	50	2	100	1	100
Despachos	FT18	18	16	288	4	1152
	INC	50	2	100	4	400
Ud.Ensayos	FT18	18	4	72	1	72
Cuarto Limpieza	FT18	18	4	72	1	72
Vestuario	FT18	18	4	72	2	144
Almacenes	FT18	18	4	72	3	216
					TOTAL KW	13,61

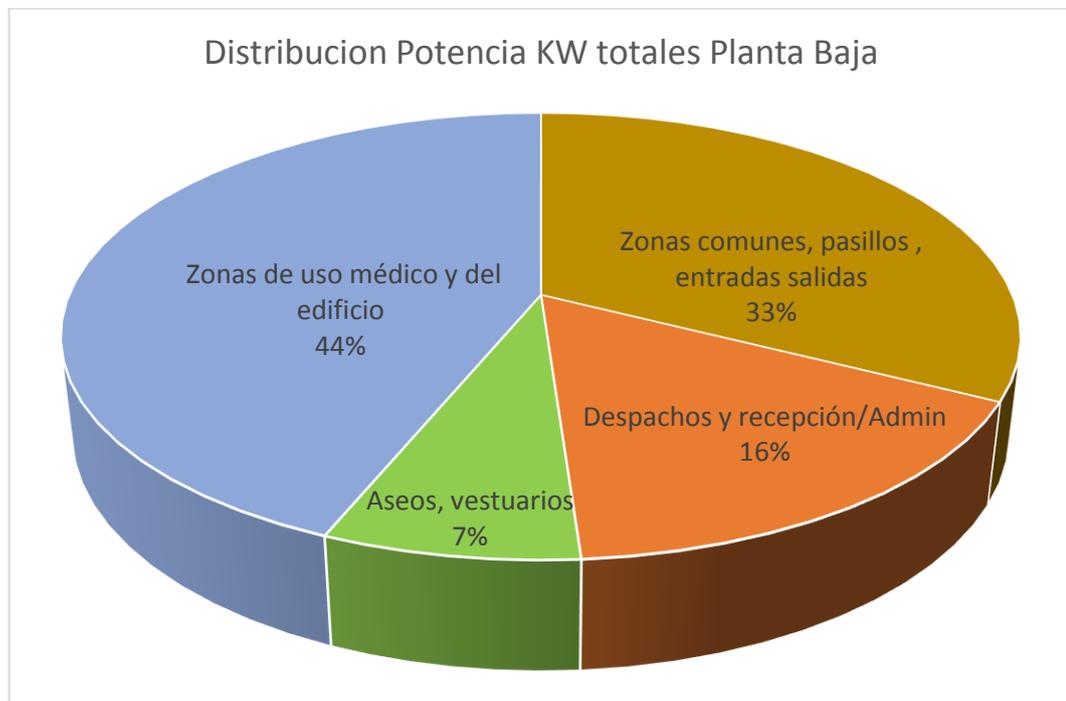


Ilustración 3.6. Distribución de potencias en iluminación planta baja.

Tabla 3.12. Distribución de potencias en iluminación planta primera.

IOBA	PLANTA PRIMERA	Sup.Total(m2)	1019,17			
Ubicación	Tipo de Lámpara	W / Lámpara	Nºlamp/lumina	W / Luminaria	Nº Lumin.	W TOTAL
Escaleras	FT18	18	8	144	1	144,00
Pasillo	FT18	18	192	3456	1	3456,00
	BH	50	2	100	1	100,00
	FOCO	100	6	600	1	600,00
Almacenes	FT18	18	4	72	5	360,00
Cuarto Servid.	FT18	18	8	144	1	144,00
Aseos	FT18	18	4	72	2	144,00
	BH	50	2	100	6	600,00
Laboratorios	FT18	18	264	4752	1	4752,00
	FC	13	6	78	1	78,00
Sala Ultracong.	FT18	18	8	144	1	144,00
Aula	FT18	18	24	432	1	432,00
Despachos	FT18	18	80	1440	1	1440,00
Sala	FT18	18	16	288	1	288,00
Sala de Reuniones	FT18	18	60	1080	1	1080,00
					TOTAL KW	13,76

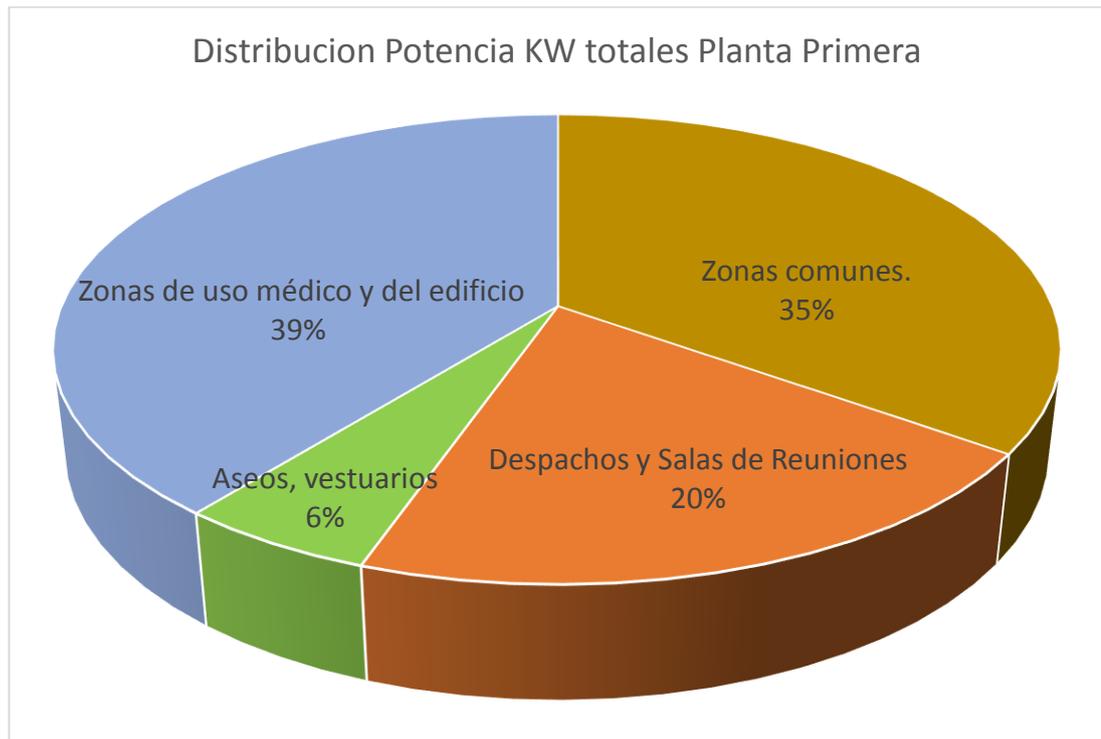


Ilustración 3.7. Distribución de potencias en iluminación planta primera.

Tabla 3.13. Distribución de potencias en iluminación planta segunda.

IOBA	PLANTA SEGUNDA	Sup.Total(m2) 1205,8				
Ubicación	Tipo de Lámpara	W / Lámpara	Nºlamp/lumina	W / Luminaria	Nº Lumin.	W TOTAL
Pasillos	FT18	18	36	648	1	648
Pasillos	FC	13	6	78	1	78
Escaleras	FT18	18	20	360	1	360
Escaleras	BH	50	2	100	1	100
Sin Ocupar	FT18	18	64	1152	1	1152
Hall	FT18	18	12	216	1	216
Hall	BH	50	2	100	1	100
Cuarto	FT18	18	8	144	1	144
Aseos	BH	50	9	450	1	450
Administración	FT18	18	64	1163	1	1163
Sala de reuniones	FT18	18	24	432	1	432
Despachos	FT18	18	44	792	1	792
Despachos	FC(11)	11	2	22	1	22
Aula	FT18	18	96	1728	1	1728
Biblioteca	FT18	18	64	1152	1	1152
Biblioteca	FC	13	1	13	1	13
					TOTAL KW	8,55

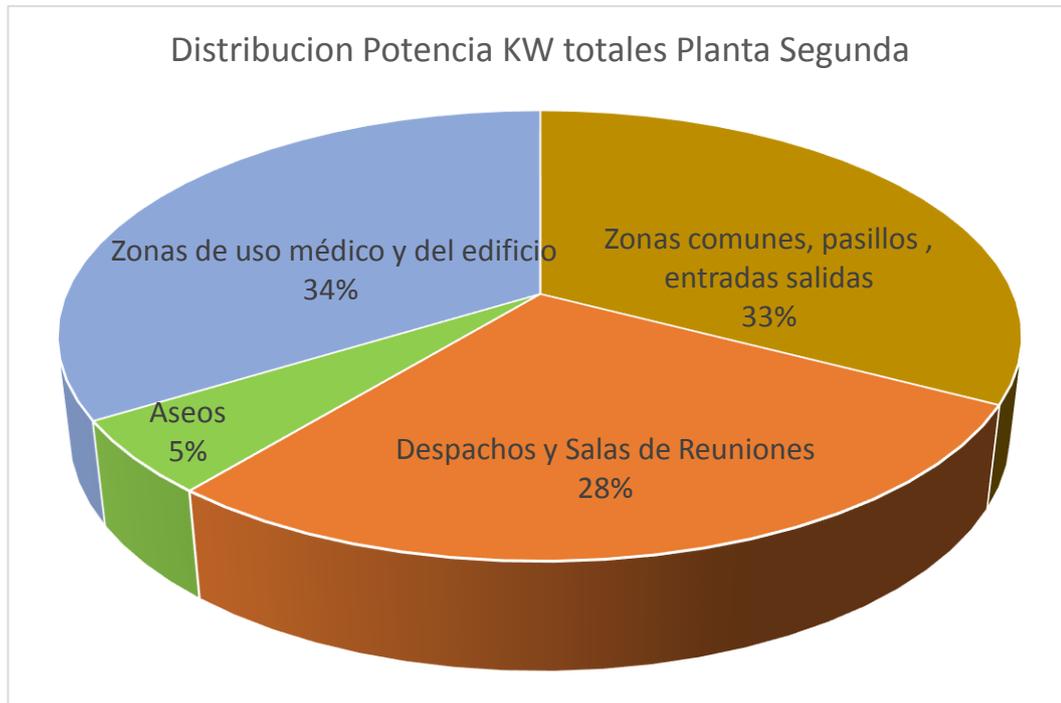


Ilustración 3.8. Distribución de potencias en iluminación planta segunda.

3.2.2 Resto de equipos eléctricos

En las tablas que aparecen a continuación, se muestra el inventario del resto de los equipos de consumo de energía eléctrica, ordenados y clasificados según las siguientes categorías :

Tabla 3.14. Leyenda resto de equipos.

<u>Categoría</u>	<u>Nomenclatura</u>
Equipos de Climatización	C
Ascensores	F
Equipos Ofimáticos	O
Equipos Médicos	L

En la planta sótano del edificio cabe destacar que están ubicados la mayor parte de los equipos que dan suministro al edificio tanto de energía eléctrica como de energía térmica, por tanto en este apartado se desglosará una tabla independiente(3.15) para algunos de estos equipos, cuyo consumo de energía eléctrica es mayor que el de energía térmica:

Tabla 3.15. Sala de instalaciones planta sótano.

Tipo	Equipo	Da servicio a	Unidades	KW/Unidad*	KW total
	Grupo de Bombeo	Todo el Edificio	6	0,225	1,35
	Grupo de Bombeo	Todo el Edificio	2	0,33	0,66
	Grupo de Bombeo	Todo el Edificio	2	1,5	3
	Grupo Contra Incendios	Seguridad Edificio	1	11	11
C	Climatiz.1 + Humectador	Quirófano 3	1	0	0
C	Climatiz.2 + Humectador	Quirófano 2	1	1,12	1,12
C	Climatiz.3 + Humectador	Salas del Sótano	1	4,1	4,1
C	Climatiz.4 + Humectador	Quirófano 1	1	7,5	7,5
	Grupo electrógeno	Zonas médicas.	1	89	89
				TOTAL	117.73



Ilustración 3.9. Grupo de bombeo en la sala de calderas.



Ilustración 3.10. Climatizador y humectador que dan servicio a quirófanos en planta sótano.



Ilustración 3.11. Grupo contra incendios (a la izquierda), y panel de control de grupo electrógeno (a la derecha)

En las siguientes tablas (3.16 y siguientes) se muestra el inventario por plantas de la potencia demandada por los equipos ofimáticos y de laboratorio de las estancias de la planta correspondiente.

Tabla 3.16. Inventario de equipos Sótano

IOBA. PLANTA SÓTANO.					
Tipo Equipo	Zona	Equipo	Nº equipos	W / equipo	kW total
O	Conserjería	Ordenador	1	250	0,25
O	Cuarto	Máq. Agua	1	600	0,6
O	Cuarto	Máq. Café	1	2000	2
L	Consulta	Máq. Mirar ojos	1	80	0,08
O	Sala de prealta	Ordenador	1	250	0,25
O	Sala de prealta	impresora	1	25	0,025
O	Quirófano 1	TV	1	180	0,18
O	Quirófano 1	Video	1	80	0,08
L	Quirófano 1	Seguidor	1	90	0,09
L	Quirófano 1	Máq. P-Tª	1	110	0,11
L	Quirófano 1	microscopio	1	100	0,1
L	Quirófano 1	Máq. Cataratas	3	110	0,33
O	Sala	Frigorífico	1	80	0,08
L	Sala	Máq. Limpieza	2	50	0,1
L	Sala	Esterilizador	1	20	0,02
L	Sala	Depurador agua	1	50	0,05
O	Quirófano 3	TV	1	180	0,18
L	Quirófano 2	Máq. Láser	1	90	0,09
O	Quirófano 2	TV	2	180	0,36
L	Quirófano 2	Unidad succión	1	100	0,1
L	Quirófano 2	Máq. Vacunas	1	60	0,06
L	Quirófano 2	Video	1	80	0,08
L	Quirófano 2	Máq. Cataratas	1	110	0,11
SUBTOTAL PLANTA SOTANO			5,325	KW	

Tabla 3.17 Inventario de equipos planta Baja.

IOBA. PLANTA BAJA.					
Tipo	Zona	Equipo	unidades	W / equipo	KW total
O	Sala angiografía	Ordenador	1	250	0,25
L	Sala angiografía	Máq. Angiográfica	3	3000	9
L	Perimetría	Máq. Perimétrica	3	500	1,5
O	Perimetría	Impresora	1	25	0,025
O	Perimetría	Monitor- máquina	2	80	0,16
L	Electrofisiología	Máq.	1	500	0,5
O	Electrofisiología técnico	Ordenador	1	250	0,25
O	Electrofisiología técnico	Impresora	1	25	0,025
L	Sala	Mq. Láser	1	90	0,09
O	Sala	Ordenador	1	250	0,25
L	Biometría	Biómetro	1	250	0,25
O	Biometría	Impresora	1	25	0,025
L	Biometría	Máq. Visión	1	100	0,1
L	Biom - ecogra.	Biómetro- ecógrafo	1	110	0,11
O	Biom - ecogra.	Ordenador	1	250	0,25
O	Biom - ecogra.	Impresora	1	25	0,025
L	Sala	Máq. Visión	1	100	0,1
L	Sala	láser retina	2	250	0,5
L	Sala	Microscopio	1	100	0,1
O	Topografía	Ordenador	2	250	0,5
L	Topografía	Máq. Visión	3	100	0,3
L	Topografía	Máq. Láser	1	90	0,09
L	Sala exploraciones	Máq. Visión	1	100	0,1
O	Sala exploraciones	Ordenador	1	250	0,25
O	Sala exploraciones	Impresora	1	25	0,025
L	Consulta	Microscopio	13	50	0,65
O	Consulta	Ordenador	13	250	3,25
L	Consulta	Máq. Visión	13	100	1,3
L	Consulta	Máq. Ojos	13	80	1,04
L	Consulta	Pantalla radiogr.	13	120	1,56
O	Recepción	Ordenador	3	250	0,75
O	Recepción	Impresora	2	25	0,05
O	Sala espera pediatr.	TV	1	70	0,07
O	Sala espera pediatr.	Video	1	30	0,03
O	Despacho	Ordenador	6	250	1,5
O	Despacho	impresora	4	25	0,1
L	Unidad de Ensayos	Máquinas	3	1500	4,5
O	Unidad de Ensayos	Ordenador	3	250	0,75
O	Unidad de Ensayos	Impresora	3	25	0,075
O	Sala	Ordenador	3	250	0,75
L	Sala	Máquinas	18	2000	36
SUBTOTAL PLANTA BAJA			67,15	KW	

Tabla 3.18. Inventario de equipos planta Primera.

IOBA. PLANTA PRIMERA.					
Tipo Equipo	Zona	Equipo	Nº equipos	W / equipo	kW total
O	Escalera	Máq. Agua	1	600	0,6
O	Laboratorio	Ordenador	14	250	3,5
O	Laboratorio	Portatil	3	200	0,6
L	Laboratorio	Chemi Doc	1	500	0,5
L	Laboratorio	Espectrofotón	1	700	0,7
L	Laboratorio	Politrón	1	650	0,65
L	Laboratorio	Balanza	7	50	0,35
O	Laboratorio	Frigorífico	7	80	0,56
O	Laboratorio	Máq. Aliment	1	1000	1
O	Laboratorio	Impresora	7	25	0,175
L	Laboratorio	Microondas	2	800	1,6
L	Laboratorio	Pc tiempo real	1	300	0,3
L	Laboratorio	UV	1	850	0,85
L	Laboratorio	Electroforesis	1	650	0,65
L	Laboratorio	PCR	2	250	0,5
L	Laboratorio	Congelador	2	200	0,4
L	Laboratorio	Camp. Flujo	1	525	0,525
L	Laboratorio	Concentr. Vacio	1	1000	1
O	Laboratorio	Estufa	1	300	0,3
L	Laboratorio	Centrifugadora	5	365	1,825
L	Laboratorio	Agitador	entre todos	diferentes	2,325
L	Laboratorio	Luminex	1	340	0,34
L	Laboratorio	Depuradora	1	100	0,1
O	Laboratorio	Máq. Hielos	1	300	0,3
L	Laboratorio	Osmómetro	1	650	0,65
L	Laboratorio	Aparataje	2	100	0,2
L	Laboratorio	Microscopio	11	100	1,1
L	Laboratorio	Placa	2	2000	4
L	Laboratorio	Phneutro	1	200	0,2
L	Laboratorio	Multímetro	1	260	0,26
L	Laboratorio	Incubadora	3	1500	4,5
L	Laboratorio	Hibridizador	1	355	0,355
L	Laboratorio	Máq. Citoesp	1	621	0,621
L	Laboratorio	PH metro	1	210	0,21
L	Laboratorio	Consola criónica	1	650	0,65
L	Laboratorio	Criostato	1	320	0,32
L	Laboratorio	Procesador	2	20	0,04
L	Laboratorio	Microtomo	1	412	0,412

0	Despacho	Impresora	5	25	0,125
0	Despacho	Ordenador	8	250	2
0	Despacho	Escáner	1	15	0,015
0	Sala	Frigorífico	1	80	0,08
0	Sala	Microondas	1	1000	1
0	Sala	Maq.Café	1	3000	3
0	Sala	Maq.Vending	1	2000	2

En esta sala se dispone además de dos tres ultracongeladores cuyo consumo se desglosa :

UltraCongeladores	MARCA	POTENCIA
1 unidad	SANYO	3450 W
1 unidad	UL	2760 W
1 unidad	UL	1250 W

SUBTOTAL PLANTA PRIMERA	48,848	KW
--------------------------------	---------------	-----------

IOBA. PLANTA SEGUNDA.					
Tipo Equipo	Zona	Equipo	Nº equipos	KW / equipo	kW total
0	Administración	Ordenador	7	250	1,75
0	Administración	Impresora	3	25	0,075
0	Administración	Triturapapel	1	50	0,05
0	Administración	Fax	1	25	0,025
0	Pasillo	Máq. Agua	1	600	0,6
0	Sala reuniones	Proyector	1	480	0,48
0	Despacho	Ordenador	5	250	1,25
0	Despacho	Impresora	3	25	0,075
0	Biblioteca	Ordenador	12	250	3
0	Biblioteca	portátil	3	200	0,6
0	Biblioteca	Impresora	4	25	0,1
0	Aula	Altavoces	6	90	0,54
0	Aula	Pantalla	1	80	0,08
0	Aula	Amplificador	1	180	0,18
0	Aula	Proyector	1	480	0,48
0	Cuarto	Fotocopiadora	1	80	0,08
0	Desp. Dirección	Ordenador	1	250	0,25
0	Administración	calefactor	1	2200	2,2

SUBTOTAL PLANTA SEGUNDA	11,815	KW
--------------------------------	---------------	-----------

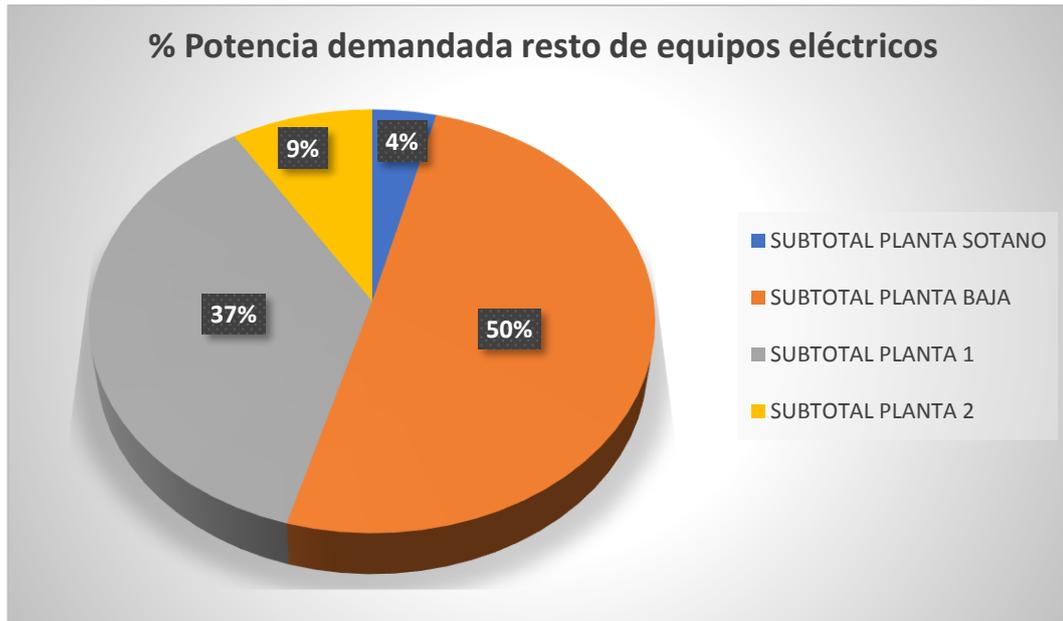


Ilustración 3.12. Gráfico de sectores representativo de la potencia demandada por el resto de equipos eléctricos. (Ofimáticos y de laboratorio)

El conjunto de la potencia demandada por los equipos ofimáticos y de laboratorio se ve reflejada en el gráfico de sectores anterior , predominando los equipos instalados en las plantas primera y baja , donde se ubican los gabinetes médicos y la zona de investigación , así como los ultracongeladores y equipamiento de laboratorio avanzado.

A la hora de establecer medidas de eficiencia energética en el edificio en lo concerniente a los consumos debido a este tipo de equipos , se deberá centrar la atención en las plantas primera y baja haciendo referencia a la situación inicial expuesta.

3.3 Inventariado de equipos térmicos.

La demanda de energía térmica del edificio viene dada por la calefacción a los espacios de interés en cada planta por un lado, y por otro lado al sistema de Agua Caliente Sanitaria (ACS) que necesita el edificio.

Desde 2007 a 2015 se respondía a esta demanda mediante un sistema de calderas de gas natural dispuestas en cascada. Pero a partir de ese año se inicio una remodelación de la cobertura de demanda de energía térmica, y desde 2015 hasta el día de hoy, se dispone de 2 calderas de gas natural de la marca “Dietrich” de potencia nominal 43.3 KW y un sistema que funciona con energía de la biomasa, proveniente del District Heating cercano al edificio, en cuyo equipo se incluyen un intercambiador de calor junto a un depósito de acumulación de acero de 8500 litros y 2 bares de presión admisible, junto con el correspondiente sistema de conductos reflejado en los planos adjuntos en el anexo del inventario.



Ilustración 3.13. Calderas de gas natural en la sala de instalaciones.



Ilustración 3.14. Calderas de gas natural de la sala de instalaciones.



Ilustración 3.15. Intercambiador de placas y depósito de acumulación.

La placa de características de las calderas de gas natural instaladas es la siguiente:

Tabla 3.19. Placa de características caldera de gas natural.

CALDERA DE GAS NATURAL DIETRICH		
Modelo: GT 126	Volumen=35,5 l de agua	Año: 06/06
Tºoperación =100°C	Presión máxima= 4 bar	S=2,11 m ²
230 V - 50 Hz	Pot.electrica= 200 W	Pot.calorífica = 36,7 - 43,3 kW

Por otra parte en la terraza de la entreplanta entre los niveles planta segunda y planta primera se ubican los equipos de climatización de marca Toshiba, cuatro parejas de bombas de calor SMMEs (Sistema Multimodular de climatización individual). Estas cuatro parejas deben funcionar simultáneamente en frío o calor.

Las otras dos parejas de bombas de calor restantes de la marca TOSHIBA se encuentran en la terraza interior (Patio1 en planos) de la planta segunda y pueden funcionar independientemente una de la otra , en frío o calor, a diferencia del otro grupo de bombas de calor.

La bomba de calor Mitshubishi de mayor potencia calorífica se ubica en la terraza exterior de la segunda planta y climatiza principalmente el Hall y salas de espera de la planta baja.



Ilustración 3.16. Bombas de Calor ubicadas en la terraza exterior del edificio.



Ilustración 3.17. Bombas de Calor y Máquina de Frío Clivet en la terraza exterior.

En las tablas 3.20 a 3.31 se presentan las características de los equipos de climatización y , también de la máquina de frio WSAT-EE282 de la marca CLIVET:

- 1) Climatización del edificio:
 - a. Bomba de calor marca Mitsubishi que da cobertura al hall del edificio en la planta baja:

Tabla 3.20. Placa de características bomba de calor Mitsubishi.

Modelo: P400YHM-A	Régimen de:	Potencia (KW)	Potencia(kcal/h)
Refrigerante :R410a (11.5kg)	Refrigeración	45	40.000
Presion de Funcionamiento:	Calefacción	50	43.000
- Máx 41.5 bar - Min 22.1 bar			
Pot.Nominal = 13.23 KW			

- b. Bombas de calor marca Toshiba que cubren la demanda de climatización del resto del edificio.
- i. Dos Parejas de bombas de calor de funcionamiento independiente.

Tabla 3.21. Bombas de calor 1.

Modelo: MAP1201HT8	Régimen de:	Potencia (KW)
Refrigerante : R410a (12.5kg)	Refrigeración	33.5
Presion de Funcionamiento: - Máx 37.3 bar - Min 22.1 bar	Calefacción	37.5
Pot.Nominal = 15.7 KW		Numero <u>1.1</u>

Modelo: MAP1001HT8	Régimen de:	Potencia (KW)
Refrigerante : R410a (12.5kg)	Refrigeración	28
Presion de Funcionamiento: - Máx 37.3 bar - Min 22.1 bar	Calefacción	31.5
Pot.Nominal = 15.3 KW		Numero <u>1.2</u>

Tabla 3.22. Bombas de calor 2.

Modelo: MAP0802FT8	Régimen de:	Potencia (KW)
Refrigerante : R410a (11.5kg)	Refrigeración	22.4
Presion de Funcionamiento: - Máx 37.3 bar - Min 22.1 bar	Calefacción	25
Pot.Nominal = 13.6 KW		Numero <u>2.1</u>

Modelo: MAP1002FT8	Régimen de:	Potencia (KW)
Refrigerante : R410a (11.5kg)	Refrigeración	28
Presion de Funcionamiento: - Máx 37.3 bar - Min 22.1 bar	Calefacción	31.5
Pot.Nominal = 13.6 KW		Numero <u>2.2</u>

- ii. Cuatro parejas de bombas de calor de funcionamiento simultáneo.

Tabla 3.23. Bombas de calor 3.

Modelo: MAP0801HT8	Régimen de:	Potencia (KW)
Refrigerante : R410a (12.5kg)	Refrigeración	22.4
Presion de Funcionamiento: - Máx 37.3 bar - Min 22.1 bar	Calefacción	25
Pot.Nominal = 13.6 KW		Numero 3.1

Modelo: MAP1001HT8	Régimen de:	Potencia (KW)
Refrigerante : R410a (12.5kg)	Refrigeración	28
Presion de Funcionamiento: - Máx 37.3 bar - Min 22.1 bar	Calefacción	31.5
Pot.Nominal = 15.3 KW		Numero 3.2

Tabla 3.24. Bombas de calor 4.

Modelo: MAP0802FT8	Régimen de:	Potencia (KW)
Refrigerante : R410a (11.5kg)	Refrigeración	22.4
Presion de Funcionamiento: - Máx 37.3 bar - Min 22.1 bar	Calefacción	25
Pot.Nominal = 13.6 KW	Numero 4.2	Numero 4.1

Tabla 3.25. Bombas de calor 5.

Modelo: MAP0801HT8	Régimen de:	Potencia (KW)
Refrigerante : R410a (12.5kg)	Refrigeración	22.4
Presion de Funcionamiento: - Máx 37.3 bar - Min 22.1 bar	Calefacción	25
Pot.Nominal = 13.6 KW	Numero 5.2	Numero 5.1

Tabla 3.26. Bombas de calor 6.

Modelo: MAP0801HT8	Régimen de:	Potencia (KW)
Refrigerante : R410a (12.5kg)	Refrigeración	22.4
Presion de Funcionamiento: - Máx 37.3 bar - Min 22.1 bar	Calefacción	25
Pot.Nominal = 13.6 KW	Numero 6.2	Numero 6.1

2) Máquina de frío Clivet:

Tabla 3.27. Placa de características de la máquina de frío.

Máquina de frío marca CLIVET		
Modelo : WSAT - EE282 2N2401 R7 año 2006	Refrigerante: R-407C	Capacidad: 20 kg
Especificaciones : 400 V; 58,54 A	Salto térmico: T ^a = +50 °C T ^a = -10 °C	
Potencia eléctrica: 33,44 kW	Presión máx. servicio: 27 bar	

3) Climatizadores Airotec.

Tabla 3.28. Airotec 1.

CLIMATIZADORA 1 CHA-1733 CL1					
	Potencia (KW)				
BATERÍA PRECALENT	13,37	11500kcal/h			
	Caudal	TE(°C)	TS(°C)		
AIRE(m3/h)	1733	12,7	35		
AGUA(litros/h)	1150	70	60		
	Potencia (KW)				
BATERÍA FRÍO	20,47	17600kcal/h			
	Caudal	TE(°C)	HR(%)	TS(°C)	HR(%)
AIRE(m3/h)	1733	34	43	13,5	93
AGUA(litros/h)	3520	7	12		
	Potencia(KW)				
MOTOR/VENTILADOR	0,75	1,02			

Tabla 3.29. Airotec 2.

CLIMATIZADORA 2 CHA-1313 CL2					
	Potencia (KW)				
BATERÍA PRECALENT	10,12	8700kcal/h			
	Caudal	TE(°C)	TS(°C)		
AIRE(m3/h)	1313	12,7	35		
AGUA(litros/h)	870	70	60		
	Potencia (KW)				
BATERÍA FRÍO	15,7	13500kcal/h			
	Caudal	TE(°C)	HR(%)	TS(°C)	HR(%)
AIRE(m3/h)	1313	34	43	13,3	93
AGUA(litros/h)	2700	7	12		
	Potencia(KW)				
MOTOR/VENTILADOR	0,55	0,82			

Tabla 3.30. Airotec 3.

CLIMATIZADORA 3 CHA-4934 CL-3					
	Potencia (KW)				
BATERÍA PRECALENT	24,84	21364kcal/h			
	Caudal	TE(°C)	TS(°C)		
AIRE(m3/h)	4934	20,454	35		
AGUA(litros/h)	2136	70	60		
	Potencia (KW)				
BATERÍA FRÍO	38,04	32713kcal/h			
	Caudal	TE(°C)	HR(%)	TS(°C)	HR(%)
AIRE(m3/h)	4934	34	43	20,7	70
AGUA(litros/h)	6543	7	12		
	Potencia(KW)				
MOTOR/VENTILADOR	1,5	2,75			

Tabla 3.31. Airotec 4.

CLIMATIZADORA 4 CHA-1477 CL4					
	Potencia (KW)				
BATERÍA PRECALENT	11,63	10000kcal/h			
	Caudal	TE(°C)	TS(°C)		
AIRE(m3/h)	1477	12,255	35		
AGUA(litros/h)	1000	70	60		
	Potencia (KW)				
BATERÍA FRÍO	17,44	15000kcal/h			
	Caudal	TE(°C)	HR(%)	TS(°C)	HR(%)
AIRE(m3/h)	1477	34	43	13,5	90
AGUA(litros/h)	3000	7	12		
	Potencia(KW)				
MOTOR/VENTILADOR	0,75	0,89			





Capítulo 4:
SITUACIÓN ENERGÉTICA ACTUAL



4. Situación energética actual.

4.1 Datos Generales del edificio

Tabla 4.1. Datos generales del edificio.

DATOS IDENTIFICATIVOS				
NOMBRE		INSTITUTO DE OFTALMOBIOLOGIA APLICADA		
TIPO		SANITARIO/UNIVERSIDAD		
DIRECCIÓN		Paseo de Belén, 17, 47011		
NOMBRE PERSONA CONTACTO				
TELÉFONO - FAX				
UBICACIÓN		Campus Universitario Miguel Delibes		
Nº PLANTAS		4 alturas en total (Sótano, planta 0 ,planta 1, planta 2)		
ORIENTACIÓN FACHADA PPAL		Noroeste		
DATOS DE SUPERFICIE (m ²)				
	CONSTRUÍDA	ÚTIL	CALEFACTADA	REFRIGERADA
TOTAL	3702	3500	Sí	Sí
CARACTERÍSTICAS SERVICIOS				
ILUMINACIÓN		Fluorescentes, Bombillas incandescencia, Fluorescentes compacto, bombillas bajo consumo, bombillas halógena.		
CALEFACCIÓN		Biomasa y Dos Calderas de gas natural Dietrich de Pot.Nom 39 KW		
CLIMATIZACIÓN		1 Máquina De Frío CLIVET WSAT.EE282 (bomba de calor en modo refrigeración únicamente). 6 parejas de Bombas de Calor TOSHIBA: -2 de funcionamiento independiente a las demás -4 funcionan simultáneamente en modo refrigeración o calefacción.		
VENTILACIÓN		4 Unidades de Tratamiento de Aire marca Airotec + Humectador		
ACS		Biomasa y Dos Calderas de gas natural Dietrich de Pot.Nom 39 KW		
ASCENSOR		2 Ascensores		
OTROS EQUIPOS		Ordenadores, fotocopiadoras, proyectores ...		
HORARIO DE FUNCIONAMIENTO				
Días de la semana		Lunes - Viernes		
Horario		9:00 – 20:00		
h/día apertura		11 horas /días		
Días / año		170 (5*4*9-6)		
h/año apertura		1870		

En el edificio del Instituto de Oftalmobiología aplicada (IOBA) se emplea energía procedente de una fuente primaria tipo biomasa para satisfacer la demanda de calefacción y ACS. También existe la alternativa, de en caso de contingencia del suministro de biomasa, cubrir la demanda energética correspondiente mediante las dos calderas de gas instaladas. La demanda eléctrica viene dada por: grupo de bombeo , climatización, ventilación, equipos ofimáticos, iluminación y equipos I+D+I.

4.2 Desglose del consumo de energía eléctrica

La Universidad de Valladolid tiene contratado con Iberdrola una Tarifa 6.1, con discriminación horaria tipo TGPAT. En la facturación de éste contrato se incluyen los consumos del conjunto de edificios ubicados en el Campus Delibes de la Universidad de Valladolid, incluyendo el edificio de estudio en concreto (IOBA).

En la tabla 4.2 se muestra el consumo de electricidad desde Diciembre del 2017 hasta Diciembre del 2018.

Tabla 4.2. Consumo de electricidad en kWh año 2018.

CENTRO		IOBA		
Contador:		GENERAL EDIFICIO		
F. ANTERIOR	LEC. ANTERIOR	F. ACTUAL	LEC. ACTUAL	CONSUMO KWh
1-dic.-17	3.758.739	1-ene.-18	3.801.294	42.555
1-ene.-18	3.801.294	1-feb.-18	3.842.439	41.145
1-feb.-18	3.842.439	1-mar.-18	3.885.243	42.804
1-mar.-18	3.885.243	1-abr.-18	3.941.428	56.185
1-abr.-18	3.941.428	1-may.-18	3.959.418	17.990
1-may.-18	3.959.418	1-jun.-18	3.989.505	30.087
1-jun.-18	3.989.505	1-jul.-17	4.033.241	43.736
1-jul.-18	4.033.241	1-ago.-18	4.060.036	26.795
1-ago.-18	4.060.036	1-sep.-18	4.092.655	32.619
1-sep.-18	4.092.655	1-oct.-18	4.123.523	30.868
1-oct.-18	4.123.523	1-nov.-18	4.160.667	37.144
1-nov.-18	4.160.667	3-dic.-18	4.195.281	34.614
1-dic.-18		31-dic.-18		0
TOTAL EN 2018(kWh)				436.542

El coste económico del suministro de energía eléctrica viene dado principalmente por un término de potencia contratada y un término de energía consumida dependiendo de la hora del día y el mes en el que se den estos consumos:

En cuanto a la potencia contratada se tiene en el caso de un mes de 30 días como ejemplo Noviembre de 2018. Se encuentran en amarillo las potencias que se tarifican debido al contrato vigente:

P3	1.550 kW x 30 días x 0,039272 €/kW día	1.826,15 €
P4	1.550 kW x 30 días x 0,039272 €/kW día	1.826,15 €
P5	1.550 kW x 30 días x 0,039272 €/kW día	1.826,15 €
P6	2.000 kW x 30 días x 0,017918 €/kW día	1.075,08 €

En cuanto a la energía consumida, siguiendo con el ejemplo concreto del mes de Noviembre de 2018, el coste de la misma se calcularía de la siguiente manera:

Según la Tabla 4.3 ,correspondiente a los precios aplicables según la tarifa 6.1, se observan los precios P6 P4 Y P3 a los que están sujetos los consumos de energía eléctrica del IOBA durante el mes de Noviembre.

Tabla 4.3. Precios aplicables en discriminación en 6 periodos por meses.

Horas	0-8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
Enero	P6	P2	P2	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P2	P2	P2
Febrero	P6	P2	P2	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P2	P2	P2
Marzo	P6	P4	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P4	P4							
Abril	P6	P5															
Mayo	P6	P5															
1-15 Junio	P6	P4	P3	P3	P3	P3	P3	P4									
15-30 Junio	P6	P2	P2	P2	P1	P2	P2	P2	P2								
Julio	P6	P2	P2	P2	P1	P2	P2	P2	P2								
Agosto	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
Septiembre	P6	P4	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P4								
Octubre	P6	P5															
Noviembre	P6	P4	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P4	P4							
Diciembre	P6	P2	P2	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P2	P2	P2

El desglose según los consumos para las diferentes franjas horarias en el mes de Noviembre es el siguiente , con los costes asociados a las mismas.

Energía facturada	P3 149.794 kWh x 0,101692 €/kWh	15.232,85 €
	P4 278.456 kWh x 0,092543 €/kWh	25.769,15 €
	P6 304.768 kWh x 0,077192 €/kWh	23.525,65 €
Total 733.018 kWh hasta 30/11/2018		64.527,65 €

El procedimiento de tarificación que se aplica al IOBA durante el año de estudio de la auditoría(2018). Cabe destacar que a partir de Abril de 2019 se rescinde el contrato y se efectúa uno nuevo contratando una tarifa 6.1 con discriminación horaria con la compañía eléctrica ENDESA.

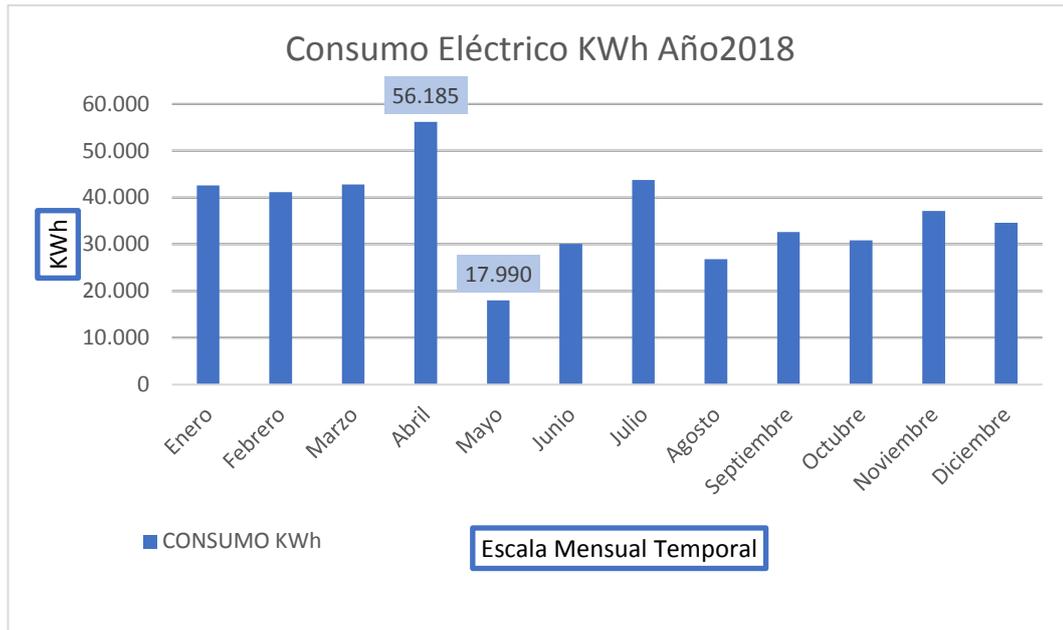


Ilustración 4.1. Gráfico de barras representando el consumo energético de electricidad en escala temporal mensual.

El desglose del consumo de electricidad se ha realizado en función de los equipos que demandan este tipo de energía :

- Iluminación
- Resto de Equipos:
 - Ofimática
 - Máquinas de alto consumo. (Ultracongeladores y equipos de Laboratorio)
- Instalaciones consumidoras de energía eléctrica (Grupo de bombeo, climatizadores y humectadores , así como equipos de calefacción eléctricos).

El consumo del resto de los equipos se ha estimado, partiendo del inventario de equipos realizado.

$$\frac{kWh}{año} = \sum_{i=1}^{i=12} Potencia \times \frac{h}{dia} \times \frac{días}{mes "i"} \quad Ec.(1.)$$

Se ha tomado la precaución de utilizar el parámetro de horas/día medio para cada tipo de zona de cada planta, ya que no es lo mismo el uso de iluminación en una estancia tipo gabinete / consulta que en una tipo pasillo , zona de espera.

Esta información la ha proporcionado el personal del edificio y el encargado de las instalaciones del edificio. Se recogen en la tablas 4.4 los datos experimentales mencionados:

Tabla 4.4. Corrección del uso horario por zonas.

Zona de Uso	Horas/día medio
Zonas Comunes , Pasillos , Entradas	5
Quirófanos y Zonas Médicas	4 y 8
Aseos /Vestuarios	5
Administración y despachos	8
Laboratorios y Consultas	8

En la zona de instalaciones hay que diferenciar entre uso de la iluminación de las salas que albergan estas instalaciones, y uso propio de las instalaciones. El primero es muy poco significativo y el segundo es prácticamente el 100% del tiempo de apertura del edificio.

4.2.1 Iluminación

A continuación se muestra la distribución para el año 2018 del consumo de iluminación y de equipos según las diferentes zonas definidas en el inventario del Edificio, además se utiliza indicador de desempeño energético (IDEn) en este caso es kWh/ m2 (ISO 50006).

Tabla 4.5. Consumo eléctrico en iluminación.

CONSUMO ANUAL DE ILUMINACIÓN POR ZONAS							
Planta	Zona	m2	h/día uso medio	kW iluminación	h/año total	kWh/año	kWh/m2
SÓTANO	Zonas Comunes/ Pasillos	350,15	5	3,15	113,6364	357,7273	1,02
	Quirófanos / Zonas Médicas	381,06	4	4,99	90,90909	453,4545	1,19
	Aseos/ Vestuarios	54,19	5	0,70	113,6364	79,54545	1,47
	Almacenes y Cuartos de Instalaciones	297,51	1,5	0,79	34,09091	27	0,09
BAJA	Zonas Comunes/ Pasillos	267,7	5	4,426	113,6364	502,9545	1,88
	Consultas / Zonas Médicas	568,38	8	5,962	181,8182	1084	1,91
	Aseos/ Vestuarios	12,97	5	0,994	113,6364	112,9545	8,71
	Despachos , Recepcion y Salas	99,21	8	2,228	181,8182	405,0909	4,08
PRIMERA	Zonas Comunes/ Pasillos	368,8	5	4,80	113,6364	545,9091	1,48
	Investigación/ Labs	328,8	8	5,41	181,8182	982,9091	2,99
	Aseos/ Vestuarios	158,4	5	0,74	113,6364	84,54545	0,53
	Despachos y Salas	163,14	8	2,81	181,8182	510,5455	3,13
SEGUNDA	Zonas Comunes/ Pasillos	224,55	5	2,798	113,6364	317,9545	1,42
	Docencia / Investigacion	453,73	8	2,409	181,8182	438	0,97
	Aseos	16,53	5	0,45	113,6364	51,13636	3,09
	Despachos y Salas	95,03	8	2,893	181,8182	526	5,54

Con un consumo anual total de **6479.73 kWh** de energía en iluminación.

Se ha realizado una estimación del nivel de iluminación general en las principales zonas del edificio, mediante el método del *factor de utilización*, que mide la iluminancia media de la estancia a una cierta altura de trabajo.

Para poder utilizar este método se han considerado las siguientes hipótesis:

- Se ha tomado cada zona estudiada como un único espacio rectangular, debido a la complejidad de hacer el estudio estancia por estancia.
- Se consideran únicamente las luminarias adosadas o empotradas en el techo, suponiendo una distribución homogénea. Se desprecian aquellas luminarias decorativas o puntuales que no forman parte de la iluminación general. Entre las luminarias no generales se encontrarían los apliques de pared y espejos, la iluminación de las mesas, focos orientados, etc.
- Se han considerado unos factores de reflexión fijos para techos, paredes y suelos, dentro de los márgenes habituales.
- El cálculo realizado ofrece una idea rápida de la iluminancia general conseguida en cada zona. Las cifras exactas exigirán cálculos con programas específicos de cada fabricante según la marca de la luminaria.

Nivel de iluminación (iluminancia) = luxes = lúmenes reales / m²

Lúmenes reales = Lúmenes teóricos x FU x FM

- Lúmenes teóricos: Flujo luminoso nominal de la lámpara (lúmenes)
- Lúmenes reales: Flujo luminoso que realmente llega al plano de trabajo.
- FM = Factor de Mantenimiento, se toma un valor 0,7 para cada estancia.
- FU = Factor de utilización. Representa el porcentaje de flujo luminoso de la lámpara que llega al plano de trabajo de una habitación, es función de las luminarias, índice del local y factor de reflexión
- Factor de reflexión: techos = 0,7 paredes = 0,5 suelos = 0,3
- Índice del local = $a \times b / h \times (a+b)$; representa las proporciones geométricas de la sala
 - a = ancho (m). b = largo (m).
 - h = altura desde la luminaria al plano de trabajo (m)
- Altura plano de trabajo: 0,85 m; 0 m en pasillos y vestíbulos
- Altura planta: 3 m-4m dependiendo estancia

Tabla 4.6. Iluminancia teórica.

Tipo Lámp	Tipo Lum	Ubicación	Flujo/lámpara	Flujo total	F. Utilización	factor mant	flujo real	Nivel general
IOBA			lúmenes	lúmenes	Fu	fm	lúmenes	lux = lum / m ²
SOTANO								
FT18	Empotrada	Pasillos	1.200	67.200	0,46	0,7	21.810	163,46
FT18	Empotrada	Aseos	1.200	9.600	0,39	0,7	2.642	61,81
FT18	Empotrada	Almacenes	1.200	14.400	0,53	0,7	5.366	29,60
FT18	Empotrada	Quirófano3	1.200	57.600	0,55	0,7	22.080	96,69
BAJA								
FT18	Empotrada	Sala Espera	1.200	14.400	0,38	0,7	3.807	40,74
FT18	Empotrada	Vestuarios	1.200	9.600	0,21	0,7	1.405	139,56
FT18	Empotrada	Director Médico	1.200	19.200	0,29	0,7	3.877	246,18
FT18	Empotrada	Gabinete Oft	1.200	9.600	0,35	0,7	2.340	177,82
PRIMERA								
FT18	Empotrada	Zona de Espera	1.200	14.400	0,34	0,7	3.399	147,15
FT18	Empotrada	Sala Fellow y Técnicos	1.200	43.200	0,43	0,7	12.902	221,91
FT18	Empotrada	Pasillos	1.200	230.400	0,51	0,7	82.980	358,32
FT18	Empotrada	Lab Biología Molecular	1.200	28.800	0,35	0,7	7.111	241,37
SEGUNDA								
FT18	Empotrada	Sala de Reuniones	1.200	28.800	0,32	0,7	6.532	291,07
FT19	Empotrada	Administración	1.200	76.800	0,48	0,7	26.018	255,73
FT20	Empotrada	Biblioteca	1.200	76.800	0,49	0,7	26.380	241,33
FT21	Empotrada	Aula	1.200	115.200	0,51	0,7	40.965	308,43

Según el Real Decreto 486/1997 Artículo 8 , Anexo IV vigente se establecen niveles mínimos y recomendados de iluminación (luxes) dependiendo de la zona de trabajo y las tareas que se ejecuten así como la frecuencia de uso de la estancia.

Zona o parte del lugar de trabajo (*)	Nivel mínimo de iluminación (lux)
Zonas donde se ejecuten tareas con:	
1.º Bajas exigencias visuales	100
2.º Exigencias visuales moderadas	200
3.º Exigencias visuales altas	500
4.º Exigencias visuales muy altas	1.000
Áreas o locales de uso ocasional	50
Áreas o locales de uso habitual	100
Vías de circulación de uso ocasional	25
Vías de circulación de uso habitual	50

Valores recomendados para locales de uso habitual 100 luxes. Y para un nivel de exigencia visual moderado 200 luxes.

Estos baremos se aplicarán a las estancias señaladas en la tabla 4.6, excepto para los quirófanos, consultas/gabinetes médicos y Laboratorios en el que se ha elegido un nivel de iluminancia de 300 luxes.

4.2.2 Consumo eléctrico de los equipos de climatización.

El consumo de equipos de climatización del edificio supone una contribución importante al consumo total de electricidad del edificio, por tanto se ha reservado un apartado únicamente al estudio del consumo de este tipo de equipos en su totalidad, tanto de unidades exteriores, como de unidades interiores así como la recogida de información de qué superficies calefacta cada unidad de bomba de calor. Se han establecido ratios que permiten tener un criterio de decisión y comparación entre las distintas unidades, orientadas a la eficiencia de los equipos y que servirán para tener una base sobre la que fundamentar las medidas de ahorro energéticos posteriores.

Tabla 4.7. Consumo eléctrico de equipos de climatización

EQUIPOS CLIMATIZACIÓN CONSUMIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA					
UNIDADES EXTERNAS	KW/Equipo	Uso diario (h)	KWh/día	KWh/Anual	%
Bomba de Calor_Hall	13,23	11	112,455	19117,35	7%
Bomba de Calor_1.1	15,7	11	133,45	22686,5	8%
Bomba de Calor_1.2	15,3	11	130,05	22108,5	8%
Bomba de Calor_2.1	13,6	11	115,6	19652	7%
Bomba de Calor_2.2	13,6	11	115,6	19652	7%
Bomba de Calor_3.1	13,6	11	115,6	19652	7%
Bomba de Calor_3.2	15,3	11	130,05	22108,5	8%
Bomba de Calor_4.1	13,6	11	115,6	19652	7%
Bomba de Calor_4.2	13,6	11	115,6	19652	7%
Bomba de Calor_5.1	13,6	11	115,6	19652	7%
Bomba de Calor_5.2	13,6	11	115,6	19652	7%
Bomba de Calor_6.1	13,6	11	115,6	19652	7%
Bomba de Calor_6.2	13,6	11	115,6	19652	7%
Airotec CL-1	0,75	24	18	3060	1%
Airotec CL-2	0,55	24	13,2	2244	1%
Airotec CL-3	1,5	24	36	6120	2%
Airotec CL-4	0,75	24	18	3060	1%
			TOTAL	277.372,85	

Para el cálculo se han tomado los 250 días útiles considerando funcionamiento los meses de Julio, Agosto y Septiembre, aunque este sea más bajo debido a los niveles de ocupación del edificio en verano.

Cada conjunto de bombas de calor compuestos por unidad principal y unidad esclava alimenta a unidades interiores de tratamiento de aire dispuestas en los diferentes espacios del edificio. Las características de estas unidades interiores se han obtenido de las placas de características de las propias unidades y se ha contrastado con el catálogo de Toshiba y Mitsubishi del año 2018:

Tabla 4.8. Modelos de unidades interiores de climatización.

UNIDADES INTERIORES		kW		
Equipo	Modelo	Electricidad	Calor	Frío
TOSHIBA AIR CONDITIONER	MMK-AP0151H	0,04	5	4,5
TOSHIBA AIR CONDITIONER	RAS-13GKHP-ES2	0,04	4,26	3,82
TOSHIBA AIR CONDITIONER	MMK-AP0092H	0,016	3,2	2,8
SPLIT CASSETTE TOSHIBA	Daytona 56 Inverter	0,26	5,6	5,3

Se ha establecido una serie de tablas, de 4.9 a 4.11, para dejar constancia de los espacios del edificio a los que da cobertura cada pareja de bombas de calor, de acuerdo a las unidades instaladas y los termostatos instalados para el control de la temperatura. El desglose se establece por unidades exteriores de climatización:

Tabla 4.9. Bombas de calor que dan servicio a dos plantas simultáneamente.

Bomba de Calor 1.1 y 1.2	
SÓTANO	SEGUNDA
Vestuario Quirófano	Pasillo 1
Sala de Espera	Administración 1
Habitación Reposo	Administración 2
Habitacion Reposo	Pasillo2
Habitacion Reposo	
Bomba de Calor 2.1 y 2.2	
PRIMERA	SEGUNDA
Cafetería T1,T2,T3	Seminario T1
Comedor	Seminario T2
Sala para Fellows	Aula IOBA
Sala 208.Rack	Aula IOBA

Tabla 4.10. Bombas de calor que dan servicio a una única planta.

Bomba de Calor 5.1 y 5.2	
Solo a Planta Baja	
G3/G4/G5/G6/G7/G8	
S3/S4/S5/S10/S11/S13	
Control de Pacientes G9	
S1/S2/S-5A/S-5B	
G10/G11/G12/G13	
G1/G2/D0-2/PO-3	
Sala de Espera Pacientes	
Bomba de Calor 6.1 y 6.2	
Solo a Planta Primera	
Lab. Iluminación	Crioconservación
Superficie Ocular (T1,T2)	Telemedicina
Sala de Procesadores (T1,T2)	Laboratorio Clínico
Lab. Retina	Calidad de Visión
Lab.Común (T1 T2)	Cultivos Celulares
Director Patología Ocular	
Patología	
Laboratorio Clínico	
Patología Ocular(T1 Y T2)	

Tabla 4.11. Bombas de calor que dan servicio a tres plantas simultáneamente.

Bomba de Calor 3.1 y 3.2		
BAJA	PRIMERA	SEGUNDA
Angriofafía	Sala Caja España	Despacho 1
Espera Pediátrica	Estadística	Despacho 2
Gerencia	Hall Escaleras	Despacho 3
Atencion.Paciente	Comunicación	Despacho 4
Contabilidad y Compras		Despacho 5
Sala Informática		Archivo General 1
Sala Mixta		Archivo General 2
Espera Teleco		Sala Espera Despacho
Despacho c.Enfermería		
Bomba de Calor 4.1 y 4.2		
BAJA	PRIMERA	SEGUNDA
S6/S7/S8/S9	Biología Molecular 1	Sala de Reuniones
	Biología Molecular 2	Biblioteca T1
	Terapia Celular	Biblioteca T2

En resumen, las bombas de calor climatizan un número concreto de estancias durante el periodo útil de utilización anual. Se establece un periodo de

funcionamiento de 11h al día durante 250 días al año, y se caracterizan los consumos por plantas para saber que planta consume más en climatización y centrar la atención en mejorar la eficiencia en los puntos de consumo más elevados. Se adjunta un resumen en la tabla 4.12:

Tabla 4.12. IDEn (kWh/m²) para cada pareja de bombas de calor.

Ud.Exteriores	KW	KWh/año	Estancias Climatizadas				TOTAL	RATIO
			Sótano	Baja	Primera	Segunda	m ²	KWH/m ²
BdC 1.1 y 1.2	31	44795	6	-	-	4	387,97	115,46
BdC 2.1 y 2.2	27,2	39304	-	-	4	4	242,16	162,31
BdC3.1 y 3.2	28,9	41760,5	-	9	4	8	179,13	233,13
BdC 4.1 y 4.2	27,2	39304	-	4	3	3	161,21	243,81
BdC 5.1 y 5.2	27,2	39304	-	26	-	-	132,73	296,12
BdC 6.1 y 6.3	27,2	39304	-	-	18	-	173,31	226,78

Los metros cuadrados climatizados se han calculado atendiendo a la zonificación realizada en el apartado “Inventario del I.O.B.A”, y a las tablas de cobertura de estancias proporcionadas en este mismo epígrafe de la auditoría. Por tanto en resumen , y según el estudio de situación inicial realizado al edificio a auditar y , teniendo de referencia las lecturas y facturas realizadas durante el periodo de estudio (año 2018) se concluye que:

- El consumo mayoritario de electricidad en el edificio corresponde a los equipos de climatización suponiendo un consumo energético anual de **277.372,85 kWh.**
- El consumo de iluminación total del edificio estimado para el periodo de tiempo de estudio es de **6479,63 kWh**
- El consumo para el resto de equipos ofimáticos , equipamiento de laboratorio y otros dispositivos que consumen electricidad en el edificio es de **152.689,52 kWh.**

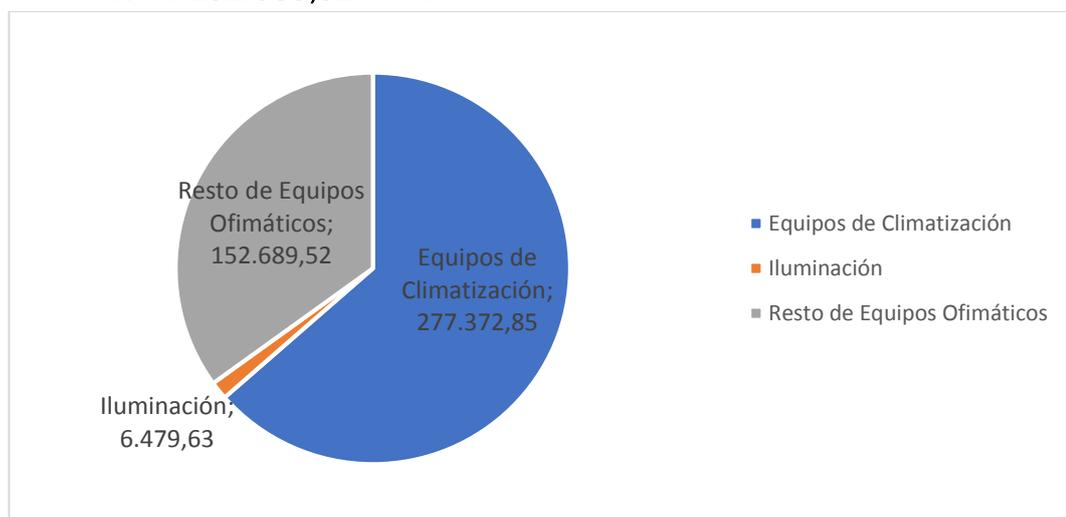


Ilustración 4.2 Consumo de Energía Eléctrica total (kWh)

4.3 Desglose del consumo de energía térmica.

El I.O.B.A consume energía térmica de dos fuentes principales de energía : el gas natural y la biomasa. Con ello se satisface la demanda de ACS de todo el edificio y las demandas de calefacción en la planta sótano del edificio.

4.3.1 Consumo de Biomasa

El periodo de tiempo de estudio elegido es el año 2018. La distribución de energía se realiza desde el District Heating más cercano al campus Miguel Delibes y supone un abastecimiento de energía final que es al tipo de energía a que se le aplica la tarificación correspondiente , y no a la energía suministrada.

El coste y consumo concerniente al año hábil de estudio se presentan en la tabla 4.13, teniendo en cuenta que el precio del kWh es de 0.07172 Euros constante durante todo el periodo de estudio.

Tabla 4.13. Consumo energético de Biomasa año 2018.

AÑO 2018	KWht	€	€/KWh
Enero	14.960,00	1.267,11	0.07172
Febrero	19.500,00	1.651,65	0.07172
Marzo	15.575,00	1.319,20	0.07172
Abril	13.055,00	1.105,76	0.07172
Mayo	13.273,00	1.124,22	0.07172
Junio	13.934,00	1.180,21	0.07172
Julio	16.491,00	1.396,79	0.07172
Agosto	9.134,00	773,65	0.07172
Septiembre	12.581,00	1.065,61	0.07172
Octubre	9.425,00	798,30	0.07172
Noviembre	9.009,00	763,06	0.07172
Diciembre	-	-	-
TOTAL	146.937,00	12.445,56	

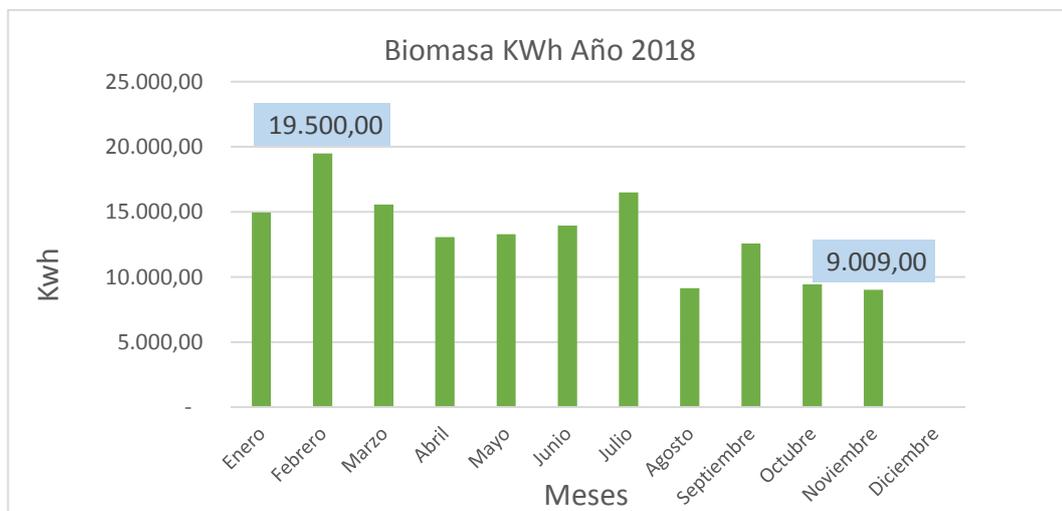


Ilustración 4.3. Consumo Biomasa año 2018.

4.3.2 Consumo de Gas Natural

En el caso del Gas Natural se tiene información de la tarifa aplicada en los años anteriores a 2017, la cuál era una tarifa 3.4 Supra Gas. El coste era de 0.037 euros el kWh.

A partir de Abril de 2017 se cambió el número de contrato a una tarifa 3.1 .Por tanto para representar el consumo de gas natural , se hará uso del año 2017 y del 2018 , con el objetivo de que quede reflejado el cambio de tendencia en la tarificación. El coste aumento a 0.0507 euros el kWh en el caso más desfavorable, pero por otra parte, el consumo se redujo considerablemente.

Tabla 4.14. Consumo de Gas Natural.

AÑO2017	KWht	€	€/ KWh(sin T.Fijo)
Enero	11	0	
Febrero	1540	150,62	
Marzo	44	68,03	
Abril	44	68,11	Cambio Tarifa
Mayo	197	63,82	0,045743
Junio	11219	584,68	0,041945
Julio	11136	574,55	0,04505
Agosto	8772	462,91	0,045050
Septiembre	9920	516,39	0,045050
Octubre	6661	355,17	0,043453
Noviembre	55	56,70	0,043453
Diciembre	0	58,70	
TOTAL_17			
AÑO2018			
Enero	0.00	0	
Febrero	9,83	77	0,050887
Marzo	11,56	110	0,050887
Abril	5,79	0	
Mayo	12,72	131	0,051299
Junio	28,44	431	0,050203
Julio	8,10	44	0,050203
Agosto	37,05	595	0,050203
Septiembre	5,79	0	
Octubre	-	-	
Noviembre	-	-	
Diciembre	-	-	
TOTAL_2018	119,28	1.388,00	

El cambio de tarifa se produjo en abril. (Subrayado en Amarillo). De Junio a Septiembre de 2017 el consumo de biomasa fue nulo y toda la demanda energética se cubrió mediante las calderas de Gas Natural. (Región subrayada en Naranja)

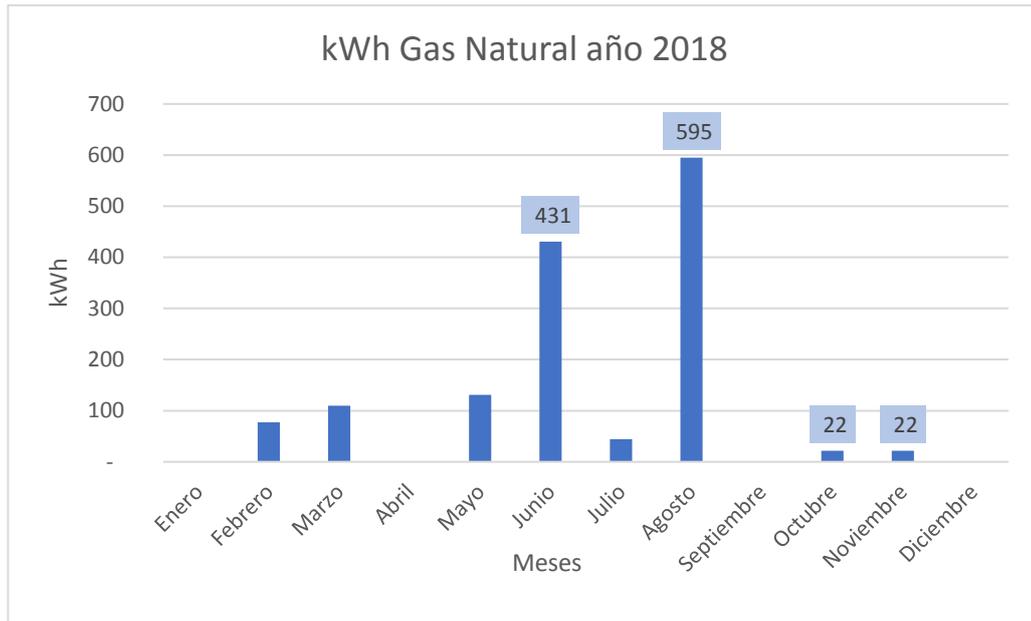


Ilustración 4.4. kWh Gas Natural año 2018.

4.3.3 Resumen consumo de energía térmica

Lo siguiente será analizar el tipo de energía que estamos considerando y el rendimiento de nuestras instalaciones.

En este caso no se tiene en cuenta la fuente de energía primaria, se trabaja con energía intermedia y energía final. Es decir una vez tenidas en cuenta los diferentes tipos de pérdidas asociadas a distribución y transformación principalmente.

Concepto	ACS y Calefacc.	DH
Rendimiento de Generación. Calderas Dietrich 43.3KW	95%	100%
Rendimiento de Regulación. Centralita función de temperatura interior y exterior.	95%	95%
Rendimiento de distribución.	95%	95%
Rendimiento de Emisores	97%	97%

Ilustración 4.5. Rendimientos de conversión E.Suministrada a E.Final incluyendo el District Heating(DH).

Una vez aplicados los rendimientos y realizando el cálculo de pérdidas de energía en ambas instalaciones, gas natural y biomasa, se procede al cálculo de energía útil total consumida por el edificio. La cuál se expone en la tabla 4.15:

AÑO 2018	Consumo		Energía Perdida	
	KWht (Biom)	KWht (GN)	KWht (Biom)	KWht (GN)
Enero	14.960,00	-	2.692,80	-
Febrero	19.500,00	9,83	3.510,00	1,28
Marzo	15.575,00	11,56	2.803,50	1,50
Abril	13.055,00	5,79	2.349,90	0,75
Mayo	13.273,00	12,72	2.389,14	1,65
Junio	13.934,00	28,44	2.508,12	3,70
Julio	16.491,00	8,10	2.968,38	1,05
Agosto	9.134,00	37,05	1.644,12	4,82
Septiembre	12.581,00	5,79	2.264,58	0,75
Octubre	9.425,00	-	1.696,50	-
Noviembre	9.009,00	-	1.621,62	-
Diciembre	16.244,00	-	2.923,92	-
TOTAL	147.051,90		26.463,60	

Tabla 4.15. Energía consumida y pérdidas de energía

AÑO 2018	Energía Útil	
	KWht (Biom)	KWht (GN)
Enero	12.267,20	-
Febrero	15.990,00	8,55
Marzo	12.771,50	10,06
Abril	10.705,10	5,04
Mayo	10.883,86	11,07
Junio	11.425,88	24,74
Julio	13.522,62	7,05
Agosto	7.489,88	32,23
Septiembre	10.316,42	5,04
Octubre	7.728,50	-
Noviembre	7.387,38	-
Diciembre	13.320,08	-
TOTAL	105.472,42	

Tabla 4.16. Energía Útil.





Capítulo 5:
EVALUACIÓN DE RATIOS



5. Evaluación de Ratios y Análisis de Resultados

5.1 Correspondientes a la Energía Eléctrica del edificio.

5.1.1 Iluminación

La distribución del indicador de desempeño energético correspondiente a los kWh/m² por cada metro cuadrado de superficie se expone en la tabla 5.1.

Tabla 5.1. IDEn kWh/m²

Planta	Zona	kWh/m ²
SÓTANO	Zonas Comunes/ Pasillos	1,02
	Quirófanos / Zonas Médicas	1,19
	Aseos/ Vestuarios	1,47
	Almacenes y Cuartos de Instalaciones	0,09
BAJA	Zonas Comunes/ Pasillos	1,88
	Consultas / Zonas Médicas	1,91
	Aseos/ Vestuarios	8,71
	Despachos , Recepción y Salas	4,08
PRIMERA	Zonas Comunes/ Pasillos	1,48
	Investigación/ Laboratorios	2,99
	Aseos/ Vestuarios	0,53
	Despachos y Salas	3,13
SEGUNDA	Zonas Comunes/ Pasillos	1,42
	Docencia / Investigación	0,97
	Aseos	3,09
	Despachos y Salas	5,54

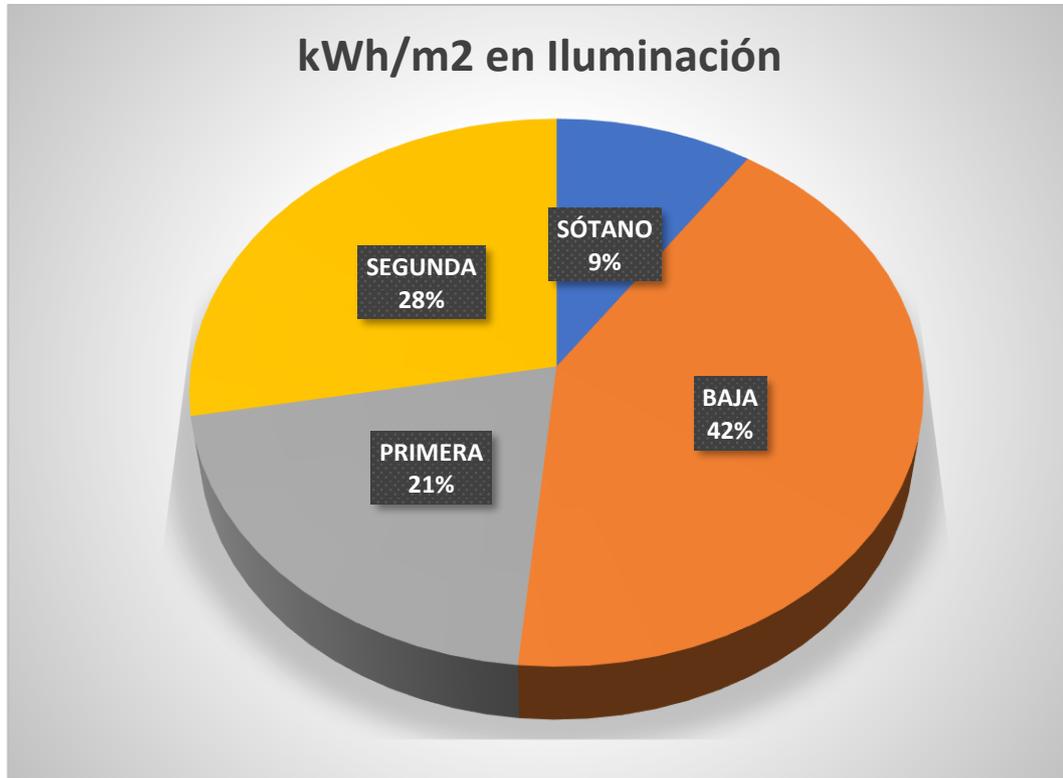
Excluyendo los aseos y vestuarios de cada planta , cabe destacar los espacios cuyo IDEn es mayor para que las MAE más inmediatas se apliquen sobre estas estancias debido a su potencial ahorro.

Tabla 5.2. Zonas de mayor consumo por unidad de superficie.

Planta	Zona	kWh/m ²
SÓTANO	Quirófanos / Zonas Médicas	1,19
BAJA	Despachos , Recepcion y Salas	4,08
PRIMERA	Investigación/ Labs	2,99
SEGUNDA	Despachos y Salas	5,54

Por último se realiza un desglose del IDEn para los diferentes niveles del edificio en un diagrama de sectores.

Tabla 5.3. Grafico de Sectores con el IDEn correspondiente (kWh/m2).



La evaluación de los ratios y gráficos expuestos lleva a considerar que la planta baja y la plantas segunda son las principales candidatas a ofrecer un potencial de ahorro mayor al aplicarle medidas de ahorro energético.

El consumo anual correspondiente al 100% de equipos de iluminación de **6.479,73 kWh**.

5.1.2 Resto de equipos:

El consumo de energía eléctrica para el resto de equipos consumidores de energía eléctrica es de 152.689,52 kWh.

Según lo expuesto en el apartado de inventariado de equipos las potencias instaladas y el consumo para cada planta se obtiene un gráfico de sectores que representa la influencia del consumo del resto de equipos por cada planta en el total del edificio.

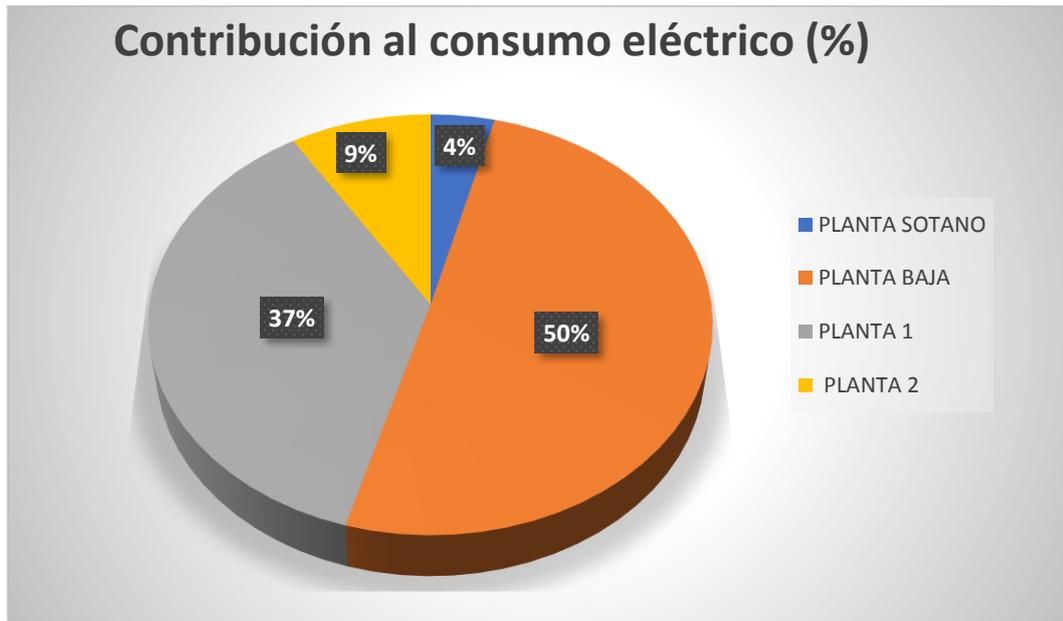


Ilustración 5.1. Gráfico de Sectores resto de equipos eléctricos.

El mayor consumo en el resto de equipos ofimáticos lo representan las plantas orientadas a la zona médica y zona de investigación del edificio , en las cuáles no hay equipos objeto de mejora de eficiencia energética ni reducción del consumo. Por tanto esta evaluación es del tipo cualitativa.

5.1.3 Equipos de climatización

El consumo total de los equipos de climatización es de **277.372,85 kWh** anuales. La contribución de cada equipo al total del consumo se establece en la tabla 5.4:

Tabla 5.4. Consumo eléctrico de los equipos de Climatización.

EQUIPOS CLIMATIZACIÓN CONSUMIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA		
UNIDADES EXTERNAS	KWh/Anual	%
Bomba de Calor_H	19117,35	7%
Bomba de Calor_1.1	22686,5	8%
Bomba de Calor_1.2	22108,5	8%
Bomba de Calor_2.1	19652	7%
Bomba de Calor_2.2	19652	7%
Bomba de Calor_3.1	19652	7%
Bomba de Calor_3.2	22108,5	8%
Bomba de Calor_4.1	19652	7%
Bomba de Calor_4.2	19652	7%
Bomba de Calor_5.1	19652	7%
Bomba de Calor_5.2	19652	7%
Bomba de Calor_6.1	19652	7%
Bomba de Calor_6.2	19652	7%
Airotec CL-1	3060	1%
Airotec CL-2	2244	1%
Airotec CL-3	6120	2%
Airotec CL-4	3060	1%
TOTAL	277.372,85	100%

Considerando las parejas de bombas de calor que mas contribuyen al consumo total anual del IOBA se continúa con la evaluación de los ratios en estos equipos analizados en la tabla 5.5

Tabla 5.5. IDEn para los equipos de climatización.

		IDEn
Ud.Exteriores	KW	kWh/m2
BdC 1.1 y 1.2	31	115,46
BdC 2.1 y 2.2	27,2	162,31
BdC3.1 y 3.2	28,9	233,13
BdC 4.1 y 4.2	27,2	243,81
BdC 5.1 y 5.2	27,2	296,12
BdC 6.1 y 6.3	27,2	226,78

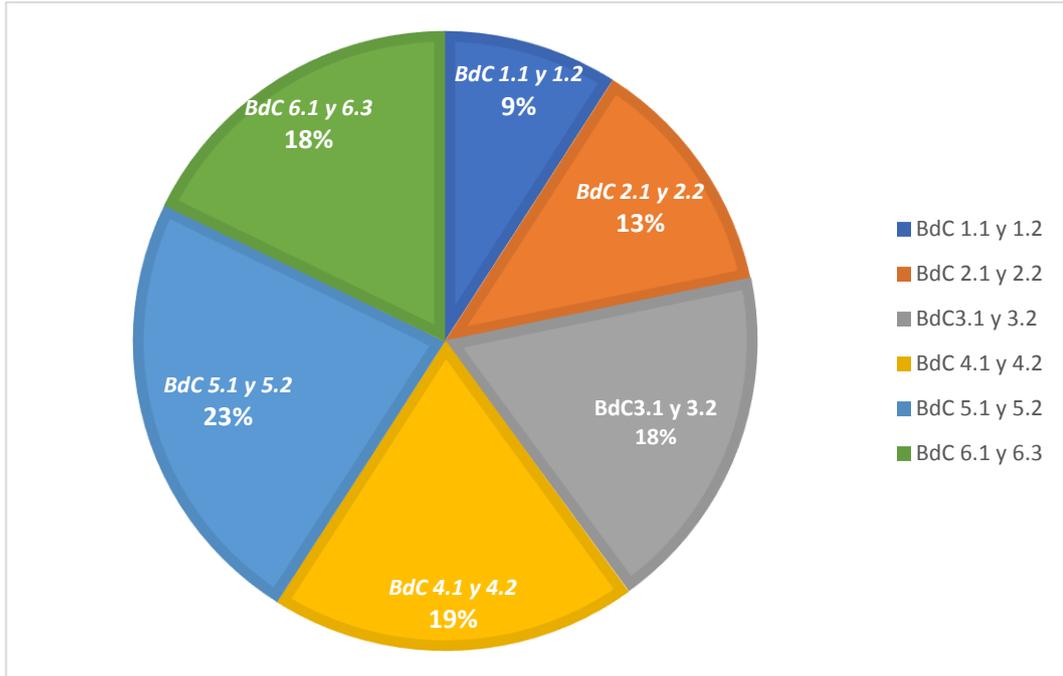


Ilustración 5.2 Gráfico de Sectores representando el IDeN (kWh/m2)..

Tras los resultados de ratios y gráfico de sectores expuesto se concluye que de cara a la aplicación de MAE a los equipos de climatización conviene centrar la atención en la pareja de bombas de calor Toshiba número cuatro y número cinco.

5.2 Correspondientes a la Energía Térmica del Edificio.

En cuanto al análisis de energía térmica del edificio a auditar, se realizará una línea base anual representando el consumo en función de las condiciones climatológicas que se den en los diferentes meses. La variable de referencia grados día elegida será la marcada por el RITE (GD15) fijando en 15° la temperatura por debajo de la cuál se deben climatizar las estancias del edificio.

La norma UNE 100-002-88 establece en su tabla 2.8 para la autonomía de Castilla y León los puntos de grados-día con base a 15°, pero de ella no se han extraído los datos propios a la provincia de Valladolid.

Se ha optado por recoger los datos reales del año útil de estudio (2018) a través de la plataforma InfoRiego . Se ha seleccionado la estación meteorológica que le corresponde al edificio IOBA, objeto de la auditoría, la cuál tiene como referencia VA101. Estación meteorológica de Zamadueñas. Los datos solicitados son los referentes a el periodo de tiempo del 01/01/2018 al 01/01/2019. Los cálculos de grado-día se han efectuado a partir de la temperatura media de cada día del año desglosando en datos mensuales.

Con estas directrices ,y fijando como temperatura de referencia de 15°, se establece una línea base para el año 2013 en el que el solo se abastecía al edificio de Gas Natural.

Tabla 5.6. Datos para Línea Base año 2013

	KWht	GD15 Calefacción	GD15 Refrigeración
Enero	16492	323.68	
Febrero	13238	308.49	
Marzo	10489	244.01	
Abril	14461	165.24	
Mayo	9982	125.27	
Junio	8250		39.02
Julio	10487		246.82
Agosto	10935		184.21
Septiembre	9527		78.94
Octubre	15376	57.23	
Noviembre	13958	246.83	
Diciembre	18814	380.33	

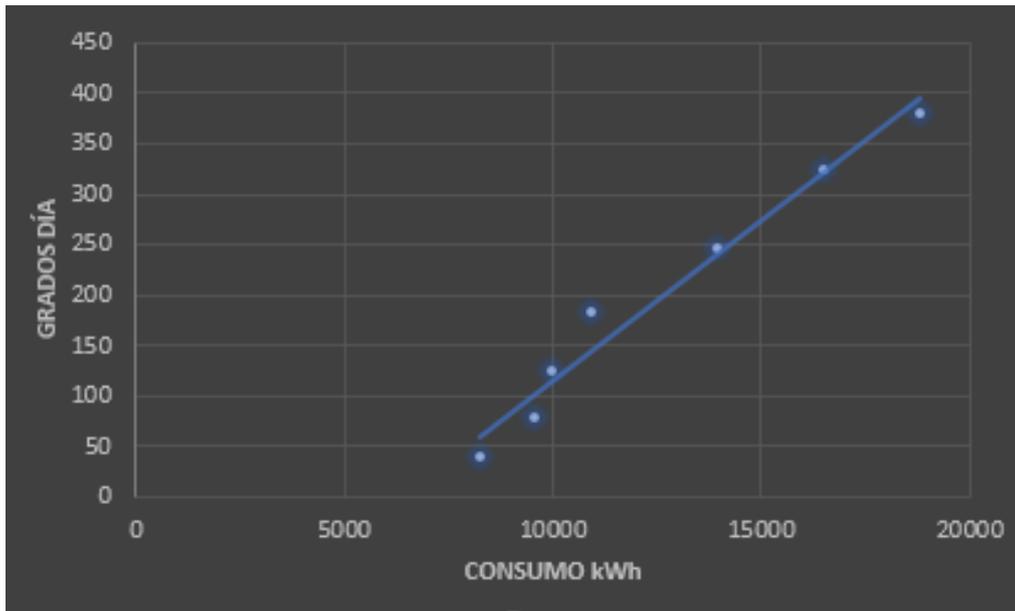


Ilustración 5.3. Línea Base año 2013.

Tras observarse la recta de regresión dentro de unos límites admisibles y con un nivel de fiabilidad aceptable se realiza la misma operación con el año 2018 en el que se presenta el consumo total de energía térmica correspondiente a la biomasa y el gas natural.

Tabla 5.7. Datos para línea base año 2018..

	KWht (Biom)	CALEFACCIÓN	REFRIGERACIÓN
		GD15/15	GD15/16
Enero	14.960,00	327.96	0
Febrero	19.500,00	321.20	0
Marzo	15.575,00	254.12	0
Abril	13.055,00	115.61	0
Mayo	13.273,00	30.14	0
Junio	13.934,00	0	93.33
Julio	16.491,00	0	215.41
Agosto	9.134,00	0	231.85
Septiembre	12.581,00	0	159.91
Octubre	9.425,00	89.54	0
Noviembre	9.009,00	207.21	0
Diciembre	16.244,00	292.17	0

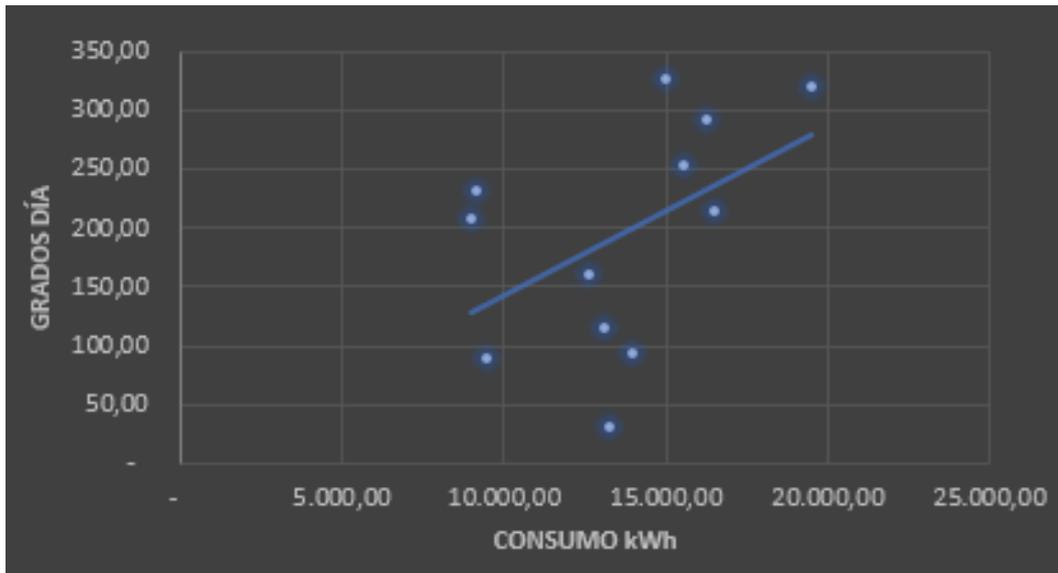


Ilustración 5.4. Línea Base año 2018 Biomasa y Gas Natural.

En este caso se observa que el gráfico de dispersión presenta una recta de regresión fuera de los límites admisibles de linealidad y unos datos muy dispares . El plan de acción para mejorar esta situación se lleva acabo en el apartado de medidas de ahorro energético del presente documento.



Capítulo 6:
Medidas de Ahorro Energético



6. Medidas de Ahorro Energético. Propuestas de mejora.

6.1 Reducción del nivel de iluminación.

6.1.1 Resumen de la medida.

Instalación	Iluminación	
Ahorro de energía térmica	0	kWht / año
Ahorro de energía eléctrica	1477,795455	kWhe / año
Ahorro de energía total final	1477,795455	kWh / año
Ahorro económico	136,75	€ / año
Inversión	0	€
Periodo de retorno simple	Inmediato	Años

6.1.2 Descripción de la medida

De acuerdo a la tabla 2.4 de consumo eléctrico en iluminación y a la tabla 2.5 de iluminancia teórica calculada se ha establecido la reducción del nivel de iluminación para las zonas que presentan un flujo luminoso mayor que el recomendado por la norma .Son candidatos para aplicar medidas de ahorro energético en el edificio las plantas primera y segunda.

Planta Primera:

Tabla 6.1. Reducción de iluminación en la planta primera.

Situación Inicial		Situación Propuesta	
Ubicación	W totales	Ubicación	W totales
Escaleras	144	Escaleras	72
Pasillo	4156	Pasillo	2500
Almacenes	360	Almacenes	360
Cuarto Servid.	144	Cuarto Servid.	72
Aseos	744	Aseos	744
Laboratorios	4830	Laboratorios	2778
Sala Ultracong.	144	Sala Ultracong.	144
Aula	432	Aula	432
Despachos	1440	Despachos	720
Sala	288	Sala	288
Sala de Reuniones	1080	Sala de Reuniones	720
KW totales	13,762	KW totales	8,83

Se ha optado por reducir el número de lámparas por luminarias de cuatro unidades a dos unidades en el pasillo , despachos y sala de reuniones. En los laboratorios debido al requerimiento de mayor visibilidad en la estancia solo se ha reducido el número de luminarias en un cuarto respecto a la situación inicial.

Con ello se ha conseguido mantener niveles aceptables de flujo luminoso en estancias y hemos reducido el consumo energético eléctrico asociado a la iluminación en las mismas.

Usando el Valor de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI) establecido por el CTE en su Documento Básico (DB-HE3) se puede analizar la viabilidad de esta medida. El término de iluminancia media horizontal necesario para obtener el VEEI ,se ha calculado en el apartado 4.2.1 de la situación energética actual del centro de estudio.

Tabla 6.2.Flujo luminoso planta primera.

Situación Actual	Nivel General de Iluminación	Eficiencia Energética
Ubicación	Em	VEEI
Zona de Espera	147,15	6,35
Sala Fellow y Técnicos	221,91	5,02
Pasillos	358,32	4,16
Lab Biología Molecular	241,37	6,08
Situación Propuesta		
Zona de Espera	147,15	3,18
Sala Fellow y Técnicos	110,96	3,10
Pasillos	179,16	3,62
Lab Biología Molecular	120,69	4,05

Planta Segunda:

Tabla 6.3.Reducción de iluminación en la planta segunda.

Situación Inicial		Situación Propuesta	
Ubicación	W totales	Ubicación	W totales
Pasillos	648	Pasillos	270
	78		39
Escaleras	360	Escaleras	180
	100		50
Sin Ocupar	1152	Sin Ocupar	540
Hall	216	Hall	108
	100		100
Cuarto	144	Cuarto	72
Aseos	450	Aseos	250
Administración	1163	Administración	551
Sala de reuniones	432	Sala de reuniones	216
Despachos	792	Despachos	396
	22		22
Aula	1728	Aula	720
Bibliotecas	1165	Bibliotecas	553
KW totales	8,55	KW totales	4,067

Con el mismo procedimiento adoptado para la planta primera se han reducido el número de luminarias de tal manera que los resultados de potencias instaladas se exponen en la tabla 6.3.

A través del VEEI según el Código Técnico de edificación en el documento básico (DB-HE3) antes mencionado se realiza el mismo estudio para la segunda planta.

Tabla 6.4. planta segunda.

Situación Actual	Nivel General de Iluminación	Eficiencia Energética
Ubicación	Em	VEEI
Zona de Espera	291,07	6,61
Sala Fellow y Técnicos	255,73	4,43
Pasillos	241,33	4,37
Lab Biología Molecular	308,43	4,22
Situación Propuesta		
Zona de Espera	145,54	4,41
Sala Fellow y Técnicos	127,86	2,96
Pasillos	120,66	2,91
Lab Biología Molecular	154,21	2,81

El cálculo del VEEI se ha realizado según el procedimiento especificado en el documento básico mencionado del CTE en la sección 2.1.1. Además del nivel de iluminación general , se han usado los datos de superficie de estancias según la zonificación realizada , y de potencias instaladas según el inventario realizado.

Una vez calculados los VEEI, se comprueban los valores límite en apartado 2.1.2 del mismo documento del CTE. Se comparan con una tabla en la cuál se exponen los valores limite de eficiencia energética de la instalación para los diferentes tipos de estancia iluminada. Los VEEI de ambas plantas están dentro de los parámetros que establece el CTE y por tanto se consideran válidos.

6.1.3 Estimación del ahorro.

Introduciendo los valores de las nuevas potencias instaladas en iluminación en el cálculo de energía al año consumida en la primera planta , llegamos a los siguientes resultados representados en las tablas 6.5 y 6.6.

Planta Primera:

Tabla 6.5. Ahorro de energía eléctrica planta primera.

CONSUMO ANUAL DE ILUMINACIÓN POR ZONAS							
Zona	m2	H/día	kW iluminación	h/año total	kWh/año	kWh/m2	
Situación Propuesta							
Zonas Comunes/ Pasillos	368,8	5	3,00	113,6364	340,9091	0,92	
Investigación/ Labs	328,8	8	3,35	181,8182	609,8182	1,85	
Aseos/ Vestuarios	158,4	5	0,74	113,6364	84,54545	0,53	
Despachos y Salas	163,14	8	1,73	181,8182	314,1818	1,93	
Situación actual					Total kWh	1349,45455	
Zonas Comunes/ Pasillos	368,8	5	4,80	113,6364	545,9091	1,48	
Investigación/ Labs	328,8	8	5,41	181,8182	982,9091	2,99	
Aseos/ Vestuarios	158,4	5	0,74	113,6364	84,54545	0,53	
Despachos y Salas	163,14	8	2,81	181,8182	510,5455	3,13	
					Total kWh	2123,90909	

Aplicando la tarifa actual 6.1 con discriminación horario TFPAT.

Ahorro kWh	$kWhe\ ahorrados = 2123.909 - 1349.454 = 774.454$	Ec.(2.)
Ahorro €	$(€)Euros\ Totales = 774.454\ kWh * 0.0925 = 71.67$	Ec.(3.)

El cálculo del ahorro se ha establecido según la discriminación por horas y por meses de la tarifa 6.1 aplicada al suministro eléctrico .La correspondiente al precio entre P3 y P4 que conlleva un coste de energía de 0.092543 euros/kwh ya que el precio P6 que va asociado a franjas horarias no representativas de usa para la iluminación(0.077192 euros/kWh).

Planta Segunda:

Tabla 6.6. Ahorro de energía eléctrica planta segunda.

CONSUMO ANUAL DE ILUMINACIÓN POR ZONAS						
Zona	m2	H/día uso medio	kW iluminación	h/año total	kWh/año	kWh/m2
Situación propuesta						
Zonas Comunes/ Pasillos	224,55	5	1,359	113,6363636	154,4318182	0,69
Docencia / Investigacion	453,73	8	1,185	181,8181818	215,4545455	0,47
Aseos	16,53	5	0,25	113,6363636	28,40909091	1,72
Despachos y Salas	95,03	8	1,273	181,8181818	231,4545455	2,44
Situación actual				Total kWh	1333,0909	
Zonas Comunes/ Pasillos	224,55	5	2,798	113,6363636	317,9545455	1,42
Docencia / Investigacion	453,73	8	2,409	181,8181818	438	0,97
Aseos	16,53	5	0,45	113,6363636	51,13636364	3,09
Despachos y Salas	95,03	8	2,893	181,8181818	526	5,54
				Total kWh	629,75	

Ahorro kWh	$kWhe\ ahorrados = 1333,0909 - 629,75 = 703,34\ kWh$	Ec.(4.)
Ahorro €	$\text{€uros Totales} = 703,34\ kWh * 0,0925 \frac{\text{euros}}{\text{kWh}} = 65,089$	Ec.(5.)

6.1.4 Inversión y Periodo de retorno simple

La inversión es nula ya que no es necesaria la adquisición de ningún equipo para llevar a cabo la medida y por tanto su TIR es inmediato.

6.2 Instalaciones de sensores de presencia que reduzcan el consumo de energía eléctrica debida a iluminación.

6.2.1 Resumen de la medida

Instalación	Iluminación	
Ahorro de energía térmica	0	kWht / año
Ahorro de energía eléctrica	2591,89	kWhe / año
Ahorro de energía total final	2591,89	kWh / año
Ahorro económico	239,86	€ / año
Inversión	1200	€
Periodo de retorno simple	5	Años

6.2.2 Descripción de la medida

Se propone la instalación de sensores de presencia que permitan controlar el encendido y apagado así como la atenuación de las luminarias en función de la luz solar que detecten en la estancia.

Se presenta como solución un tipo concreto de detector de presencia de la marca Philips con referencia DUS804CS-UP.

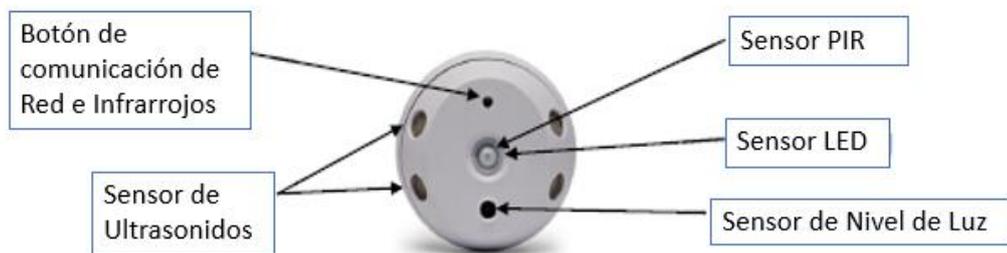


Ilustración 6.1. Componentes integrados del sensor de presencia.

La instalación de los sensores de presencia se llevará a cabo en la parte de la estancia en la cual el sensor este expuesto a luz natural y artificial de manera indirecta según se ve en la ilustración 6.2.

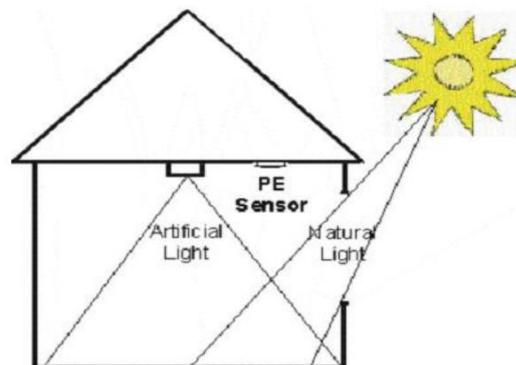


Ilustración 6.2. Colocación del sensor de presencia.

Se ha optado por este sistema más caro que otros más utilizados en este tipo de aplicaciones debido a que las salas en las que se dispone de un cerramiento de tipo muro cortina o zonas ampliamente acristaladas son de gran extensión y es más rentable y mas controlable con los Philips Dynalite DUS804CS-UP.

Es un sistema de control integrado que asegura la reducción al mínimo del nivel de iluminación sin comprometer el confort de los ocupantes. Tiene funcionalidades de control horario , centralizado o local mediante tablets o smartphones. Este sistema combina un sistema de ultrasonidos con infrarrojos para triplicar el área de detección frente a los modelos más sencillos.

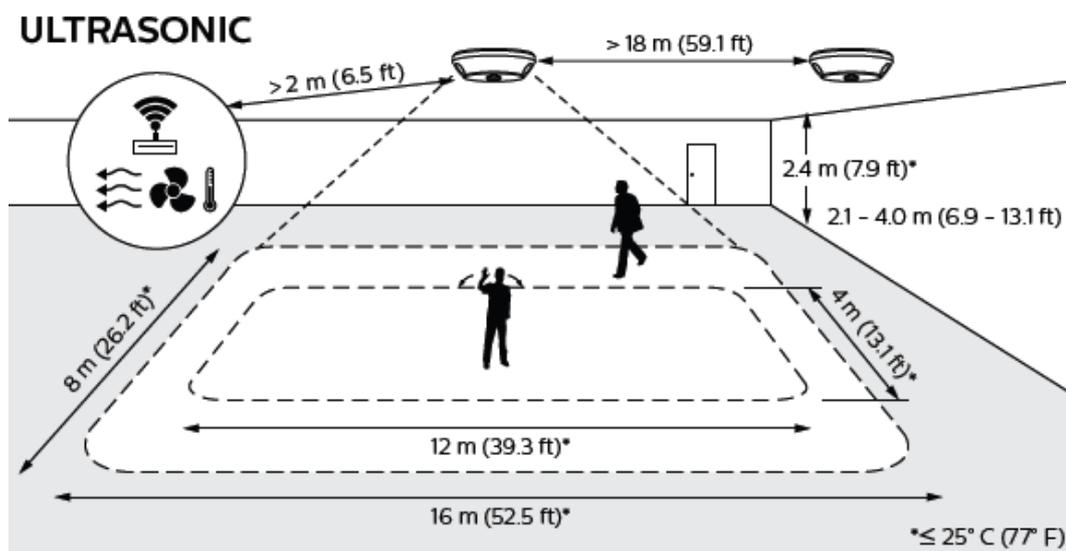


Ilustración 6.3. Alcance del sensor de presencia instalado en cada estancia.

Se ha estimado situar dos unidades en los pasillos de la planta baja , así como 2 unidades por planta primera y segunda cuya instalación se efectuaría en los pasillos, zonas de mayor tránsito y con un porcentaje considerable de luz natural debido a los patios interiores del edificio y las zonas acristaladas tanto en la primera planta como en la segunda planta.

Se deben evitar espacios como Hall y salas de espera de pacientes ya que deben estar bien iluminados en todo momento.

6.2.3 Estimación del Ahorro

El ahorro energético de esta medida presenta una alta variabilidad dependiendo de la ocupación del edificio y la climatología de cada temporada en la que se desarrolla la actividad del edificio.

Por tanto para realizar un cálculo del ahorro se proponen tres escenarios de ahorro energético:

- Ahorro del 40% del consumo energético eléctrico en iluminación que supone un ahorro anual de 2591,89 kWh.
- Ahorro del 30% del consumo energético eléctrico en iluminación que supone un ahorro anual de 1943,92 kWh.
- Ahorro del 20% del consumo energético eléctrico en iluminación que supone un ahorro anual de 1295,95 kWh.

Con la tarificación expuesta para una franja horario de uso de precios tipo P3 Y P4 se tiene un coste del kWh de 0.092543 que repercutiría en los siguientes ahorros económicos:

- 239,86 Euros/año para el ahorro del 40% del consumo energético eléctrico en iluminación.
- 179,89 Euros/año para el ahorro del 30% del consumo energético eléctrico en iluminación.
- 119,93 Euros/año para el ahorro del 20% del consumo energético eléctrico en iluminación.

6.2.4 Inversión y periodo de retorno simple

El precio (p.v.p) de cada unidad es de 150 Euros. Para la estimación realizada en la descripción de la medida del presente documento se han proyectado ocho unidades , con lo cuál :

Inversión	$Inversión(€) = 150€ * 8 unidades = 1200€$	Ec.(6.)
-----------	--	---------

El periodo de retorno simple de la inversión realizada en la instalación de los detectores de presencia se ha efectuado para el caso del ahorro del 40%.

TIR	$Años = \frac{1200€}{239,86€/año} = 5.002$	Ec (7.)
-----	--	---------

6.3 Sustitución de luminaria actual por luminarias con tecnología LED.

6.3.1 Resumen de la medida.

Instalación	Iluminación	
Ahorro de energía térmica	0	kWht / año
Ahorro de energía eléctrica	58.529,914	kWhe / año
Ahorro de energía total final	58.529,914	kWh / año
Ahorro económico	5414,01	€ / año
Inversión	8463,95	€
Periodo de retorno simple	1,56	Años

6.3.2 Descripción de la medida.

Se realizará la sustitución de las luminarias del edificio por luminarias con tecnología LED de consumo de 5W. Primeramente se intentará cambiar las luminarias compuestas por lámparas de bombillas halógenas e incandescentes con un consumo de 50W y posteriormente se cambiarán los tubos fluorescentes de 18 W y 36 W.

Las luminarias LED elegidas, para facilitar su instalación, tienen las mismas dimensiones que las predominantes por todo el edificio de 4 lámparas de 18 W conformando una luminaria de 72 W.

El flujo de iluminación pasaría de 1200 lúmenes a 1100 una diferencia mínima a considerar en cuanto al confort del usuario del edificio. Se considera admisible esta diferencia de cara a la validación de la implantación de esta propuesta.

Los resultados de la colocación de las luminarias LED son los siguientes en cuanto a reducción de consumo de energía eléctrica (kWh):

Tabla 6.7. Comparativa de ahorro tecnología LED.

Planta	Situación Propuesta			Utilización (h/año)	Consumo (kWh/año)
	TOTAL	2,52	EN KW		
Sótano	TOTAL	2,52	EN KW	917,73	2312,67
Baja	TOTAL	3,33	EN KW	2105,00	6999,13
Primera	TOTAL	3,57	EN KW	2123,91	7582,36
Segunda	TOTAL	2,276	EN KW	1333,09	3034,11
Planta	Situación Inicial			Utilización (h/año)	Consumo (kWh/año)
	TOTAL	10,02	EN KW		
Sótano	TOTAL	10,02	EN KW	917,73	9199,30
Baja	TOTAL	13,61	EN KW	2105,00	28649,05
Primera	TOTAL	13,76	EN KW	2123,91	29229,24
Segunda	TOTAL	8,537	EN KW	1333,09	11380,60

6.3.3 Estimación del ahorro.

Por tanto haciendo el balance global al ahorro por planta se tendría un resultado de:

SÓTANO	$Ahorro kWh = 9199,3 - 2312,67 = 6886,63 kWh$	Ec.(8.)
BAJA	$Ahorro kWh = 28649,05 - 6999,13 = 21649,63 kWh$	Ec.(9.)
PRIMERA	$Ahorro kWh = 29229,24 - 7582,36 = 2002,336 kWh$	Ec.(10.)
SEGUNDA	$Ahorro kWh = 11380,60 - 3034,11 = 8346.48 kWh$	Ec.(11.)

Aplicando la tarificación establecido por la tarifa contratada a Iberdrola 6.1 con discriminación horaria tipo TGTAP fijamos el precio de 0.0925 Euros/kWh de energía y obtenemos un ahorro de **5414.0175 Euros/ Año**

6.3.4 Inversión y periodo de retorno simple.

El modelo elegido de luminaria en panel LED es de la marca ArteSolar en concreto el modelo Giro 71GIR66.El precio unitario del modelo elegido de luminaria LED es de 14,95 Euros.

Las luminarias necesarias para cumplir con el ahorro propuesto son un total de 121.

Inversión	$Inversión Total = 69.95 € \times 121 ud = 8463,95 Euros$	Ec.(12.)
-----------	---	----------

El periodo de retorno simple debido a la inversión realizada en la adquisición de las luminarias es de :

TIR	$Años = \frac{8463,95 €}{5414,01 €/año} = 1,56$	Ec.(13.)
-----	---	----------

6.4 Medidas Cualitativas. Instalación de un contador de energía eléctrica y Revisión de los registros de consumo de energía térmica.

6.4.1 Contador de energía eléctrica.

Durante la realización de la auditoría energética , en las visitas al edificio en la etapa de información, se ha podido consultar el consumo a tiempo real de la energía eléctrica del edificio pero no se dispone de contador de energía eléctrica propio. Se puede observar la pantalla LED de la ilustración 6.4.



Ilustración 6.4. Cuadro eléctrico del IOBA.

Es necesaria es la instalación de un contador , ajeno a la compañía suministradora , con el objetivo de poder tener acceso en todo momento a los consumos de energía eléctrica. Es un elemento de gran utilidad en edificios de las dimensiones del IOBA y requiere de una inversión mínima. Permite llevar un seguimiento detallado de los consumos de energía eléctrica y es de gran ayuda para la realización de estudios energéticos.

6.4.2 Revisión de los registros de consumo de energía térmica.

En el análisis y evaluación de ratios se expone la línea base correspondiente al año 2018 de estudio de la presente auditoría. También se presenta , a modo de comparativa, la línea base del año 2013 en el que solo había suministro de gas natural para cubrir la demanda de energía térmica del edificio.

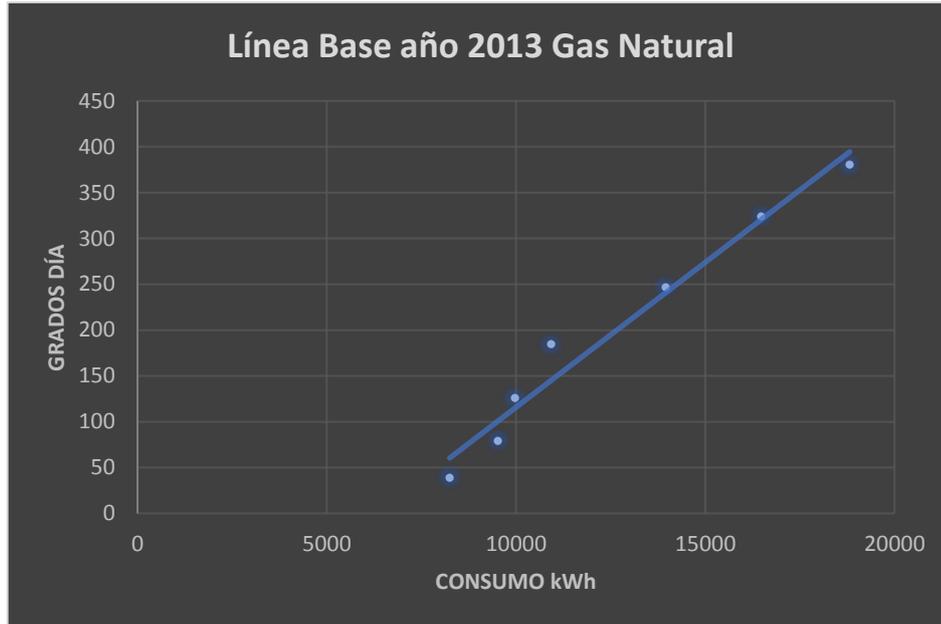


Ilustración 6.5.Línea Base año 2013

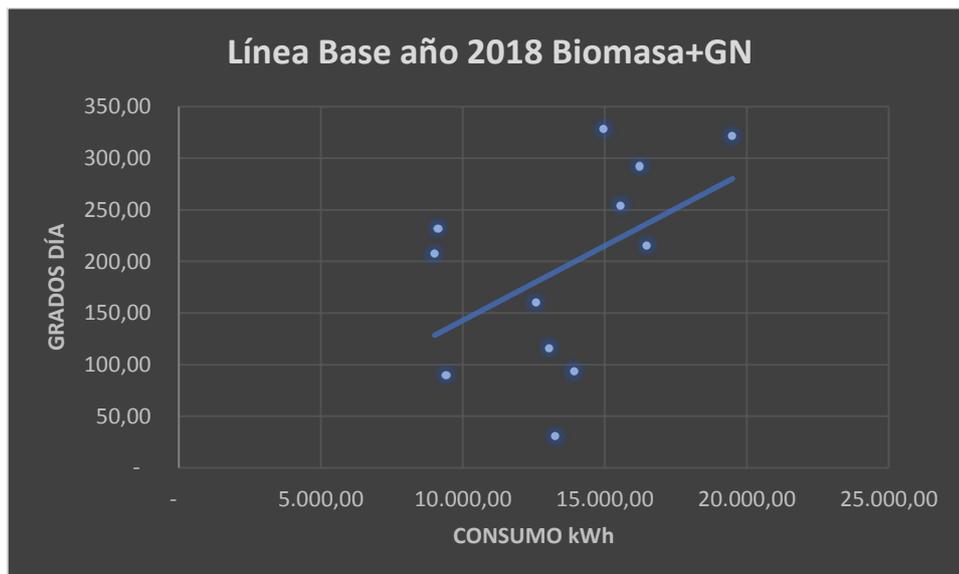


Ilustración 6.6.Línea Base año 2018.

Por tanto , a la vista de los resultados , se propone realizar una revisión de los consumos energéticos térmicos correspondientes a los suministradores de biomasa y gas natural . Establecer canales de comunicación con el District Heating exponiendo la situación estudiada para llegar a una solución.

6.5 Sustitución de los equipos de climatización actuales por un sistema más eficiente de climatización tipo VRV.

Según el estudio realizado se ha observado que las bombas de calor que climatizan el IOBA son las grandes consumidoras de energía eléctrica del mismo y representan más del 50% de la factura de energía eléctrica.

Además se ha observado que su coeficiente de eficiencia energética (COP) es muy bajo ya que según el RITE se considera aceptable un COP mayor o igual que 3.

Tabla 6.8. Coeficientes de Eficiencia Energética de los equipos de climatización.

UNIDADES EXTERIORES		CEE(COP)	
Equipo	Modelo	EN Calor	En Frío
Bomba de Calor_H	P400THM-A Mitsubishi	3,78	3,40
Bomba de Calor_1.1	TOSHIBA MAP1201HT8	2,39	2,13
Bomba de Calor_1.2	TOSHIBA MAP1001HT8	2,06	1,83
Bomba de Calor_2.1	TOSHIBA MAP0802FT8	1,84	1,65
Bomba de Calor_2.2	TOSHIBA MAP1002FT8	2,32	2,06
Bomba de Calor_3.1	TOSHIBA MAP0801HT8	1,84	1,65
Bomba de Calor_3.2	TOSHIBA MAP1001HT8	2,06	1,83
Bomba de Calor_4.1	TOSHIBA MAP0802FT8	1,84	1,65
Bomba de Calor_4.2	TOSHIBA MAP0802FT8	1,84	1,65
Bomba de Calor_5.1	TOSHIBA MAP0801HT8	1,84	1,65
Bomba de Calor_5.2	TOSHIBA MAP0801HT8	1,84	1,65
Bomba de Calor_6.1	TOSHIBA MAP0801HT8	1,84	1,65
Bomba de Calor_6.2	TOSHIBA MAP0801HT8	1,84	1,65

La bomba de calor Mitsubishi correspondiente a la climatización del hall y sala de espera es la única que cumple especificaciones establecidas por el RITE en cuanto a coeficiente de eficiencia energética.

Para mejorar el COP de las bombas de calor Toshiba se opta por un sistema de control de Volumen de Refrigerante Variable (VRV) con recuperación de calor que nos permite mejorar la eficiencia de la instalación.

6.5.1 Descripción cualitativa de la medida:

Se proyecta un sistema de tres tubos que permite entregar calor y frío a las estancias requeridas:

- **Tubo 1** : Por el que circula gas a alta presión. El refrigerante es suministrado a las baterías que se usan de condensador para ceder calor al ambiente. Es decir, cubre los requerimientos de calefacción de la estancia que así lo demande.

- **Tubo 2:** Por el que circula vapor húmedo a baja presión. El refrigerante es suministrado a las baterías que se usan de evaporador para extraer calor del ambiente. Es decir, cubre los requerimientos de refrigeración de la estancia que así lo demande
- **Tubo 3:** Por el que circula gas a baja presión. Es el retorno de refrigerante de las baterías de evaporación para su posterior alimentación en el compresor.

Las cajas de selección permiten recibir y entregar refrigerante a las unidades interiores así como realizar el retorno hacia las unidades exteriores.

1) Impulsión:

- Líquido refrigerante a baja presión. El líquido se expande en la batería de la unidad interior (evaporador) y extrae calor de la estancia. **Refrigeración**
- Gas refrigerante a alta presión. El gas condensa en la batería de la unidad interior (condensador) y cede calor a la estancia. **Calefacción.**

2) Retorno:

- Gas expandido a baja presión. Procedente de las baterías que trabajan como evaporadoras , es decir el fluido de retorno tras la **refrigeración** de la estancia.
- Vapor húmedo a baja presión. Procedente de las baterías que trabajan como condensadoras, es decir el fluido de retorno tras **calefactar** la estancia.

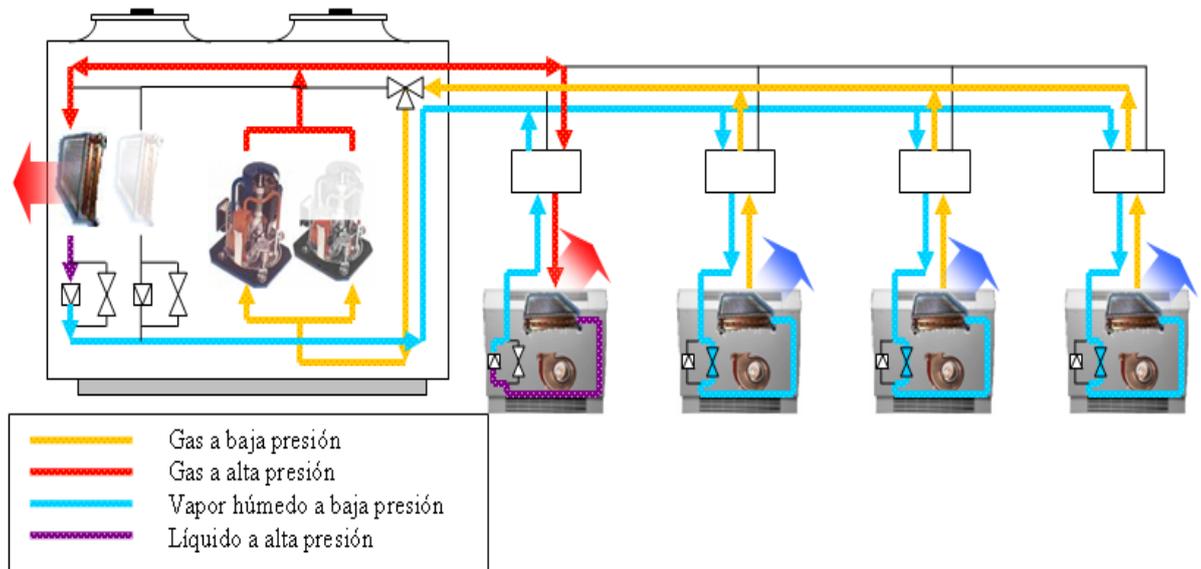


Ilustración 6.7. Esquema de funcionamiento del sistema de VRV

6.5.2 Ventaja de eficiencia energética:

La ventaja de este sistema se debe a la capacidad de reducir la energía procedente de la unidad exterior para calefactar o refrigerar las estancias.

6.5.2.1 Equilibrio de demanda de frío y calor

El caso más favorable es el se presenta la misma demanda de calor que de frío por tanto el único trabajo a realizar será el realizado por el compresor, sin necesidad de intercambio de calor con el exterior en la unidad externa de climatización.

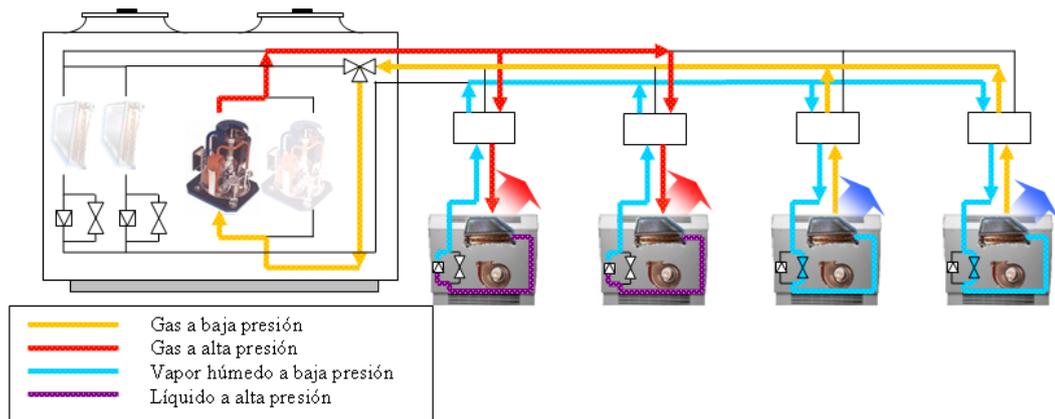


Ilustración 6.8. Equilibrio de demanda de frío y calor de las estancias.

Se obtendría un COP máximo en la climatización ya que se cubriría la demanda de calefacción y refrigeración aportando solo energía para el funcionamiento del compresor según la fórmula que define el Coeficiente de eficiencia energética:

COP	$COP = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{W_{comp}}$	Ec.(14.)
-----	---	----------

6.5.2.2 Demanda total de refrigeración del edificio.

En el caso que la demanda de refrigeración sea mucho mayor que la de calefacción se presentaría un diagrama de flujo como en el de la ilustración 6.9

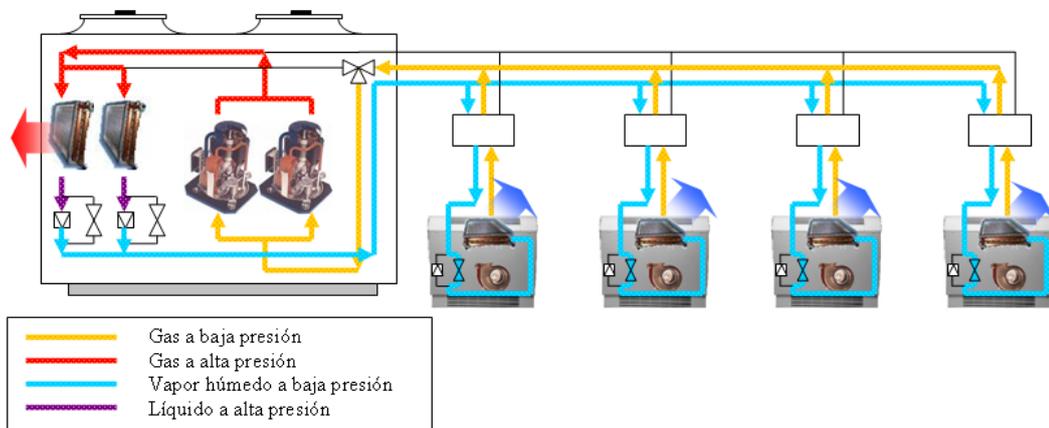


Ilustración 6.9. Demanda mayoritaria de refrigeración.

En este caso se produciría una disipación de calor importante con el exterior, por tanto es la unidad exterior la que , tras el retorno de gas a alta presión , condensa y obtiene refrigerante liquido a baja presión , tras pasar por la válvula de expansión, y lo impulsa de nuevo a las unidades interiores. El coeficiente de efecto frigorífico disminuye.

COP	$COP = \frac{(Q_{cond} - Q_{ext}) + Q_{evap}}{W_{compr}}$	<i>Ec.(15.)</i>
-----	---	-----------------

6.5.2.3 Demanda parcial no equilibrada

Si la demanda mayoritaria es de refrigeración pero también hay que cubrir demanda de calefacción se presenta la siguiente situación:

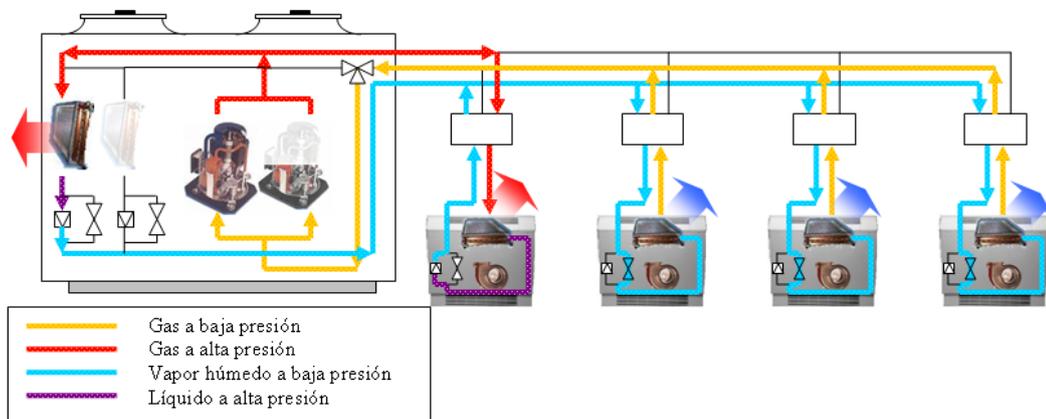


Ilustración 6.10. Situación de refrigeración mayoritaria con calefacción de otras estancias.

En este caso la unidad exterior tiene que ceder menos calor al ambiente ya que el vapor húmedo a baja presión procedente de la unidad que funciona en calefacción se utiliza para alimentar las unidades que refrigeran las otras estancias. El COP es mayor que en el caso 6.5.2.2 debido a la recuperación de calor que aporta la unidad trabajando en régimen de calefacción.

6.5.2.4 *Demanda total de calefacción del edificio.*

En este caso tenemos un diagrama de flujo en el que todo el retorno de las unidades interiores funcionando en régimen de calefacción se utiliza para producir gas a baja presión en la unidad exterior. Este gas se alimenta al compresor para producir el gas a alta presión que necesitan los condensadores para calefactar las estancias.

El diagrama de flujo se puede observar en la ilustración 6.11

El COP en este caso sería bajo en relación con el caso equilibrado 6.5.2.1.

COP	$COP = \frac{Q_{cond} + (Q_{evap} - Q_{ext})}{W_{compr}}$	Ec.(16.)
-----	---	----------

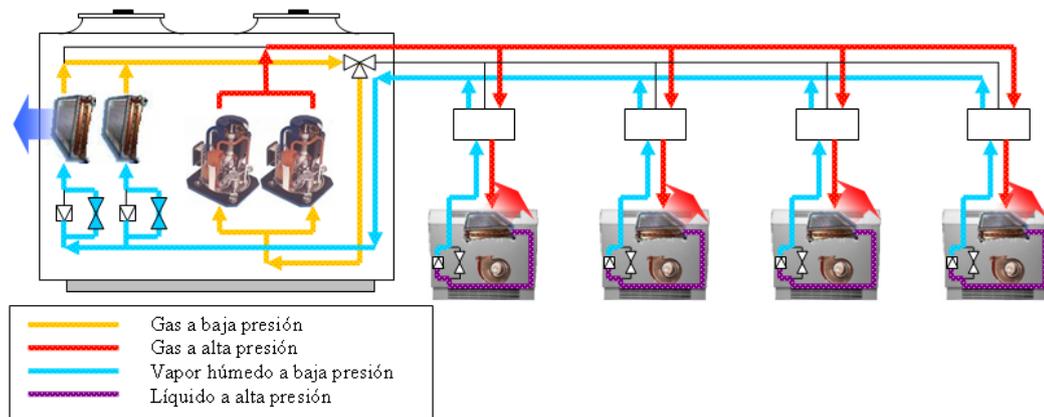


Ilustración 6.11. Demanda mayoritaria de calefacción.





Capítulo 7:
CONCLUSIONES



7. Conclusiones

En el presente proyecto se han logrado los objetivos que se habían fijado en las reuniones con la dirección del IOBA. Tras el estudio realizado se ha logrado establecer una situación inicial de partida de los consumos energéticos del edificio , tanto eléctricos como térmicos, que sirve de base para las diferentes modificaciones o estudios posteriores a realizar en el edificio.

Se han identificado los centros consumidores de energía más significativos , así como la consecución de un inventario de los equipos disponibles en el IOBA que permite sacar conclusiones acerca de la contribución de consumo de estos equipos al total del consumo eléctrico del edificio.

La zonificación por plantas del edificio realizada ha permitido referenciar consumos a los diferentes niveles del edificio y; establecer ratios según las superficies útiles calculadas que han servido de criterio de decisión y evaluación de la situación energética.

Se ha observado que el consumo eléctrico es muy elevado y se han propuesto medidas concretas que permiten reducirlo manteniendo las condiciones de confort y trabajo adecuadas.

La climatización supone una parte importante del consumo eléctrico del edificio y se han conseguido analizar todos los equipos caracterizando su eficiencia y régimen de funcionamiento. También se han propuesto medidas que mejoren la eficiencia de la instalación.

Se han conseguido establecer ratios de consumo que permiten tener una imagen representativa y una rápida interpretación acerca de la situación energética del centro de estudio. Este conjunto de ratios sirven como caracterización energética del edificio y sientan la base para posteriores estudios de carácter energéticos en el mismo.

Otra de las conclusiones es la conveniente puesta en marcha de un plan de acción para sustituir la climatización del edificio por un sistema que consuma energía térmica proveniente de la biomasa a largo plazo. Dotar de un papel más importante a la biomasa con el fin de reducir el consumo de energía eléctrica y el coste que conlleva.





BIBLIOGRAFÍA.



8. Bibliografía

García San José, R., Vicente Quiles , P. y García Lastra, A. (2009). Auditorías Energéticas en Edificios .ATECYR. Madrid.

López Jimeno, C. y Díaz Vargas ,A. (2010).Manual de Auditorías Energéticas. Comunidad de Madrid.

Rey Martínez, F., Velasco Gómez, E., Rey Hernández, J.(2018). Eficiencia Energética de los edificios

Real Decreto 486/1997, de 14 de Abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. Artículo 8. Boletín Oficial del Estado.

Real Decreto 56/2016, de 13 de Febrero, relativo a la eficiencia energética , en lo referente a auditorías Energéticas. Capítulo 2. Boletín Oficial del Estado.

Norma UNE-EN ISO 5001:2018. Sistemas de gestión de la energía. Requisitos con orientación para su uso. AENOR.(Madrid ,2018).

Norma UNE-EN 16247-1:2014. Auditorías Energéticas. Parte 1: Requisitos Generales. AENOR. (Madrid , 2014).

Norma UNE-EN 16247-2:2014. Auditorías Energéticas. Parte 2: Edificios. AENOR. (Madrid ,2014).

Edita el Instituto para la Diversificación y el Ahorro de Energía (IDAE). *Factores decisivos en la elección de sistemas de generación de calor y frío. Ámbito Industrial.* (Madrid ,2018)

Edita el Instituto para la Diversificación y el Ahorro de Energía (IDAE). *Boletín de precios de la biomasa para usos térmicos.* (Madrid ,2017)

Código Técnico de Edificación (CTE-DB-HE.3). Documento Básico de Eficiencia Energética de las Instalaciones de Iluminación. (Madrid ,2013)