



Master Efficiency

PROYECTO FIN DE MÁSTER MIGMA 2013/14

PLAN DE INVERSIÓN EN AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

Grupo de trabajo:

Alberto Arias Fernández

Alba González Melero

Javier Naranjo Ibáñez

Beatriz Sarrión Fernández

Tutor:

Guillermo José Escobar López



Esta publicación está bajo licencia Creative Commons Reconocimiento, Nocomercial, Compartirigual, (by-nc-sa). Usted puede usar, copiar y difundir este documento o parte del mismo siempre y cuando se mencione su origen, no se use de forma comercial y no se modifique su licencia. Más información: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>

ÍNDICE

1.	Resumen Ejecutivo	1
2.	Escenario recomendado. Medidas de Ahorro y Eficiencia	3
2.1.	Unificación de Contratos.....	4
2.2.	Ajuste de temperaturas de confort	7
2.3.	Regulación de la renovación del aire	9
2.4.	Reconfiguración de las unidades de generación calor/frío	12
2.5.	Cambio lámparas existentes en el edificio por otras de mayor eficiencia.....	16
2.6.	Control de alumbrado mediante Instalación de sensor de movimiento	23
2.7.	Regulación de la iluminación en función de la luz natural	29
2.8.	Uso de regletas múltiples con interruptor y/o enchufes programables	32
2.9.	Configurar el modo de ahorro de energía de los equipos informáticos, y gestionar adecuadamente su consumo	34
2.10.	Desconexión de uno de los termos de cada cuarto de baño.....	35
2.11.	Control horario del funcionamiento de los tornos.....	37
2.12.	Reducción de la potencia contratada	39
2.13.	Resultados	42
2.13.1	Compensación de CO ₂ ahorrado	43
2.13.1.1	Mercados Voluntarios de Carbono (MCV)	44
2.13.1.2	Calculo de ahorro CO ₂	45
2.14.	Análisis económico-Financiero.....	47
4.13.1	Financiación.....	47
4.13.2	Ingresos anuales	47
4.13.3	Estudio económico	47
4.13.4	Análisis de sensibilidad.....	49
4.13.5	Gestión del riesgo	52
3.	Otras medidas no seleccionadas	53
3.1.	Cambio a iluminación de tipo LED	54

3.2.	Control de alumbrado. Instalación de regulación diurna	60
3.3.	Relación entre consumo eléctrico y superficie climatizada	66
3.4.	Secador de manos	67
3.5.	Cristalería de las ventanas	68
3.6.	Colocar programadores eléctricos en los termos para el fin de semana	69
3.7.	Desconectar los termos eléctricos durante los períodos de vacaciones.....	70
3.8.	Instalar variador de frecuencia en las bombas de agua	71
3.9.	Compra de equipos eficientes con sistemas de ahorro de energía	73
4.	Contabilidad Energética	75
4.1.	Línea base energética	76
4.2.	Cálculo del consumo energético.....	78
4.3.	Cálculo económico del consumo eléctrico.....	80
5.	Descripción de las instalaciones.....	83
5.1.	Datos estructurales del edificio	84
5.2.	Climatología y situación	86
5.3.	Climatización	87
7.3.1	Consumo eléctrico en climatización. Régimen de funcionamiento....	87
7.3.2	Unidades de climatización	89
7.3.3	Renovación del aire	91
7.3.3.1	HRW. Recuperador entálpico	94
7.3.3.2	Fan.....	98
7.3.4	Confort Térmico	99
7.3.4.1	VRF - Unidades exteriores	100
7.3.4.2	CH Box.....	102
7.3.4.3	FanCoil - Unidades interiores	103
7.3.5	Otros. Pingüinos y radiadores	109
5.4.	Iluminación.....	113
7.4.1	Consumo eléctrico en iluminación.....	113
7.4.2	Clasificación de actividades: segmentación del edificio de oficinas .	115

7.4.3	Sistemas de iluminación	116
7.4.3.1	Sistemas de alumbrado.....	116
7.4.3.2	Tipo de lámparas.....	116
7.4.3.3	Tipos de equipos auxiliares recomendados	118
7.4.3.4	Tipos de luminarias	118
7.4.3.5	Tipos de sistemas de regulación y control en el edificio:.....	124
5.5.	Oficina y Ofimática	124
7.5.1	Consumo equipos de oficina y ofimática	124
7.5.2	Consumo de equipos del sistema de seguridad.....	126
7.5.3	Consumo Sistema de Alimentación Ininterrumpida	128
5.6.	Termos eléctricos	130
5.7.	Tornos	132
5.8.	Puertas automáticas	135
5.9.	Bombas.....	138
5.10.	Ascensores.....	140
5.11.	Otros.....	143
6.	Análisis de Riesgos	144
6.1.	Conclusión	145
7.	Bibliografía y Catálogos.....	146

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Contrato 1 de potencia eléctrica actual	4
Tabla 2.2: Contrato 2 de potencia eléctrica actual	4
Tabla 2.3: Precio de potencia eléctrica	6
Tabla 2.4: MAE Unificación de contratos	6
Tabla 2.5: MAE Ajuste de temperaturas de confort	8
Tabla 2.6: MAE Regulación en la renovación del aire	12
Tabla 2.7: MAE Reconfiguración unidades de generación calor/frío	15
Tabla 2.8: Inventario de lámparas actuales.....	18
Tabla 2.9: Tipos de lámparas.....	20
Tabla 2.10: Soporte de lámparas	21
Tabla 2.10: Inventario de lámparas propuestas	21
Tabla 2.11: MAE Cambio a lámparas de mayor eficiencia	23
Tabla 2.12: Inventario de lámparas Tipo 4 y 5	25
Tabla 2.13: Modelo sensor de movimiento	27
Tabla 2.14: Consumo lámparas Tipo 4 y 5.....	28
Tabla 2.15: MAE Control alumbrado mediante sensor de movimiento en alumbrado	29
Tabla 2.16: Modelo lámpara Tipo 1.....	30
Tabla 2.17: Consumo lámpara Tipo 1	31
Tabla 2.18: MAE Regulación iluminación en función de luz natural	32
Tabla 2.19: MAE Uso de regletas con interruptor	33
Tabla 2.20: MAE Uso de regletas con enchufe programable	33
Tabla 2.21: MAE Configuración modo ahorro energía equipos informáticos	35
Tabla 2.22: Consumo mantenimiento temperatura.....	35
Tabla 2.23: Precio de la electricidad	36
Tabla 2.24: MAE Desconexión termos	37
Tabla 2.25: Consumo anual actual tornos	37
Tabla 2.26: MAE Control horario funcionamiento de tornos	38

Tabla 2.27: Potencia contratada	39
Tabla 2.28: Potencia instalada y contratada	39
Tabla 2.29: Potencia reducida	40
Tabla 2.30: Ahorro reducción de potencias	40
Tabla 2.30: MAE Reducción de potencias.....	41
Tabla 2.31: Análisis económico	48
Tabla 2.32: Resultados estudio económico	49
Tabla 2.33: Análisis de sensibilidad	50
Tabla 2.34: Datos del escenario más desfavorable	51
Tabla 2.35: Resultado económico del proyecto	52
Tabla 3.1: Lámparas propuestas para mejora, potencia y consumo.....	56
Tabla 3.2: Modelos de lámparas LED propuestas.....	58
Tabla 3.3: Potencia y consumo con lámparas LED propuestas.....	58
Tabla 3.4: MAE Cambio a iluminación tipo LED	60
Tabla 3.5: Consumo total actual de lámparas Tipo 1	62
Tabla 3.6: Modelos de sensores y balastos propuestos.....	64
Tabla 3.7: Consumo de las lámparas Tipo 1 propuestas	64
Tabla 3.8: MAE Instalación de regulación diurna.....	65
Tabla 3.9: MAE Secador de manos	68
Tabla 3.10: Consumo termos durante fines de semana	69
Tabla 3.11: MAE Programadores eléctricos en los termos	70
Tabla 3.12: MAE Desconexión termos eléctricos durante los periodos vacacionales	71
Tabla 3.13: MAE Instalación variador de frecuencia en bombas de agua	73
Tabla 4.1: Precio de la energía eléctrica para BT 3.0 A	81
Tabla 5.1: Consumo mensual climatización.....	88
Tabla 5.2: Eficiencia de la renovación de aire	92
Tabla 5.3: Espesores de aislamiento de conductos	92
Tabla 5.4: Caudales de aire exterior en dm ³ /s por persona	93
Tabla 5.5: Modelo de sistema HRW.....	98

Tabla 5.6: Unidades exteriores VRF	102
Tabla 5.7: Unidades interiores Fan Coil	108
Tabla 5.8: Pingüinos y radiadores.....	110
Tabla 5.9: Modelo de secador de manos.....	111
Tabla 5.10: Inventario de climatización	111
Tabla 5.11: Consumo eléctrico iluminación.....	114
Tabla 5.12: Inventario de lámparas	117
Tabla 5.13: Número de lámparas de cada tipo	119
Tabla 5.14: Potencia unitaria zonas.....	119
Tabla 5.15: Inventario de ordenadores	124
Tabla 5.16: Características de los ordenadores	125
Tabla 5.17: Características equipos del sistema de seguridad	127
Tabla 5.18: Características SAI	128
Tabla 5.19: Inventario de termos eléctricos.....	130
Tabla 5.20: Características de los termos.....	130
Tabla 5.21: Consumo de los termos	130
Tabla 5.22: Consumo mensual de los tornos.....	131
Tabla 5.23: Inventario de tornos.....	132
Tabla 5.24: Consumo máximo mensual de los tornos	133
Tabla 5.25: Consumo mensual de los tornos.....	134
Tabla 5.26: Inventario de puertas automáticas	135
Tabla 5.27: Consumo máximo de las puertas automáticas	136
Tabla 5.28: Consumo mensual de las puertas automáticas	137
Tabla 5.29: Inventario del sistema de bombas	138
Tabla 5.30: Potencia de las bombas.....	139
Tabla 5.31: Características de las bombas	139
Tabla 5.32: Consumo de las bombas	139
Tabla 5.33: Inventario de ascensores	141
Tabla 5.34: Potencia del sistema de ascensores	141

Tabla 5.35: Datos para cálculo de consumo de los ascensores 142

Tabla 5.36: Consumo mensual de los ascensores 142

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Consumo eléctrico mensual de los últimos años. Contrato 1	4
Figura 2.2: Consumo eléctrico mensual de los últimos años. Contrato 2	5
Figura 2.3: Factura eléctrica años 2012 y 2013	5
Figura 2.4: Consumo eléctrico climatización y ahorro con ajuste de temperatura	8
Figura 2.5: Funcionamiento del Sistema de renovación de aire con/sin demanda controlada	10
Figura 2.6: Funcionamiento del sistema de renovación	11
Figura 2.7: Consumo eléctrico climatización y ahorro con regulación en la renovación de aire	11
Figura 2.8: Consumo de unidades de climatización (kWh)	12
Figura 2.9: Conexiones de los VRF repartidos por el edificio	13
Figura 2.10: Especificaciones modelos de VRF	14
Figura 2.11: Consumo eléctrico climatización y ahorro reconfiguración	15
Figura 2.12: Número de lámparas en el edificio Tipo 1, 3, 4 y 10	17
Figura 2.13: Porcentaje de lámparas con potencial de mejora	18
Figura 2.14: Potencia instalada en iluminación.	19
Figura 2.15: Consumo eléctrico iluminación (kWh).....	19
Figura 2.16: Consumos de aplicación de la medida (kWh)	22
Figura 2.17: Número de lámparas instaladas Tipo 4 y 5	24
Figura 2.18: Porcentaje de lámparas con potencial de instalación de sensor	25
Figura 2.19: Potencia instalada lámparas Tipo 4 y 5	26
Figura 2.20: Consumo eléctrico iluminación lámparas Tipo 4 y 5 (kWh).....	26
Figura 2.21: Sensor de movimiento.....	27
Figura 2.22: Consumo iluminación y ahorro instalación de sensor (kWh).....	28
Figura 2.23: Porcentaje de consumo en iluminación lámparas Tipo 1	29
Figura 2.24: Consumo iluminación y ahorro control de alumbrado (kWh).....	31
Figura 2.25: Comparación consumo energético actual y estimado con MAE	42
Figura 2.26: Ahorro económico de las diferentes medidas propuestas	43

Figura 2.27: Ahorro de emisiones de CO ₂	44
Figura 2.28: Precio de la tonelada de CO ₂ en el mercado europeo de comercio de emisiones	45
Figura 2.29: Precio CO ₂ en el Mercado de Carbono. SENDECO2	46
Figura 2.30: Flujos de caja del proyecto	49
Figura 2.31: Análisis de sensibilidad.....	51
Figura 3.1: Emisión luminosa en tubo LED vs tubo fluorescente	54
Figura 3.2: Número de lámparas de cada tipo.....	55
Figura 3.3: Porcentaje de lámparas propuestas para mejora.....	55
Figura 3.4: Porcentaje de potencia instalada de lámparas Tipo 1, 3, 4 y 6.....	57
Figura 3.5: Porcentaje de consumo de lámparas tipo 1, 3, 4 y 6	57
Figura 3.6: Consumo iluminación y ahorro (kWh) con iluminación tipo LED	59
Figura 3.7: Consumo iluminación LED vs fluorescentes (kWh).....	59
Figura 3.8: Número de lámparas Tipo 1	61
Figura 3.9: Porcentaje de lámparas con potencial de mejora por control diurno	61
Figura 3.10: Porcentaje de potencia instalada de lámparas Tipo 1	62
Figura 3.11: Porcentaje de consumo de lámparas Tipo 1	62
Figura 3.12: Plano del sistema de instalación de los sensores.....	63
Figura 3.13: Detalle del sensor de control diurno	64
Figura 3.14: Consumo iluminación y ahorro (kWh) con instalación sensores.....	65
Figura 3.15: Tabla orientativa para elección de potencia de refrigeración	66
Figura 3.16: Detalle del modelo de secador de manos propuesto	67
Figura 3.17: Relación del caudal, presión y potencia con la velocidad	72
Figura 4.1: Consumo de los distintos sistemas	76
Figura 4.2: Línea energética base	77
Figura 4.3: Consumo eléctrico de los últimos años	78
Figura 4.4: Consumo agua de los últimos años	79
Figura 4.5: Cálculo del consumo energético del año tipo	80
Figura 4.6: Periodos establecidos para tarifa BT 3.0 A	81
Figura 4.7: Importe de la factura eléctrica de los últimos años	82

Figura 5.1: Detalle del edificio. Sección vertical y Planta baja	84
Figura 5.2: Detalle del edificio. Alzado y perfil	85
Figura 5.3: Temperatura media Madrid año 2008	86
Figura 5.4: Orientación del edificio	86
Figura 5.5: Consumo energético climatización vs total	87
Figura 5.6: Consumo mensual climatización vs total	88
Figura 5.7: Esquema unidades de climatización	89
Figura 5.8: Esquema del sistema del sistema de climatización	90
Figura 5.9: Detalles del sistema de renovación de aire	91
Figura 5.10: Detalle del aislamiento	93
Figura 5.11: Rendimiento del intercambiador	94
Figura 5.12: Detalle del recuperador entálpico	95
Figura 5.13: Esquema de funcionamiento del sistema recuperador entálpico	95
Figura 5.14: Funcionamiento recuperación entálpica. Fuente: Soler y Palau	96
Figura 5.15: Funcionamiento de las unidades de filtración	96
Figura 5.16: Baterías de agua	97
Figura 5.17: Funcionamiento del y-pass. Fuente: Soler y Palau.....	97
Figura 5.18: Funcionamiento módulo de enfriamiento adiabático. Fuente: Soler y Palau	98
Figura 5.19: Detalle del fan.....	99
Figura 5.20: Esquema del sistema de confort térmico	100
Figura 5.21: Detalle de las unidades exteriores VRF	101
Figura 5.22: Comparativo entre operación con y sin inverter	102
Figura 5.23: Detalle y esquema de funcionamiento del sistema SETFREE FXN(E).....	103
Figura 5.24: Detalle de unidades interiores de FanCoil.....	104
Figura 5.25: Esquema de una unidad interior de FanCoil	104
Figura 5.26: Comparación funcionamiento con/sin sistema inverter	105
Figura 5.27: Detalle de un RCI	105
Figura 5.28: Detalle de un RPI.....	106
Figura 5.29: Detalle de un RPK.....	106

Figura 5.30: Detalle de un RPF	106
Figura 5.31: Detalle de un Liebert S120A + 1 x HCE24	107
Figura 5.32: Detalle de un Condensador HCE-24.....	107
Figura 5.33: Detalle de un S120A.....	108
Figura 5.34: Detalle de un pingüino	109
Figura 5.35: Detalle de modelos de calefactor-convector	110
Figura 5.36: Detalle de secador de manos	110
Figura 5.37: Consumo de unidades de climatización	113
Figura 5.38: Consumo eléctrico iluminación vs total edificio.....	113
Figura 3.39: Consumo mensual iluminación frente al total del edificio (kWh)	114
Figura 5.40: Segmentación tipo colmena	115
Figura 5.41: Segmentación tipo Lobby	116
Figura 5.42: Detalle de balasto electrónico.....	118
Figura 5.43: Lámpara tipo 1 LOBBY	120
Figura 5.43: Lámpara tipo 1 COLMENA.....	120
Figura 5.44: Lámpara tipo 2	120
Figura 5.45: Lámpara tipo 3	121
Figura 5.46: Lámpara tipo 4	121
Figura 5.47: Lámpara tipo 5	121
Figura 5.48: Lámpara tipo 6	122
Figura 5.49: Lámpara tipo 7	122
Figura 5.50: Lámpara tipo 7'	122
Figura 5.51: Lámpara tipo 8	123
Figura 5.52: Lámpara tipo 9	123
Figura 5.53: Lámpara tipo 10.....	123
Figura 5.54: Detalle modelo ordenador.....	125
Figura 5.55: Consumo mensual ordenadores frente al total	126
Figura 5.56: Detalle del modelo de UPS de Riello	127
Figura 5.57: Consumo del sistema de seguridad frente al total.....	128

Figura 5.58: Detalle del modelo de SAI	129
Figura 5.59: Consumo del SAI frente al total	129
Figura 5.60: Consumo de los termos frente al total	132
Figura 5.61: Detalle de los tornos	133
Figura: 5.62: Consumo de los tornos frente al total.....	135
Figura 5.63: Detalle de una de las puertas automáticas.....	136
Figura 5.64: Consumo mensual de las puertas frente al total	137
Figura 5.65: Detalle de una de las bombas	138
Figura 5.66: Consumo de las bombas frente al total	140
Figura 5.67: Detalle de uno de los ascensores.....	141
Figura 5.68: Consumo de los ascensores frente al total	143

1. RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto tiene como objetivo la realización de un plan de inversiones basado en aplicar eficiencia energética en un edificio de oficinas del centro histórico de Madrid. Es una oportunidad muy interesante pues, debido a la Directiva 2012/27/UE, un 3% de la superficie pública debe renovarse cada año. Este proyecto nace con la firme intención de ser pionero en este sector, siendo uno de los primeros en realizarse en este tipo de edificios.

En dicho edificio¹, después de realizar una auditoría energética, se ha encontrado una oportunidad de ahorro energético importante. Esta oportunidad viene derivada de aplicar una serie de medidas de ahorro energético que, después de ser aplicadas simultáneamente, consiguen un **ahorro del 26,7%** respecto al consumo anual. Este ahorro supone un descenso significativo en el importe de la factura de electricidad del cliente.

La base de la eficiencia energética es crear un nuevo valor y compartirlo. De aquí nace la oferta propuesta para el cliente, de compartir ese ahorro energético mediante un **contrato a 10 años**, en el que Master Efficiency recibe del cliente parte del ahorro conseguido en el edificio del cliente a cambio de la instalación de todas las medidas en sus oficinas.

El proyecto resulta altamente rentable, con una **TIR de 16,13%**, gestionando correctamente todos los riesgos, tanto financieros como los propios del sector. De esta manera, este proyecto no solo se convierte en un proyecto fin de máster, sino también en una oportunidad real de negocio en el mundo de la eficiencia energética.

Ahorro energético anual	Duración del contrato	TIR
26,7%	10 años	16,13%

¹ Los datos sobre la localización del edificio y su propietario se encuentran bajo un acuerdo de confidencialidad, por lo que no formarán parte del proyecto.

2. ESCENARIO RECOMENDADO. MEDIDAS DE AHORRO Y EFICIENCIA

2.1. UNIFICACIÓN DE CONTRATOS

Situación actual

Actualmente existen dos contratos de potencia eléctrica, que se recogen en la Tabla 2.1 y Tabla 2.2.

Tabla 2.1: Contrato 1 de potencia eléctrica actual

Potencia contratada	
P1	125 kW
P2	125 kW
P3	125 kW

Este primer contrato corresponde con el contrato del edificio general. Se puede observar un consumo medio de 262.375 kWh anuales y 21.864 kWh mensuales. El consumo varía desde un mínimo de 12.500 kWh en el periodo vacacional y un máximo de 35.000 kWh en los meses más fríos.

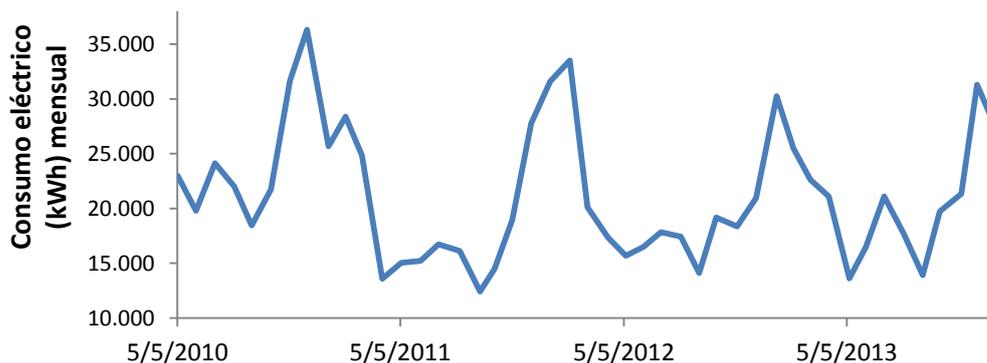


Figura 2.1: Consumo eléctrico mensual de los últimos años. Contrato 1

El segundo contrato tiene un consumo irregular que podría corresponder con un edificio público anexo fuera de uso o algún habitáculo del edificio en desuso.

Tabla 2.2: Contrato 2 de potencia eléctrica actual

Potencia contratada	
P1	15 kW
P2	15 kW
P3	15 kW

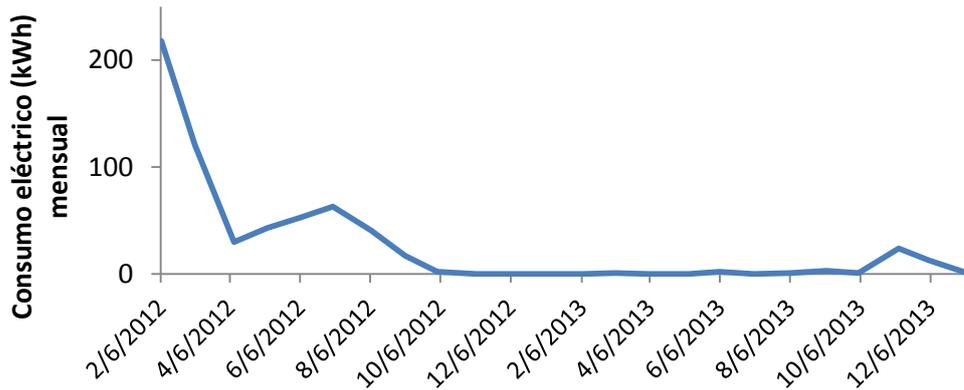


Figura 2.2: Consumo eléctrico mensual de los últimos años. Contrato 2

Descripción de la medida

Actualmente, en el Contrato 2 se paga prácticamente en su totalidad la disponibilidad de potencia y no el consumo. Por ello se propone unificar contratos a sabiendas que el consumo del Contrato 2 es técnicamente asimilable por el Contrato 1 sin necesidad de aumentar la potencia contratada. De tal manera se prevé un ahorro en la potencia contrata de 15kW para los 3 periodos.

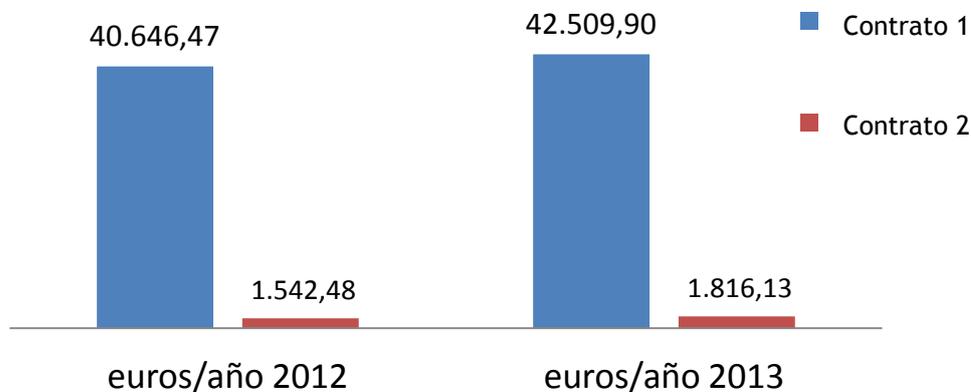


Figura 2.3: Factura eléctrica años 2012 y 2013

Situación futura

Teniendo en cuenta un precio tipo de potencia contratada que puede verse en la Tabla 2.3, se calcula el ahorro en 1.222 € anuales con una inversión inicial de 0 €.

Tabla 2.3: Precio de potencia eléctrica

Precio de potencia (€/kW)		
p1	3,39	€/mes
p2	2,03	€/mes
p3	1,35	€/mes

Tabla 2.4: MAE Unificación de contratos

<i>MAE. UNIFICACIÓN DE CONTRATOS</i>	
Ahorro energético (kWh/año)	-
Ahorro CO2 (kg/año)	-
Inversión inicial (€)	-
Ahorro económico (€)	1.221
Payback* (años)	-

*Tiene en cuenta la depreciación del dinero y el coste de inversión

2.2. AJUSTE DE TEMPERATURAS DE CONFORT

Situación actual

Actualmente el sistema de climatización para confort térmico lo componen las unidades interiores Fan Coil junto con las unidades exteriores VRF. El sistema se encuentra centralizado a excepción de unos pocos habitáculos. La potencia instalada en fan coil es de 6,18 kW y tienen un consumo mensual máximo de 1.530 kWh, que supone un 7% del total de climatización. La mayor parte del consumo de climatización es ocupado por las unidades exteriores VRF (85%).

Descripción de la medida

Por cada grado que se aumente la temperatura, se incrementa el consumo de energía aproximadamente en un 7% según el IDAE. Aunque la sensación de confort sea subjetiva, se puede asegurar que una temperatura entre 19-21°C es suficiente para la mayoría de personas. Además, por la noche es suficiente una temperatura de 15-17°C para sentirnos cómodos. Pese a ello lo recomendable es apagar la calefacción y encenderla un poco antes de la actividad. También se recomienda cerrar las persianas y cortinas por la noche: evitará importantes pérdidas de calor.

Teniendo en cuenta que cada grado reducido supone un descenso del 7% en el consumo energético, y el edificio se encuentra a una temperatura de 22-23°C en invierno y 21°C en verano; se considera que modificando la temperatura de 22-23°C a 19-21°C en invierno y de 21°C a 26°C en verano se ahorra una 17% de consumo energético en climatización y un 5% sobre el consumo total.

Situación futura

Del ajuste de temperatura de confort se calcula una reducción del potencia instalada de 0 kW y un ahorro anual de consumo energético de 22.625 kWh, que supone un 21% menos en el consumo anual de climatización y un 10% sobre el total de consumo de edificio. La inversión inicial es nula, ya que únicamente requiere la transmisión de las condiciones deseadas al operario de mantenimiento correspondiente.

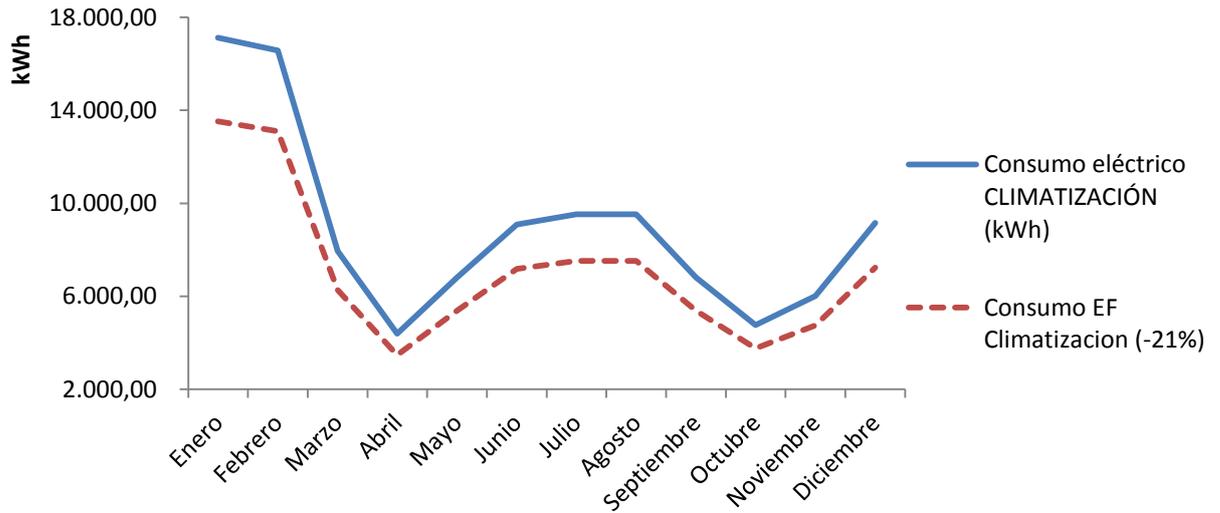


Figura 2.4: Consumo energético climatización y ahorro con ajuste de temperatura

Tabla 2.5: MAE Ajuste de temperaturas de confort

MAE. AJUSTE DE TEMPERATURAS DE CONFORT	
Ahorro energético (kWh/año)	222.625
Ahorro CO2 (kg/año)	5.611
Inversión inicial (€)	-
Ahorro económico (€/año)	1.843
Payback* (años)	-

*Tiene en cuenta la depreciación del dinero y el coste de inversión

2.3. REGULACIÓN DE LA RENOVACIÓN DEL AIRE

Situación actual

Actualmente se encuentran instaladas en el edificio dos unidades HRW de renovación de aire. Ambas unidades suman una potencia instalada de 0,54 kW y un consumo mensual de 133,65 kWh, que supone un 1% del total de climatización.

Descripción de la medida

El objetivo es reducir la renovación del aire ajustada a la demanda existente, cumpliendo con la normativa vigente (RITE).

La renovación del aire supone la mayor parte de las pérdidas. El RITE exige un caudal mínimo de renovación de aire según tipología de edificios. Edificios de oficinas corresponde a la categoría IDA2, que a una ocupación de 50 personas en el edificio da un caudal de renovación mínimo obligatorio de 2.250 m³/h.

No se puede reducir la capacidad de trabajo de los HRW disponibles ya que se supone que trabajan a su mayor caudal posible. La renovación actual del aire es 1.000 m³/h inferior a lo establecido.

Sin embargo se propone ajustar el funcionamiento a las necesidades del momento, ya que el edificio no se encuentra toda la jornada, de 11 horas de duración, al máximo de su capacidad. Durante el descanso para comer existe un descenso de la ocupación de 80%, y por la tarde del 50%. Además en periodo vacacional se estima una ocupación general del 40%. De tal manera el ahorro será debido:

- Reducción de la potencia calorífica/frigorífica necesaria para acondicionar la cantidad de aire que se introduce en la instalación
- Reducción del consumo eléctrico por los ventiladores

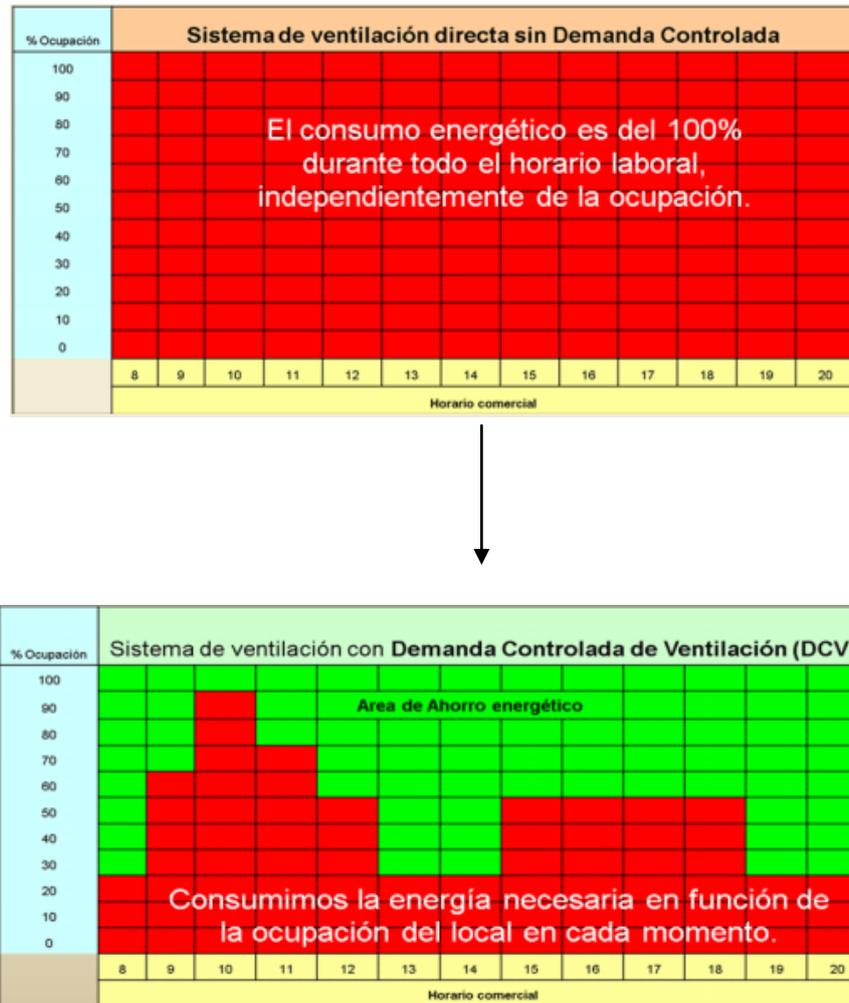


Figura 2.5: Funcionamiento del Sistema de renovación de aire con/sin demanda controlada

El sistema de caudal controlado de renovación de aire tiene un 34% menos de consumo respecto al sistema anterior entendiendo que actualmente el KPI funciona únicamente durante la jornada laboral. Respecto potencia calorífica/frigorífica necesaria se reduce un 12,5% respecto del consumo total de climatización debido a que se reduce la cantidad de aire a calentar/enfriar.

Al ser un espacio multizona, el proceso consistiría en instalar detectores de presencia conectado a los ventiladores de distribución de aire situados por todo el edificio.



Figura 2.6: Funcionamiento del sistema de renovación

Situación futura

De la instalación de regulación de la renovación de aire del edificio se calcula una reducción del potencia de 0 kW y un ahorro anual de consumo eléctrico de 13.834 kWh, que supone un 12,8% menos en el consumo eléctrico anual de climatización y un 6,13% sobre el total de consumo de edificio. La inversión inicial se calcula en 8.760 euros.

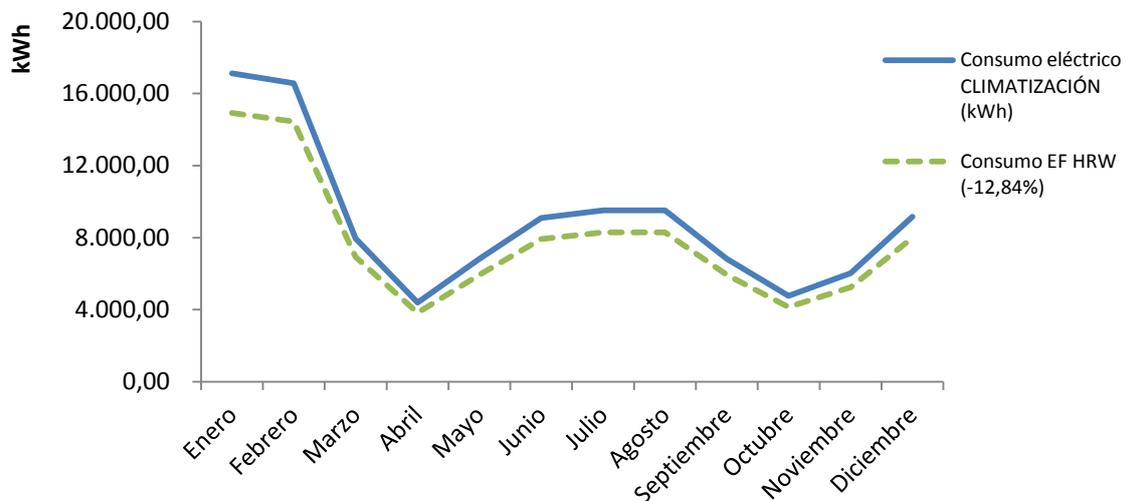


Figura 2.7: Consumo eléctrico climatización y ahorro con regulación en la renovación de aire

Tabla 2.6: MAE Regulación en la renovación del aire

MAE. REGULACIÓN DE LA RENOVACIÓN DEL AIRE	
Ahorro energético (kWh/año)	13.834
Ahorro CO2 (kg/año)	3.430
Inversión inicial (€)	8.760
Ahorro económico (€/año)	1.126
Payback* (años)	7,77

*Tiene en cuenta la depreciación del dinero y el coste de inversión

2.4. RECONFIGURACIÓN DE LAS UNIDADES DE GENERACIÓN CALOR/FRÍO

Situación actual

Actualmente las unidades exteriores VRF suponen la mayor parte del consumo eléctrico en climatización. Ocupan 65,22 kW de potencia instalada y consumo anual máximo de 1.529 kWh.

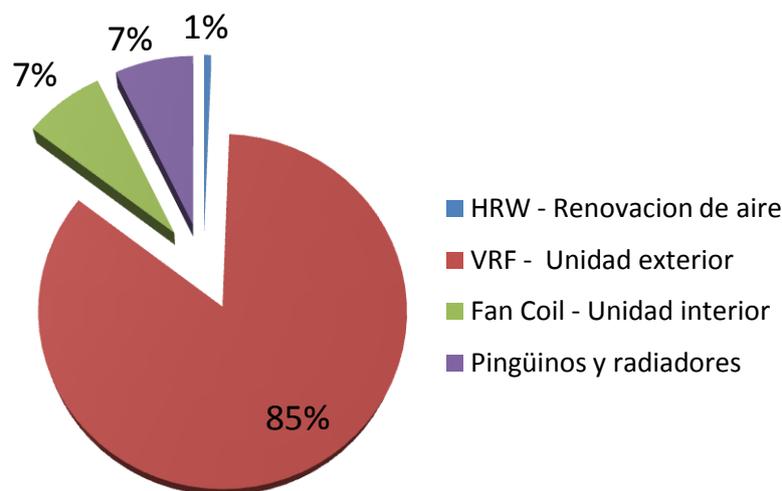


Figura 2.8: Consumo de unidades de climatización (kWh)

Los VRF están conectados a las unidades interiores repartidos por todo el edificio.

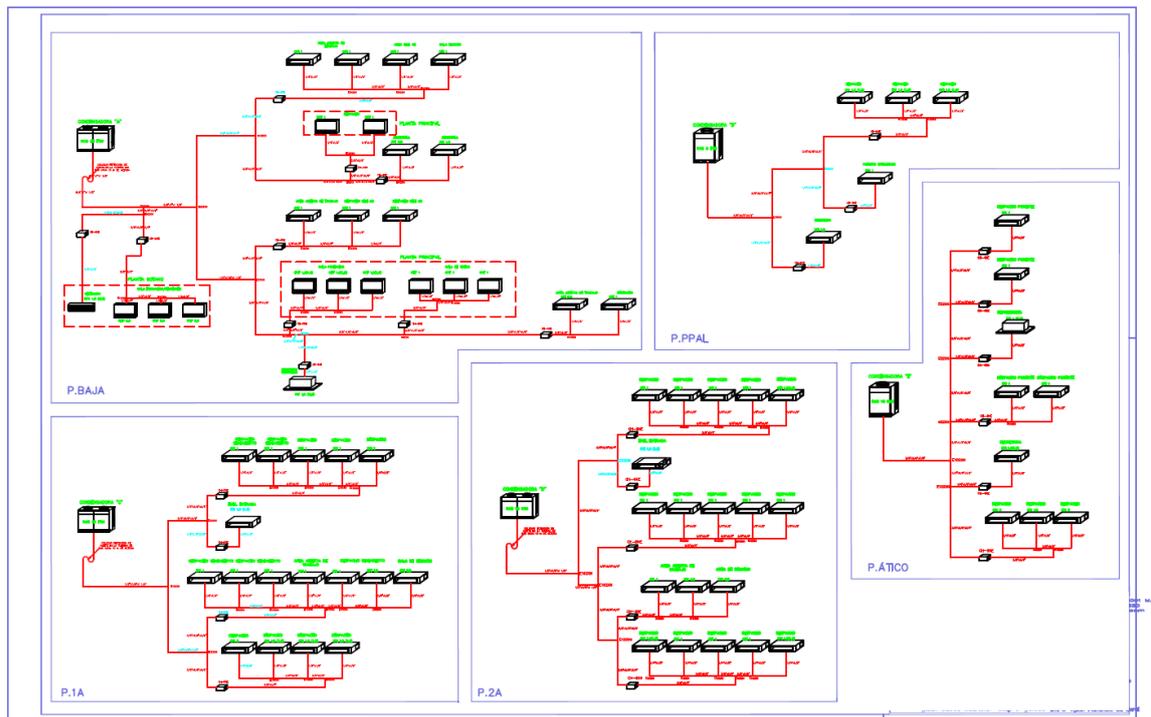


Figura 2.9: Conexiones de los VRF repartidos por el edificio

Descripción de la mejora

Se podría considerar que dadas las características de las instalaciones, el modelo FXN está sobredimensionado para las necesidades. Teniendo en cuenta que el edificio tiene 25 metros de altura y 19x28 m de superficie, se considera que la distancia máxima que se puede llegar a necesitar a las unidades de distribución a los Fan-Coil es de 100 m. La planta principal tiene 5 unidades de climatización conectadas al VRF exterior RAS 8FXN y el ático tiene 9 unidades de climatización conectadas al VRF exterior RAS 10FXN. Ambas unidades están sobredimensionadas ya que son capaces de asimilar hasta 19 unidades interiores a una distancia de 165 metros cada una. Por ello se considera recomendable que se unifiquen las unidades interiores de la planta principal y el ático a la unidad exterior RAS8FXN, y que la unidad RAS10FXN quede únicamente de apoyo en caso de ser necesario.

DATOS POR UNIDAD EXTERIOR*	MULTIZONE	UTOPIA ES	UTOPIA IVX CONFORT	UTOPIA CENTRIFUGA IVX	UTOPIA IVX PREMIUM	SET FREE MINI	SET FREE FLUJO FRONTAL	SET FREE MODULAR FSXN Hasta 12Hp	SET FREE MODULAR ALTA EFICIENCIA FSXNH. Hasta 18 Hp
Número de unidades interiores conectables	hasta 6	hasta 4	hasta 4	hasta 4	hasta 8	hasta 9	hasta 10	hasta 19	hasta 26
Capacidad frigorífica máxima	hasta 17.600 W	hasta 25.000 W	hasta 30.000 W	hasta 25.000 W	hasta 30.500 W	hasta 15.500 W	hasta 30.000 W	hasta 30.000 W	hasta 30.000 W
Distancia frigorífica máxima (real)	hasta 25 m	hasta 50 m	hasta 100 m	hasta 50 m	hasta 100 m	hasta 75 m	hasta 100 m	hasta 165 m	hasta 165 m
Distancia frigorífica máxima (longitud equivalente)	hasta 25 m	hasta 70 m	hasta 125 m	hasta 90 m	hasta 125 m	hasta 90 m	hasta 125 m	hasta 190 m	hasta 190 m
Tipo de ventilador	AXIAL descarga horizontal	AXIAL descarga horizontal	AXIAL descarga horizontal	CENTRIFUGO descarga conductible	AXIAL descarga horizontal	AXIAL descarga horizontal	AXIAL descarga horizontal	AXIAL descarga vertical	AXIAL descarga vertical
Presión estática disponible	NO	NO	NO	de 100 Pa a 120 Pa	NO	NO	NO	hasta 50 Pa	hasta 50 Pa
Control independiente de las unidades interiores	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Control centralizado	Opcional (con interfaz PSC-6RAD)	SI (bus H-LINK)	SI (bus H-LINK)	SI (bus H-LINK)	SI (bus H-LINK)	SI (bus H-LINK)	SI (bus H-LINK)	SI (bus H-LINK)	SI (bus H-LINK)
Nivel de eficiencia energética									
Nivel de precio	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★

* Los valores máximos varían según tamaños.
 ** El modelo 8CV permite hasta 12 unidades interiores.
 *** En comparación con una solución tradicional.

Figura 2.10: Especificaciones modelos de VRF

Situación futura

Del apagado de la unidad exterior RAS10FXN se estima una reducción la potencia de 8,8 kW y un ahorro anual de consumo eléctrico de 9.248 kWh que supone un 8,6% menos en el consumo energético anual de climatización y un 4,1% sobre el total de consumo de edificio.

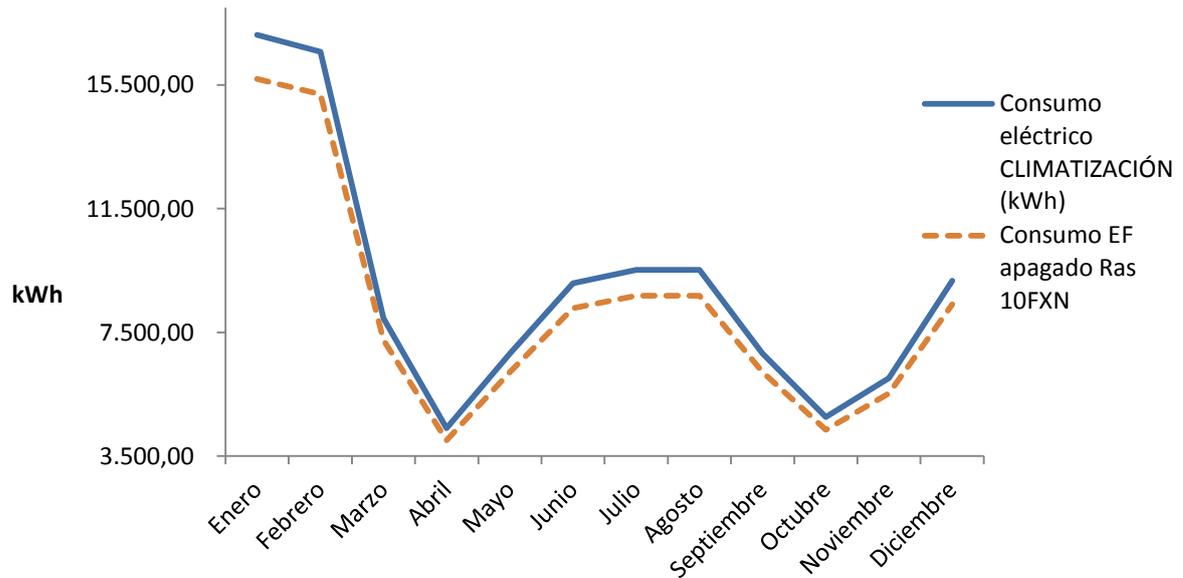


Figura 2.11: Consumo eléctrico climatización y ahorro reconfiguración

El mantenimiento y operación de los VRF son llevados a cabo por empresas externas por lo que la medida de eficiencia energética debe ser primero comunicada a la empresa correspondiente para que sea llevada a cabo. Se calcula una inversión de 399,93 € en el cambio de la configuración del RAS8FXN.

Tabla 2.7: MAE Reconfiguración unidades de generación calor/frío

MAE. RECONFIGURACIÓN UNIDADES GENERACIÓN CALOR/FRÍO	
Ahorro energético (kWh/año)	9.248
Ahorro CO2 (kg/año)	2.293
Inversión inicial (€)	399
Ahorro económico (€/año)	753
Payback* (años)	0,53

***Tiene en cuenta la depreciación del dinero y el coste de inversión**

2.5. CAMBIO LÁMPARAS EXISTENTES EN EL EDIFICIO POR OTRAS DE MAYOR EFICIENCIA

Situación actual

En el edificio existen 11 tipos de lámparas, de las cuales se han detectado mediante auditorias previas en edificio que las de *tipo 1 (lámpara fluorescente OSRAM T8 L36W/765)* y *tipo 3 (lámpara fluorescente OSRAM T8 L36W/840)* son modelos antiguos y ya descatalogados por la marca OSRAM.

Además las lámparas instaladas son lámparas T8, existiendo los modelos T5 que numerosas ventajas como son las que se describen a continuación:

- Los modelos T5 son un 20% más eficiente que los modelos T8
- El consumo energético global del sistema T5 frente al T8 es del orden del 35-45% inferior que con T8
- La duración media estándar del tubo T5 es mayor que con T8. Además los tubos se degradan con el tiempo y al final de su vida útil puede haber una reducción considerable en la cantidad de luz que producen. Este fenómeno es muy reducido en la tecnología T5
- Los tubos T5 tienen un menor contenido de mercurio (4 veces menos), por lo tanto son menos perjudiciales para el medioambiente

El total de lámparas a cambiar para tipo 1 y tipo 3 son 331 lámparas dentro del edificio, suponiendo un 43% de mejora en la tecnología. Estas lámparas se localizan en las zonas de COLMENA, correspondiendo con las zonas de oficinas; y en LOBBY, correspondiendo a los vestuarios, salas con equipos de climatización, agua y sistemas contra incendios localizados en la planta sótano del edificio. El total de lámparas distribuidas por estas dos zonas se describen a continuación:

- COLMENA: 324 lámparas de tipo 1
- LOBBY: 7 lámparas de tipo 3

También se pudo observar que para las lámparas de tipo 4 (lámparas Philips halógenas HALOPAR 16 ECO ST 28 W 230 V 30° GU10) y tipo 10 (luminaria fluorescente compacta Philips MASTER Colour CDM-T 250W/830 G12 1CT) existen modelos nuevos que pueden hacer reducir la potencia instalada de cada uno de los halógenos con respecto a los instalados en el edificio, aumentando así el número de lúmenes (luminancia).

El total de lámparas a cambiar para tipo 4 y tipo 10 son 87 lámparas dentro del edificio, suponiendo un 11% de mejora en la tecnología. Estas lámparas se localizan en las zonas de LOBBY. El total de lámparas distribuidas por estas dos zonas se describen a continuación:

- LOBBY: 77 lámparas de tipo 4 situadas en aseos y pasillos del edificio, 10 lámparas de tipo 10 localizados en el hall de los ascensores del edificio.

Por lo tanto se puede concluir que tras la auditoría previa, todos los tipos de lámparas comentados anteriormente pueden ser mejorables para aumentar la eficiencia de la iluminación dentro del edificio de oficinas. El resto de lámparas no nombradas correspondiente al resto de tipos estudiados en la auditoría son de una tecnología suficiente y bastante elevada sin necesidad de mejora.

A continuación se representa con el siguiente gráfico el número de lámparas de cada tipo que se han propuesto como mejora con respecto al total que no se incluirían en la medida de mejora.

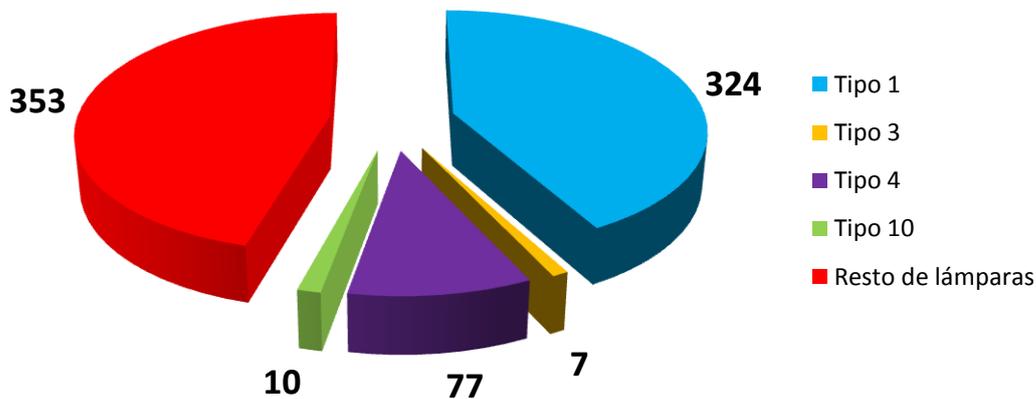


Figura 2.12: Número de lámparas en el edificio Tipo 1, 3, 4 y 10

A continuación se muestra el gráfico de los porcentajes asociados a las lámparas propuestas para mejora con respecto al total de lámparas existentes en el edificio:

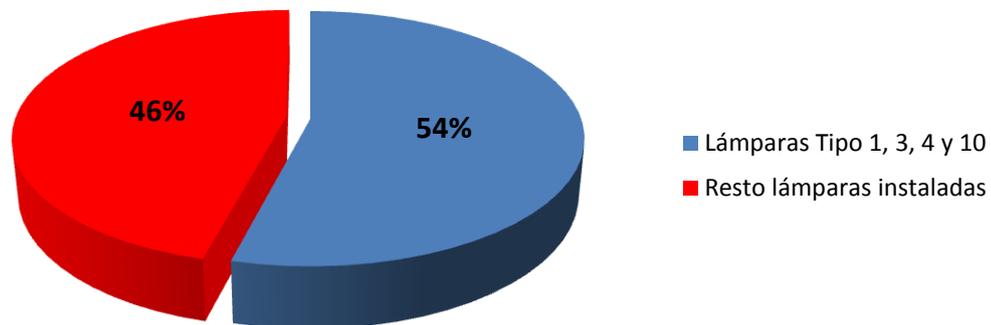


Figura 2.13: Porcentaje de lámparas con potencial de mejora

Como se puede ver en el anterior gráfico, la mejora supondría el 54% de las lámparas instaladas dentro del edificio de oficinas.

Actualmente la potencia instalada y el consumo total del conjunto de estas lámparas se presentan a continuación:

Tabla 2.8: Inventario de lámparas actuales

Modelos de lámparas	Potencia unitaria (W)	Potencia Total instalada (W) con 10% reducción por balastos	Consumo (kWh) 12 horas de funcionamiento
<i>Tipo 1 (lámpara fluorescente OSRAM T8 L36W/765)</i>	36	10498	126
<i>Tipo 3 (lámpara fluorescente OSRAM T8 L36W/840)</i>	36	227	3
<i>Tipo 4 (lámparas Philips halógenas HALOPAR 16 ECO ST 28 W 230 V 30° GU10)</i>	28	1940	23
<i>Tipo 10 (lámpara fluorescente compacta Philips MASTERColour CDM-T 250W/830 G12 1CT)</i>	150	1350	16

En los siguientes gráficos se muestran los porcentajes asociados de potencia (W) y consumos (kWh) de los 4 tipos de lámparas con respecto del total de lámparas instaladas, que se han

observado como mejorables y propuestos para mejora en la auditoría realizada en el edificio de oficinas:

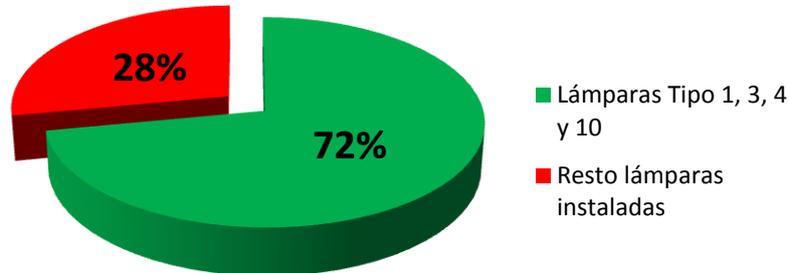


Figura 2.14: Potencia instalada en iluminación.

La potencia total instalada (W) de estos 4 tipos de lámparas es de 14015 W, representando por tanto un 72% de la potencia total instalada en iluminación en el edificio.

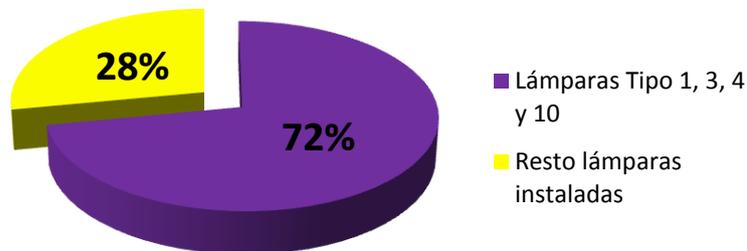


Figura 2.15: Consumo eléctrico iluminación (kWh)

El consumo total instalado (kWh) de estos tipos de lámparas es de 168 kWh, representando también un 72% del consumo total de iluminación en el edificio.

Descripción de las medidas

La medida comprende la instalación de nuevas lámparas adaptadas a la tecnología más elevada existente en el mercado que puedan dar buenos rendimientos, mayor durabilidad y ahorros de la energía que se consumen actualmente en iluminación dentro del edificio.

Para ello se dispondrá el cambio de lámparas de los 4 tipos nombrados en el apartado anterior.

Para ello se dispondrá instalar en los modelos de tipo 1 y tipo 3, un cambio de soporte de lámpara adaptable a la tecnología de T5 que ofrecen mejores rendimientos que con un adaptador. En el mercado el soporte de lámpara viene ya asociado a la lámpara, es decir, las marcas venden la luminaria completa (lámpara mas soporte), por lo que no es necesario una segunda inversión para la compra de lámparas. El total de luminarias a cambiar son de 331.

Para los modelos de tipo 4 y tipo 10, se sustituirán los actuales modelos que existen en el edificio, por otros de mayor rendimiento. El número total de lámparas a cambiar son 82.

Finalmente, los modelos a instalar de lámparas y luminarias son los que se muestran a continuación:

Tabla 2.9: Tipos de lámparas

Tipos de lámparas	Modelo de lámpara nueva
Tipo 1	Philips MASTER TL5 HE Eco 32=35W/830 UNP
Tipo 3	Philips MASTER TL5 HE Eco 32=35W/830 UNP
Tipo 4	Philips EcoHalo Foco halógeno, 25 W (35 W), Casquillo GU5.3, Blanca cálida
Tipo 10	Philips MASTERColour CDM-T 250W/830 G12 1CT

Tabla 2.10: Soporte de lámparas

Tipo de soporte de lámpara	Modelo de soporte de lámpara
Para tipo 1 y 3 de lámpara	(*) Philips celino TCS680 1X35W/840 HF-P D8 ALUM

(*) Como se ha comentado anteriormente, este modelo de soporte de lámpara lleva asociada también la lámpara de modelo Philips MASTER TL5 HE Eco 32=35W/830 UNP.

La lámpara de tipo 10 se sitúa sobre el hueco de ascensores, y por cada hueco de ascensores existen 2 lámparas repartidas por las 5 plantas del edificio, es decir, un total de 10 lámparas de este tipo en todo el edificio. Se comprobó que existen modelos de lámpara que pueden elevar la potencia instalada y el número de lúmenes de tal forma que del total de las dos lámparas por cada planta, se pudiera eliminar una y poner solo operativa una lámpara, es decir, tener 5 de este modelo en todo el edificio sin perder la eficiencia lumínica.

Con la reducción del número de lámparas a una por cada hueco de ascensores (5 lámparas menos en total) se ha reducido la potencia en 50 W, y se han aumentado los lúmenes con solo una lámpara, respectivamente a 27540 lm, es decir un 2% más de lúmenes con una reducción de potencia de 50 W. Esto implicará también una reducción de costes de lámpara y de mantenimiento, al ser menos lámparas las que hay que instalar tras el fin de su uso.

Con la medida propuesta, la potencia instalada y el consumo total diario del conjunto de estas lámparas se presentan a continuación:

Tabla 2.10: Inventario de lámparas propuestas

Modelos de lámparas	Potencia unitaria (W)	Potencia Total instalada (W) con 10% reducción por balastos	Consumo (kWh) 12 horas de funcionamiento
<i>Tipo 1 (lámpara fluorescente Philips MASTER TL5 HE Eco 32=35W/830 UNP)</i>	32	9330	112
<i>Tipo 3 (lámpara fluorescente Philips MASTER TL5 HE Eco 32=35W/830 UNP)</i>	32	202	2

<i>Tipo 4 (lámparas halógenas Philips EcoHalo Foco halógeno, 25 W (35 W), Casquillo GU5.3, Blanca cálida)</i>	25	1732	21
<i>Tipo 10 (lámpara fluorescente compacta Philips MASTERColour CDM-T 250W/830 G12 1CT)</i>	250	1125	14

Con este cambio, se ha conseguido reducir en 1600 W la potencia instalada de manera teórica. En la realidad pueden existir fluctuaciones de reducción de la potencia en función del uso de las lámparas a lo largo del año. En el consumo diario se consigue reducir el 11,3% del consumo inicial que se tenían con las antiguas lámparas.

A continuación se muestra en la siguiente gráfica los consumos mensuales iniciales sin la medida y con la medida propuesta:

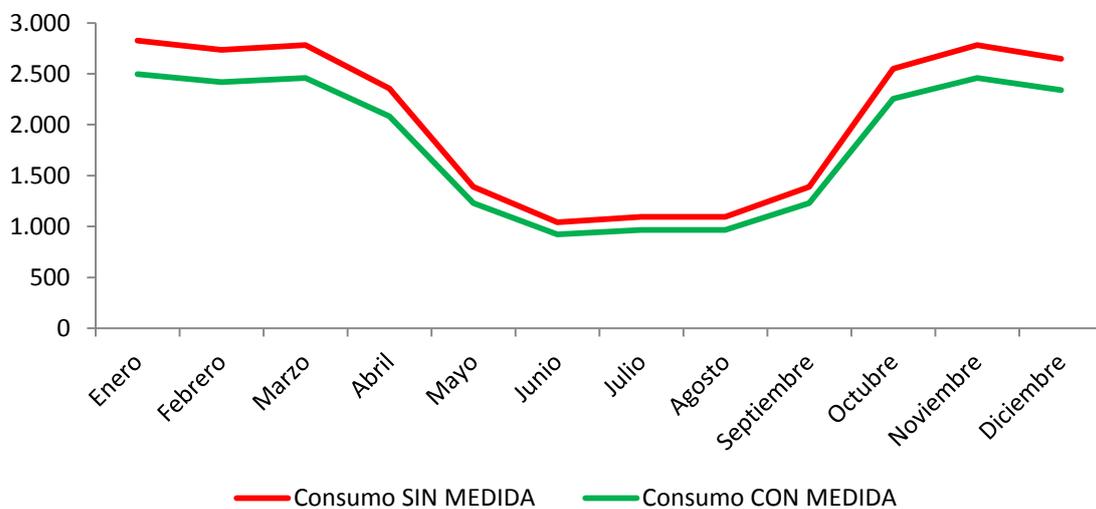


Figura 2.16: Consumos de aplicación de la medida (kWh)

La diferencia anual de aplicación de la medida supondría un ahorro del 11,6% en los consumos de electricidad por iluminación.

Situación futura

Así la implantación de esta medida conlleva un ahorro muy significativo, pues conseguimos reducir potencia y consumos. A continuación se muestran los ahorros que esta medida puede suponer del total de consumos de electricidad en iluminación dentro del edificio:

Tabla 2.11: MAE Cambio a lámparas de mayor eficiencia

MAE. CAMBIO LÁMPARAS EXISTENTES EN EL EDIFICIO POR OTRAS DE MAYOR EFICIENCIA	
Ahorro energético (kWh/año)	2.861
Ahorro CO2 (kg/año)	709
Inversión inicial (€)	13.126
Ahorro económico (€/año)	1.144
Payback* (años)	11,47

*Tiene en cuenta la depreciación del dinero y el coste de inversión

2.6. CONTROL DE ALUMBRADO MEDIANTE INSTALACIÓN DE SENSOR DE MOVIMIENTO

Situación actual

El control del alumbrado del edificio se realiza mediante pulsador. La problemática que presentan este tipo de control de alumbrado, sobretodo dentro del edificio de oficinas, es en zonas de tipo LOBBY como son los aseos al disminuir la concurrencia de los empleados y la facilidad de poder olvidar apagar la luminaria. Esto podría generar un gasto de energía eléctrica innecesaria dentro del edificio que habría que evitar mediante dispositivos de control mediante sensores.

También se observó que las lámparas de los huecos de las escaleras permanecen encendidas durante todo el día sin existir sectorización por planta, es decir, se encienden mediante pulsador para las 6 plantas de manera común, independientemente del tránsito.

Por lo que para los huecos de las escaleras y para los aseos se ha pensado priorizar la instalación de este tipo de medida.

Esta medida incidiría sobre las lámparas *tipo 4* (lámparas halógenas Philips EcoHalo Foco halógeno, 25 W (35 W), Casquillo GU5.3, Blanca cálida) y *tipo 5* (Lámpara fluorescente Philips MASTER PL-L 24W/840/4P 1CT) del inventario. Se ha tenido en cuenta para esta medida el modelo de tipo 4 aplicado en la anterior medida de cambio de fluorescente.

Las lámparas instaladas de tipo 5 en el hueco de la escalera son de 28 lámparas y las asociadas a los aseos de tipo 4 son en total 51 lámparas. En el siguiente gráfico se muestra de manera visual la cantidad de lámparas que abordaría esta medida con respecto del total del edificio:

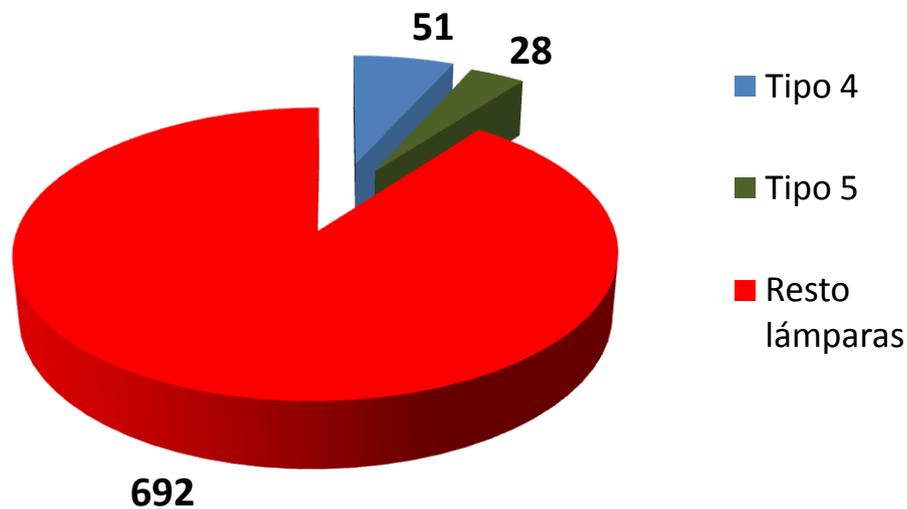


Figura 2.17: Número de lámparas instaladas Tipo 4 y 5

A continuación se muestra el gráfico de los porcentajes asociados a las lámparas propuestas para mejora con la medida de sensor de movimiento con respecto al total de lámparas existentes en el edificio:

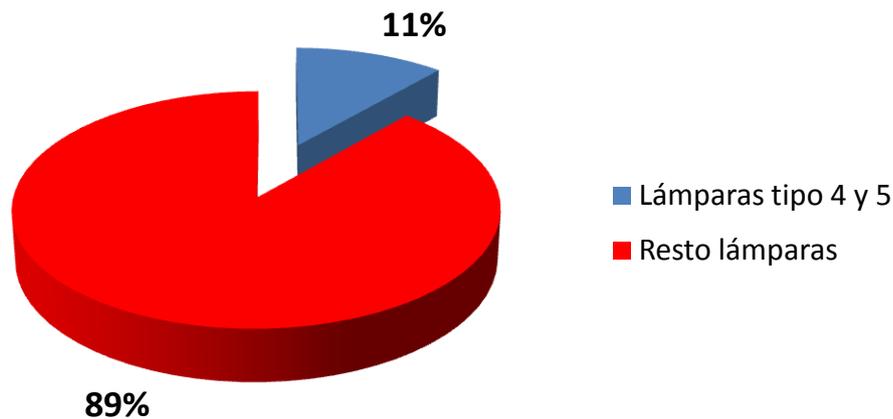


Figura 2.18: Porcentaje de lámparas con potencial de instalación de sensor

La potencia instalada y el consumo total inicial del conjunto de estas lámparas se presentan a continuación:

Tabla 2.12: Inventario de lámparas Tipo 4 y 5

Modelos de lámparas	Potencia unitaria (W)	Potencia Total instalada (W) con 10% reducción por balastos	Consumo (kWh) 12 horas de funcionamiento
<i>Tipo 4: lámparas halógenas Philips EcoHalo Foco halógeno, 25 W (35 W), Casquillo GU5.3, Blanca cálida</i>	25	1732	13,8
<i>Tipo 5: Lámpara fluorescente Philips MASTER PL-L 24W/840/4P 1CT</i>	24	605	7,3

En los siguientes gráficos se muestran los porcentajes asociados de potencia (W) y consumos (kWh) de los 2 tipos de lámparas con respecto del total de lámparas instaladas, que se han

observado como mejorables y propuestos para mejora para instalar los sensores de movimiento:

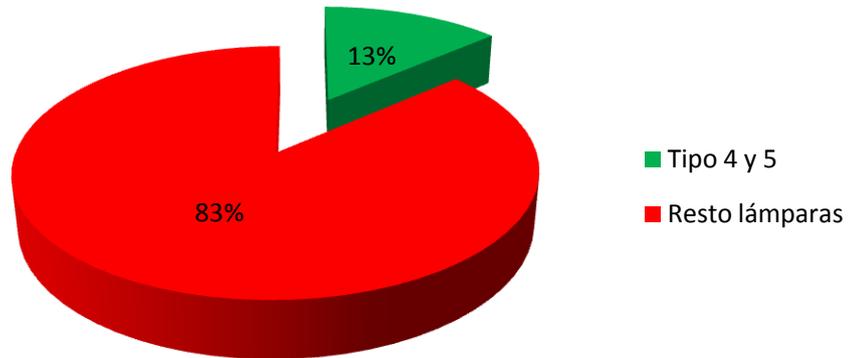


Figura 2.19: Potencia instalada lámparas Tipo 4 y 5

La potencia total instalada (W) de estos dos tipos de lámparas es de 2337 W, representando por tanto un 13% de la potencia total instalada en iluminación en el edificio.

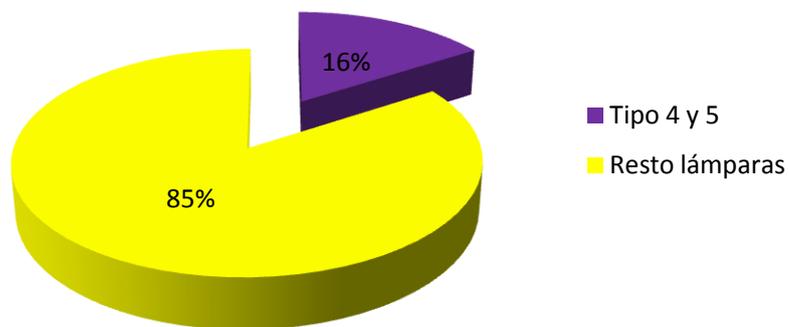


Figura 2.20: Consumo eléctrico iluminación lámparas Tipo 4 y 5 (kWh)

El consumo total instalado (kWh) de estos tipos de lámparas es de 24,6 kWh, representando un 16% del consumo total de iluminación en el edificio.

Gracias a estos dispositivos se consigue programar el encendido mediante la presencia del trabajador y el apagado se quedaría fijado en un intervalo de tiempo que el usuario estime en

el sensor. Se consiguen reducciones del 35% del consumo aproximadamente (según especificaciones técnicas del equipo).

Descripción de la medida

La medida comprende la instalación de sensores de movimiento para conseguir reducir el tiempo de encendido innecesario en la zona de huecos de las escaleras y en los aseos, de tal forma que sólo se encuentren encendidos por la presencia de los trabajadores, programando el sensor el tiempo que se precise. Se reduce así el riesgo de olvido de apagado por parte de los trabajadores de las lámparas en estas zonas. Aumentamos así la eficacia en el uso de las luminarias en estas zonas, reduciendo finalmente consumos eléctricos.

Para ello se dispondrá la instalación de los sensores en estas áreas. En total se instalarán los siguientes números de sensores en función de las zonas comentadas anteriormente:

- Huecos de las escaleras: 7 sensores de presencia para lámpara de tipo 5.
- Aseos: 32 sensores de presencia para lámpara de tipo 4.

Finalmente, el modelo a instalar de sensor se muestra a continuación:

Tabla 2.13: Modelo sensor de movimiento

Tipo de lámparas	Modelo del sensor a implantar
Tipo 4 y 5	Detector de movimiento pasivo LRM8117/00 SENSR MOV



Figura 2.21: Sensor de movimiento

Con la medida propuesta, el consumo total diario del conjunto de estas lámparas se presenta a continuación:

Tabla 2.14: Consumo lámparas Tipo 4 y 5

Modelos de lámparas	Consumo (kWh) 12 horas de funcionamiento
Tipo 4	4,1
Tipo 5	2,2

En el consumo diario se consigue una reducción del 30% del consumo inicial con la aplicación de la medida en las lámparas seleccionadas.

A continuación se muestra en la siguiente gráfica los consumos mensuales iniciales sin la medida y con la medida propuesta:

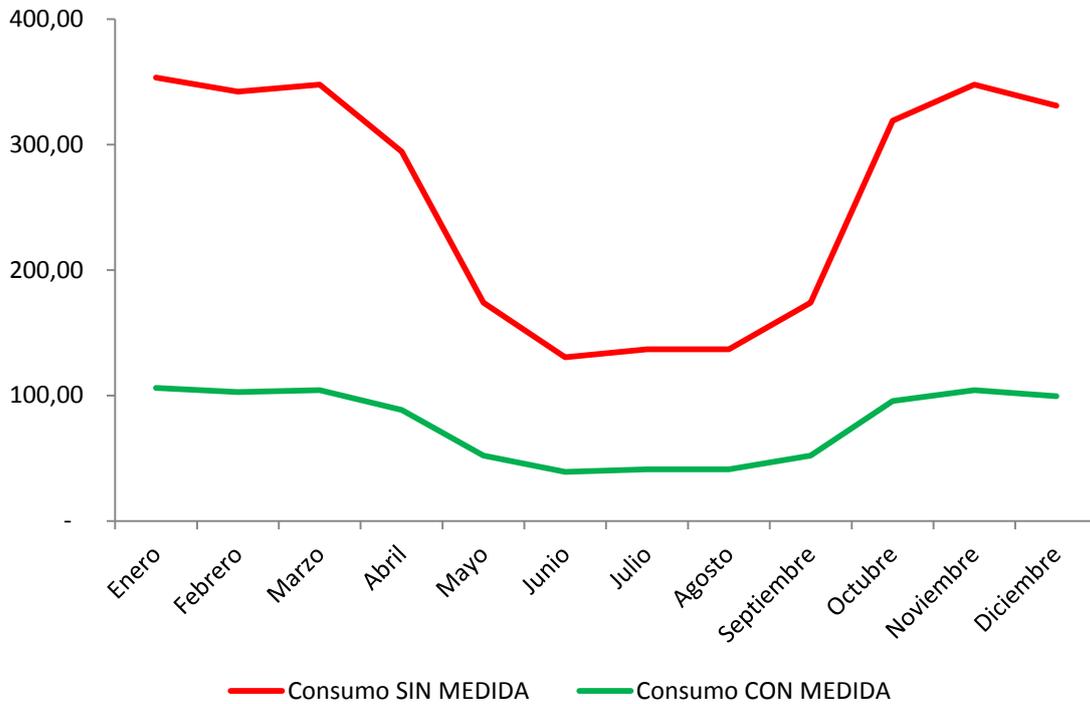


Figura 2.22: Consumo iluminación y ahorro instalación de sensor (kWh)

Situación futura

A continuación se muestran los ahorros que esta medida puede suponer del total de consumos de electricidad en iluminación dentro del edificio:

Tabla 2.15: MAE Control alumbrado mediante sensor de movimiento en alumbrado

MAE. CONTROL DE ALUMBRADO MEDIANTE INSTALACIÓN DE SENSOR DE MOVIMIENTO	
Ahorro energético (kWh/año)	2,160
Ahorro CO2 (kg/año)	651
Inversión inicial (€)	1.065
Ahorro económico (€/año)	104
Payback* (años)	11,17

*Tiene en cuenta la depreciación del dinero y el coste de inversión

2.7. REGULACIÓN DE LA ILUMINACIÓN EN FUNCIÓN DE LA LUZ NATURAL

Situación actual

Este sistema de control (conocido como luxsense por la marca Philips) es muy parecido al comentado anteriormente, afectando al mismo tipo de lámparas (*tipo 1*) dentro del edificio por lo que la situación actual inicial es el mismo. La única diferencia que guarda con respecto al sistema de regulación diurna es que gracias a estos dispositivos de domótica, se consiguen reducciones del 35% del consumo eléctrico aproximadamente (según especificaciones técnicas del equipo).

Por lo que finalmente el porcentaje de consumo (kWh) de la lámpara de tipo 1 con respecto del total de lámparas instaladas es el siguiente:

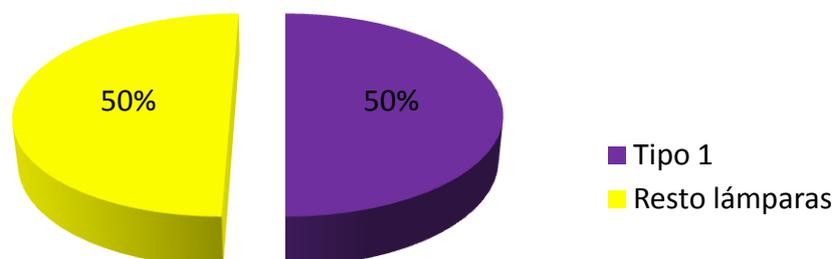


Figura 2.23: Porcentaje de consumo en iluminación lámparas Tipo 1

El consumo total instalado de estos tipos de lámparas es de 112 kWh, representando un 50% del consumo total de iluminación en el edificio.

Descripción de la medida

La medida comprende la instalación de sensores de regulación constante equilibrando los consumos necesarios con el nivel de iluminación diurna. Se aumenta así la eficacia en el uso de las luminarias en estas zonas, reduciendo finalmente consumos eléctricos y aumentando la durabilidad de las lámparas.

La diferencia con respecto a los sistemas de regulación diurna es que estos sistemas se programan para un nivel de iluminación determinado en función de la cercanía a ventanas o cualquier elemento que permita la entrada de luz diurna. Estos niveles de iluminación permanecen constantes sin variar en función de la luz diurna como ocurría en la medida anterior. Por ello la eficacia teórica es del 35%, es decir, 15% menos que con los sistemas de control de regulación diurna. Una ventaja es que son bastante más económicos con los anteriores. Además se mantiene el nivel de iluminación durante toda la vida de la lámpara, ya que se elimina la necesidad de elevar los niveles iniciales para compensar la reducción de la eficiencia por el paso de tiempo.

El sistema de instalación es el mismo que en la anterior medida, es decir, se conectan en serie en función de las luminarias del edificio. Para el edificio de oficinas se ha estimado que por cada 4 a 6 luminarias se instalarán dos equipos de regulación constante como ocurría con la medida anterior. Llevan asociados un balasto electrónico específico que hay que incorporar al soporte de la lámpara.

En total en el edificio se instalarán 54 sistemas de control (54 sistemas luxsense y 54 balastos asociados a la tecnología).

A continuación se muestran los modelos de sensores y balastos que se van a instalar en el edificio de oficinas:

Tabla 2.16: Modelo lámpara Tipo 1

Tipo de lámpara	Modelo de sistema de regulación diurna	Modelo de balasto requerido para el sistema
Tipo 1	Sistema luxsense micro (LXM)	balasto electrónico regulación Philips HF-R

Con la medida propuesta, el consumo total diario del conjunto de estas lámparas de tipo 1 se presenta a continuación:

Tabla 2.17: Consumo lámpara Tipo 1

Modelos de lámpara	Consumo (kWh) 12 horas de funcionamiento
Tipo 1	74,4

En el consumo diario se consigue reducir el 35% del consumo inicial con la aplicación de la medida en el tipo de lámpara seleccionada.

A continuación se muestra en la siguiente gráfica los consumos mensuales iniciales sin la medida y con la medida propuesta:

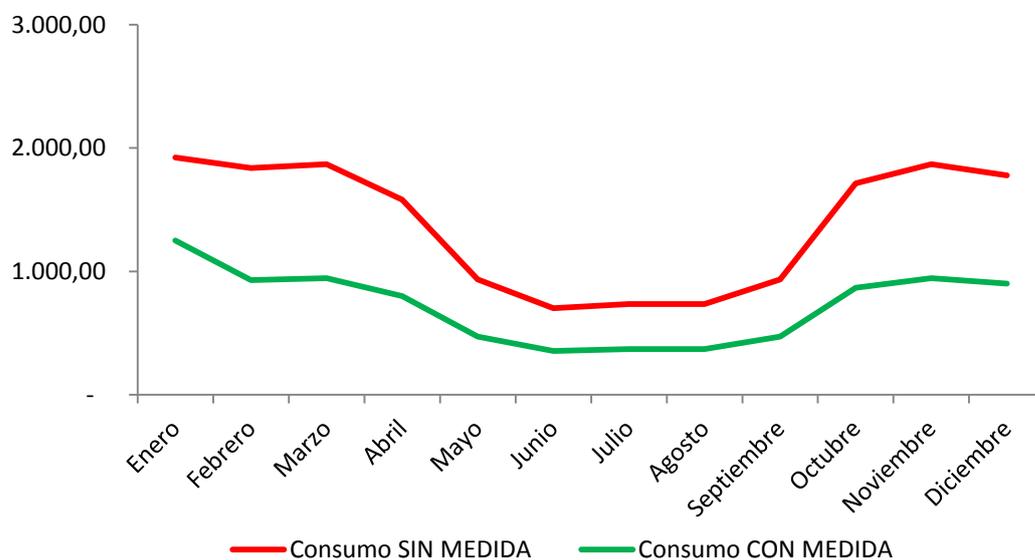


Figura 2.24: Consumo iluminación y ahorro control de alumbrado (kWh)

Situación futura

A continuación se muestran los ahorros que esta medida puede suponer del total de consumos de electricidad en iluminación dentro del edificio:

Tabla 2.18: MAE Regulación iluminación en función de luz natural

MAE. REGULACIÓN ILUMINACIÓN EN FUNCIÓN DE LUZ NATURAL	
Ahorro energético (kWh/año)	7.927
Ahorro CO2 (kg/año)	1.965
Inversión inicial (€)	4.481
Ahorro económico (€/año)	647
Payback* (años)	6,93

*Tiene en cuenta la depreciación del dinero y el coste de inversión

2.8. USO DE REGLETAS MÚLTIPLES CON INTERRUPTOR Y/O ENCHUFES PROGRAMABLES

Situación actual

Al acabar la jornada laboral, muchos ordenadores, monitores, impresoras... siguen consumiendo energía aunque nadie los use al permanecer en posición stand-by, e incluso aunque estén apagados del todo, por el simple hecho de permanecer conectados a la red. Aunque este consumo sea muy pequeño comparado con el consumo de los ordenadores cuando están encendidos, la suma de todos los equipos resulta en un gasto energético significativo.

Descripción de la medida

Para evitar esos “consumos fantasma” se recomienda **conectar todos los equipos de una zona de trabajo en una base de enchufes múltiple**, o regleta, con interruptor, de manera que al acabar la jornada laboral se puedan apagar todos a la vez de la toma de corriente pulsando el interruptor de la regleta.

La medida consiste en la instalación de 40 regletas de 6 enchufes con interruptor en las que conectar todos los ordenadores del edificio, teniendo así la capacidad de apagado de los ordenadores y todos sus periféricos cuando no son necesarios. De esta forma, los interruptores de las regletas deberán apagarse cuando no estén en uso.

También pueden usarse **enchufes programables** que permiten el apagado y encendido automático de todos los equipos conectados a ellos, dentro de los horarios seleccionados por los usuarios, evitando así tener que apagar manualmente la regleta.

Situación futura

Teniendo en cuenta el ahorro de consumo durante el apagado de los ordenadores no utilizados durante la mayoría del año, el consumo nocturno de los ordenadores utilizados diariamente y el que se realiza en los mismos los días no laborables se obtienen los resultados que se muestran a continuación.

Tabla 2.19: MAE Uso de regletas con interruptor

MAE. USO DE REGLETAS MÚLTIPLES CON INTERRUPTOR	
Ahorro energético (kWh/año)	2.144
Ahorro CO2 (kg/año)	531
Inversión inicial (€)	318
Ahorro económico (€/año)	160
Payback* (años)	2

Tabla 2.20: MAE Uso de regletas con enchufe programable

MAE. USO DE REGLETAS MÚLTIPLES CON ENCHUFES PROGRAMABLES	
Ahorro energético (kWh/año)	2.144
Ahorro CO2 (kg/año)	531
Inversión inicial (€)	547
Ahorro económico (€/año)	160
Payback* (años)	3,5

***Tiene en cuenta la depreciación del dinero y el coste de inversión**

Al ser igual el ahorro resultante pero mayor la inversión necesaria en el caso de la instalación de enchufes programables, se ha optado por la medida más económica. Por lo tanto, se propone la **instalación de regletas múltiples con interruptores** que puedan ser accionados por los propios trabajadores de las oficinas cuando vayan a utilizar los equipos.

2.9. CONFIGURAR EL MODO DE AHORRO DE ENERGÍA DE LOS EQUIPOS INFORMÁTICOS, Y GESTIONAR ADECUADAMENTE SU CONSUMO

Situación actual

El consumo de los equipos informáticos puede variar en gran medida según las condiciones de uso. Dentro de este consumo la pantalla del ordenador es en la que mayor variación puede conseguirse, ya que tiene muchas posibilidades de cambio y de fácil puesta en marcha.

Descripción de la medida

Se recomienda configurar adecuadamente el modo de ahorro de energía de los equipos ofimáticos para evitar el consumo de los mismos cuando dejan de utilizarse durante un tiempo significativo.

Por otro lado, es importante que los empleados adquieran una serie de pautas de gestión eficiente de los equipos para optimizar su consumo, como apagar la pantalla de monitor durante las paradas cortas. También se recomienda apagar por completo el ordenador durante paradas de más de una hora.

Como medida, se propone la configuración del modo ahorro de energía de todos los ordenadores, ajustando el brillo de la pantalla y eligiendo el salvapantallas de color negro. De esta forma, se estima un ahorro del 20% en el consumo de las pantallas.

Situación futura

Llevando a cabo esta medida, los resultados de ahorro energético son:

Tabla 2.21: MAE Configuración modo ahorro energía equipos informáticos

MAE. CONFIGURAR EL MODO DE AHORRO DE ENERGÍA DE LOS EQUIPOS INFORMÁTICOS, Y GESTIONAR ADECUADAMENTE SU CONSUMO	
Ahorro energético (kWh/año)	353
Ahorro CO2 (kg/año)	87
Inversión inicial (€)	62
Ahorro económico (€/año)	29,57
Payback* (años)	2,1

*Tiene en cuenta la depreciación del dinero y el coste de inversión

2.10. DESCONEXIÓN DE UNO DE LOS TERMOS DE CADA CUARTO DE BAÑO

Situación actual

El consumo de los termos eléctricos se divide en dos usos diferenciados, aunque consuma electricidad de la misma toma. El primero, el más fácil de ver, se trata en calentar el agua hasta la temperatura de consigna (65°C para los equipos instalados en el edificio); el segundo, más difícil de ver, se basa en mantener el agua caliente a la temperatura anteriormente indicada, venciendo de esta manera a las pérdidas de temperatura que se produzcan en el mismo. Este término se refiere a la disponibilidad de agua caliente, y es el término de consumo sobre el que se va actuar en esta medida, pues el consumo de agua caliente en el edificio no disminuirá.

Cada cuarto de baño cuenta con dos termos, uno para el aseo de señoras y otro para el de caballeros. Estos están situados cerca, solamente separados por una pared. Esta situación se da en los 5 baños situados en uno por planta. Estos termos están conectados las 24 horas del día durante los 365 días del año.

Tabla 2.22: Consumo mantenimiento temperatura

Consumo mantenimiento T ^a	Nº Unidades	Consumo anual (kWh)
0,73 kWh/termo	10	2664,5

Descripción de la medida

Esta medida consiste en la desconexión de uno de los termos, y derivar el agua caliente del otro termo mediante una tubería. De esta manera, se reduce el consumo para mantener caliente el agua en los dos termos.

La medida tiene un coste de instalación en fontanería estimado en 80 € para cada baño, contando precios de mercado, incluyendo la pequeña instalación y el material nuevo a comprar.

Una ventaja añadida de esta medida es que se dispone de 5 unidades de termo de repuesto, en caso de avería o mal funcionamiento de alguna de las unidades operativas. No supone ningún coste extra de mantenimiento.

También se reduce la potencia instalada del edificio, pues al retirar 5 termos, de 2 kW de potencia cada uno, se reduce la potencia en 10 kW.

Situación futura

Se quedan disponibles un baño para cada aseo, de forma que no se reduce la disponibilidad de agua caliente para los usuarios, ahorrando mantener caliente el agua por duplicado, además de disponer de 5 unidades de recambio, que pueden ser utilizadas en caso de necesidad. Debido a que el ahorro se produce durante las 24 horas de día, sin descanso, el precio del kWh será una media ponderada de las tres tarifas horarias del día.

Tabla 2.23: Precio de la electricidad

Período	euros/kWh	h/día
P1 (punta)	€ 0,092551	4
P2 (llano)	€ 0,081005	12
P3 (valle)	€ 0,060789	8
Media (24h)	€ 0,076191	24

El ahorro de los termos es del 16,9% y 0,56% sobre el total del consumo eléctrico del edificio.

Tabla 2.24: MAE Desconexión termos

MAE. DESCONEXIÓN DE UNO DE LOS TERMOS DE CADA CUARTO DE BAÑO	
Ahorro energético (kWh/año)	1.332
Ahorro kg CO2	330
Inversión inicial (€)	400
Ahorro económico (€/año)	101
Payback* (años)	3.94

*Tiene en cuenta la depreciación del dinero y el coste de inversión

2.11. CONTROL HORARIO DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS TORNOS

Situación actual

Los tornos de control de acceso, situados en la entrada del edificio, están conectados las 24 horas del día los 365 días del año, aunque el edificio este vacío. Aunque el consumo sea pequeño, sigue habiendo consumo solamente por mantener los tornos encendidos. No disponen de botón para que sean encendidos o apagados. En caso de desconexión, los tornos se abren de manera automática para permitir el paso de las personas, esto se diseña de esta manera para permitir la evacuación del personal en caso de apagón o emergencia. Están conectados mediante cables al cuadro de mandos de la planta baja, donde está la toma a la que están conectados.

Tabla 2.25: Consumo anual actual tornos

Consumo anual	5410,8	kWh
----------------------	--------	-----

Descripción de la medida

La medida consiste en colocar un programador eléctrico de tipo carril, que vaya colocado en el cuadro de mando, para que desconecte los tornos durante los fines de semana, para que no consuman electricidad durante ese período. En este caso, con un solo programador bastaría

para regular los tres tornos, pues en vez de enchufados directamente al cuadro de mandos, irían enchufados al programador, y este, al cuadro de mandos. El precio de este programador es de 50 €, y es la única inversión que es necesaria para poner en funcionamiento esta MAE.

El ahorro no es excesivamente grande comparado con el consumo total de la partida de los tornos, esto es debido a que el mayor consumo se lo llevan los días de diario, que es cuando los tornos están abriéndose y cerrándose. No requieren de un aumento del mantenimiento y tampoco reducen la potencia total instalada dentro del edificio.

Situación futura

Se ha conseguido un ahorro de la energía consumida por los termos durante el fin de semana. El precio de la electricidad, al ser periodos completos de 24 horas, se ha calculado de manera ponderada de la misma manera que en la MAE de desconexión de uno de los termos de cada baño.

El ahorro que se consigue es del 10,38 % de los termos y 0,24% sobre el consumo eléctrico total del edificio.

Tabla 2.26: MAE Control horario funcionamiento de tornos

MAE. CONTROL HORARIO DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS TORNOS	
Ahorro energético (kWh/año)	562
Ahorro CO2 (kg/año)	139
Inversión inicial (€)	50
Ahorro económico (€/año)	42,79
Payback* (años)	1,3

***Tiene en cuenta la depreciación del dinero y el coste de inversión**

2.12. REDUCCIÓN DE LA POTENCIA CONTRATADA

Situación actual

En estos momentos, el edificio tiene contratada la misma potencia para los tres períodos de facturación (125 kW).

Tabla 2.27: Potencia contratada

Pot. Contratada (kW)	Periodo
125	P1
125	P2
125	P3

Descripción de la medida

Debido a las MAE anteriores, se ha reducido la potencia instalada del edificio en **20,40 kW**. Por lo que es posible bajar el término de potencia contratada. Esta reducción de potencia viene derivada de eliminar los 5 termos, 2 kW de potencia cada uno, de la sustitución de todas las lámparas por lámparas de menor consumo (1,6 kW), y del la redistribución del trabajo de los VRF de la azotea, cargando a uno con el trabajo del otro, dejando a este prácticamente sin uso. Esta última MAE reduce en 8,8 kW la potencia instalada. Pero no se puede reducir la totalidad de la potencia desinstalada. Actualmente, el ratio de potencias es el siguiente:

Tabla 2.28: Potencia instalada y contratada

Pot. Instalada (kW)	178,6
Pot. Contratada (kW)	125
Ratio	0,70

Por lo tanto, se va reducir la potencia contratada en un 70%, es decir, en 15 kW, para los períodos 1 y 2. Para el período 3, se puede reducir más. Esto se debe a que el edificio nunca está abierto cuando llega el período 3, pues es el período nocturno. Solamente la climatización, que arranca a las 07:00 de la mañana, trabaja en este período, y tiene

instalados 94,33 kW de potencia. Luego es posible reducir aún más la potencia en ese período. Se puede bajar hasta 100 kW. Por lo tanto, la reducción de la potencia contratada es la siguiente:

Tabla 2.29: Potencia reducida

Periodo	Pot. Reducida (kW)	Pot. Final Contratada (kW)
P1	15	110
P2	15	110
P3	25	100

Situación futura

Sin reducir la disponibilidad de electricidad, se ha conseguido bajar la facturación mensual en el término de potencia. Esta reducción es la siguiente:

Tabla 2.30: Ahorro reducción de potencias

Periodo	Precio (euros/kW y mes)	Ahorro Anual
P1	€ 3,394074	€ 610,93
P2	€ 2,036444	€ 366,56
P3	€ 1,357630	€ 407,29
		€ 1.384,78

Tabla 2.30: MAE Reducción de potencias

<i>MAE. REDUCCIÓN DE LA POTENCIA CONTRATADA</i>	
Ahorro energético (kWh/año)	-
Ahorro CO2 (kg/año)	-
Inversión inicial (€)	-
Ahorro económico (€/año)	1.384
Payback* (años)	-

*Tiene en cuenta la depreciación del dinero y el coste de inversión

2.13. RESULTADOS

Las medidas de ahorro y eficiencia energética elegidas resultan en un ahorro energético total de **63.515 kWh/año** y un ahorro económico de **8.365 €/año**.

En la siguiente gráfica se puede observar la línea de consumo actual y el ahorro conseguido con la implantación de las medidas propuestas.

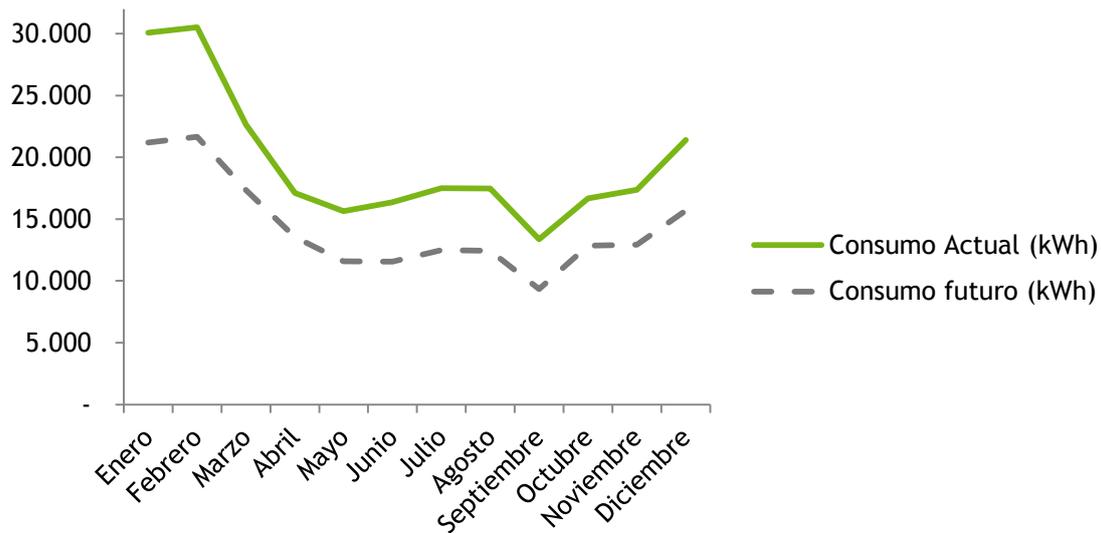


Figura 2.25: Comparación consumo energético actual y estimado con MAE

Si se representa el ahorro económico obtenido con las medidas de eficiencia, puede verse que el mayor ahorro se consigue a través del ajuste de temperaturas de confort, la unificación de contratos y la regulación de la renovación del aire; siendo poco significativo el ahorro producido por la configuración del modo ahorro de energía de los ordenadores, el control horario del funcionamiento de los tornos, la desconexión de termos, el control de alumbrado mediante sensores de movimiento y el uso de regletas múltiples con interruptor.

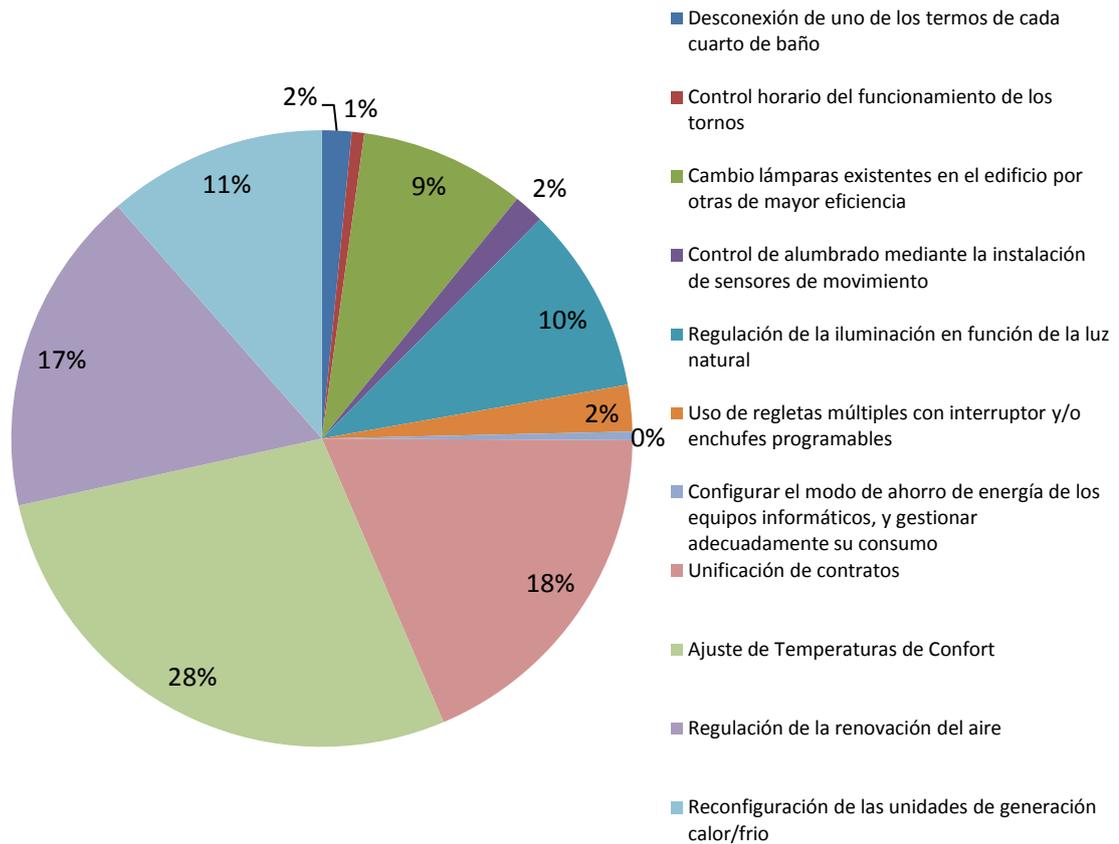


Figura 2.26: Ahorro económico de las diferentes medidas propuestas

2.13.1 Compensación de CO₂ ahorrado

El conjunto de medidas de Ahorro y Eficiencia Energética ha reducido el consumo de eléctrico del edificio originando a su vez un ahorro de emisiones de CO₂ propias de la generación eléctrica. El ahorro generado de CO₂ es de 15,65 t/año que integrado en el Mercado Voluntario de Carbono deriva en ingresos de 88 €/año a precio de Junio de 2014 establecido en 5,56 €/t. Debido a la poca magnitud de los ingresos a fecha de hoy y sin previsión de subir excesivamente se considera poco significativo incluir dichos ingresos dentro del balance financiero del proyecto.

A continuación se presenta la distribución de medidas de Ahorro y Eficiencia Energética en relación con las reducciones de emisiones de CO₂ que han generado.

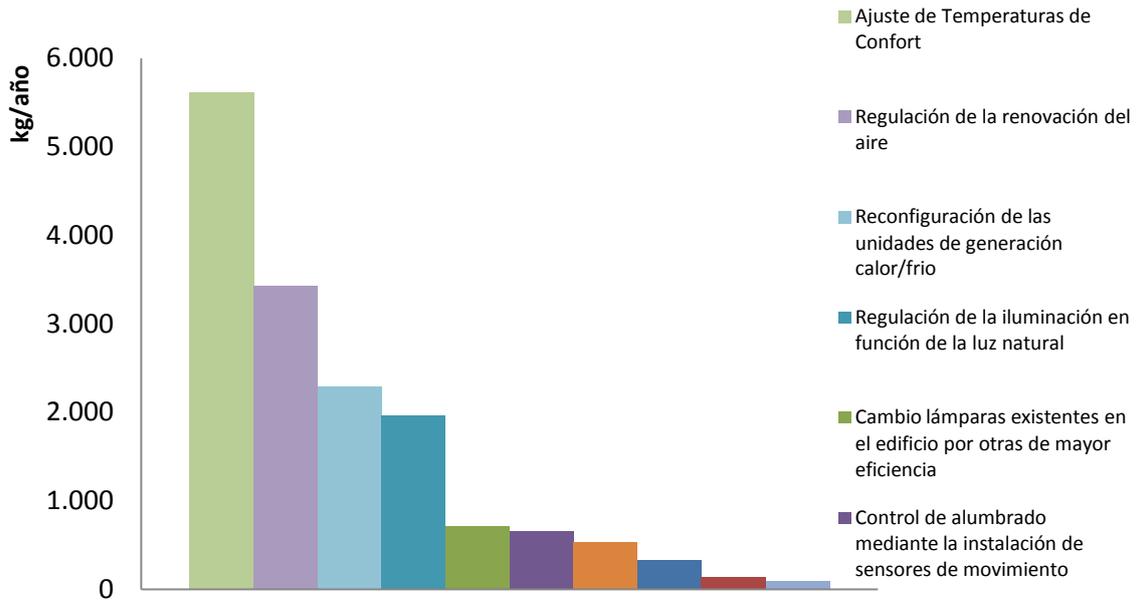


Figura 2.27: Ahorro de emisiones de CO₂

2.13.1.1 Mercados Voluntarios de Carbono (MCV)

En la actualidad existen unas series de medidas de reducción de Gases Efecto Invernadero (GEI) en respuestas al Protocolo de Kioto. Concretamente se crearon el llamado Mercado de Carbono, el cual es un sistema de comercio a través del cual los gobiernos, empresas o individuos pueden vender o adquirir reducciones de gases efecto invernadero.

Nuestro caso no cumple con los requisitos ni tiene la magnitud correspondiente para participar en el mercado de Carbono. Sin embargo si tiene cabida en el llamado Mercados Voluntarios de Carbono (MVC) creados por ciudadanos particulares y organizaciones públicas y privadas que toman conciencia de su responsabilidad en el cambio climático y voluntariamente desean participar activamente. El mercado voluntario facilita a las entidades y a las personas que no están dentro de los sectores regulados asumir su compromiso con el cuidado del clima “compensando” sus emisiones en proyectos limpios en países en desarrollo. A su vez el proyecto presente se integra dentro de CHICAGO CLIMATE CHANGE (CCX) en el que se intercambia derechos de emisión y reducción de carbono generados a través de proyectos de compensación(es voluntario y legalmente vinculante).

En los últimos años el precio del CO₂ ha oscilado entre 28 €/t de CO₂ y 5,56 €/t de CO₂. Como se puede observar en la siguiente grafica el efecto de la crisis también ha reducido el valor del CO₂.

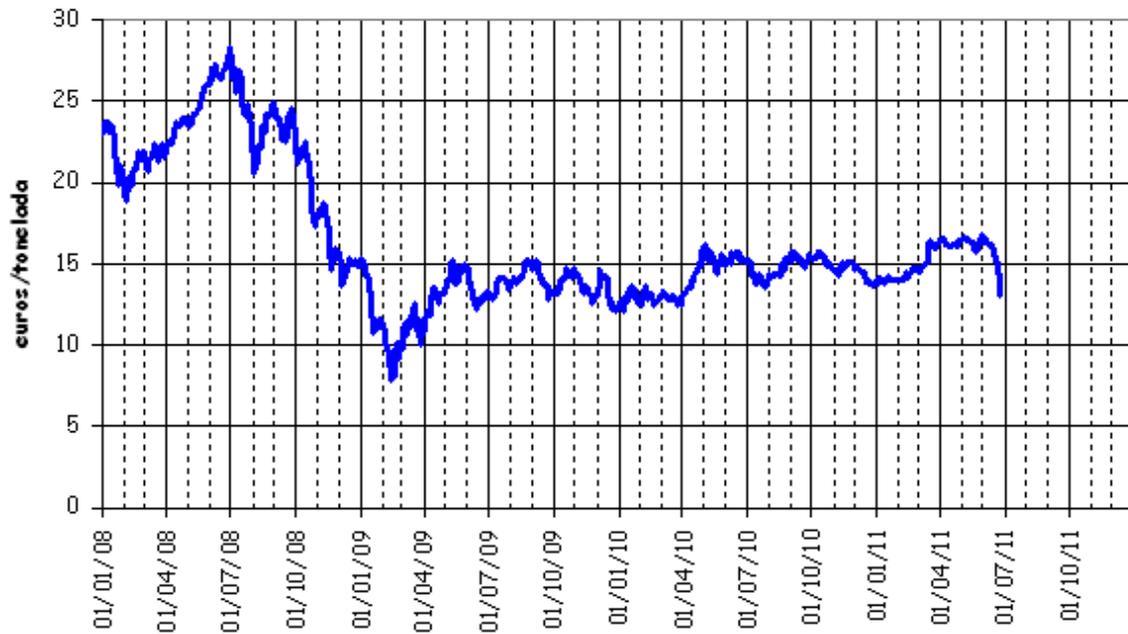


Figura 2.28: Precio de la tonelada de CO₂ en el mercado europeo de comercio de emisiones

2.13.1.2 Calculo de ahorro CO₂

En el cálculo del ahorro CO₂ se ha considerado únicamente consumo eléctrico ahorrado. En la conversión a euros por tonelada de CO₂ se ha utilizado el factor de emisión eléctrico. Este es calculado a partir de cada factor de emisión de cada tipo de generación eléctrica existente aplicado al mix eléctrico del último año disponible. La Oficina Catalana del Cambio Climático realiza una estimación del mix eléctrico, con una metodología que incorpora los criterios de los estándares internacionales de cálculo, y se aplica a la serie de años desde 2008. Finalmente el Factor de emisión utilizado a fecha 2013 es 248 (g CO₂/kWh)

$$CO_2 = \text{Factor de emisión}(\text{Mix eléctrico español 2013}) * kWh$$

Para la conversión en euros se ha utilizado el siguiente precio actualizado del CO₂ en el mercado de carbono:

PRECIOS CO ₂		27/06/2014
Precios	EUA (Spot)	CER (Spot)
Cierre	5,77 € +1,05 %	0,16 € +0,00 %
Máximo	5,78 €	0,17 €
Mínimo	5,70 €	0,15 €
Media (30 días)	5,56 €	0,14 €
Volumen Día	0	0
Volumen Año	0	0

Figura 2.29: Precio CO₂ en el Mercado de Carbono. SENDECO2

2.14. ANÁLISIS ECONÓMICO-FINANCIERO

4.13.1 Financiación

La financiación del 100% del proyecto está previsto que sea mediante un préstamo bancario, a devolver durante los 10 años que dura el mismo. El método calculado para devolver el préstamo es el método alemán. Este método se caracteriza por:

- Cuota de amortización de capital periódica constante, calculada como el total del préstamo dividido entre los años que dura el préstamo.
- Los intereses son decrecientes. Se calculan como un porcentaje fijo del capital restante a devolver.
- En consecuencia, la cuota total a pagar es decreciente con el paso de los años.

Se ha elegido este método debido a que cada año la cuota total a pagar es menor. Debido a que el proyecto tiene cierta incertidumbre, al tener 10 años, es preferible pagar cada vez una menor cantidad al banco.

4.13.2 Ingresos anuales

El ahorro económico derivado del primer año asciende a **8.395,36 €**. No obstante, el pago anual que solicitemos al cliente no debe de suponer el 100% de esa cantidad, pues el riesgo de perderlo en detrimento de la competencia es muy grande. Para garantizar la fidelidad del cliente, y a la vez conseguir que el proyecto siga siendo rentable, se ha estimado en cobrar un **75% del ahorro anual**. De esta manera, el cliente comparte parte de los beneficios del proyecto, y nota una consecuente disminución de la factura eléctrica de su instalación. De esta manera, los beneficios del primer año de contrato quedarían en 6.296,52 €, aumentando anualmente un porcentaje correspondiente con el aumento del precio de la electricidad.

4.13.3 Estudio económico

Para conocer cómo serán los flujos de caja durante los años de duración del proyecto, se ha realizado un estudio económico. Este estudio también nos proporcionará toda la información final estimada necesaria para saber si el proyecto va a ser económicamente viable o no. Estos indicadores serán el TIR del proyecto y la VAN del mismo. En los objetivos iniciales se marcó una TIR mínima del 14% para considerar que el proyecto fuera rentable.

Además de estos datos, para garantizar la financiación del mismo, el ratio de cobertura al servicio de la deuda tendrá que ser, como mínimo, del 1,3, para que el banco financie el proyecto.

Tabla 2.31: Análisis económico

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión Inicial	21.163,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ingresos (ahorros)	6.296,5	6.453,9	6.615,3	6.780,7	6.950,2	7.123,9	7.302,0	7.484,6	7.671,7	7.863,5	8.060,1
Tasa actualización precio de la energía (2,5%)	0,025										
Otros Gastos de explotación (mantenimiento) incremento 1,5%	100,0	101,5	103,0	104,6	106,1	107,7	109,3	111,0	112,6	114,3	116,1
Coste de seguimiento 200 €/año (incremento 1,5%)		203,0	220,5	231,5	243,1	255,3	268,0	281,4	295,5	310,3	325,8
Amortización (lineal) (= devol. Ppal.)		2.116,3	2.116,3	2.116,3	2.116,3	2.116,3	2.116,3	2.116,3	2.116,3	2.116,3	2.116,3
Capital pte devolver (Mét. Alemán)		19.046,7	16.930,4	14.814,1	12.697,8	10.581,5	8.465,2	6.348,9	4.232,6	2.116,3	0,0
EBITDA (Margen bruto)		6.149,4	6.291,8	6.444,6	6.600,9	6.760,9	6.924,7	7.092,2	7.263,6	7.438,9	7.618,2
Amortización (10 años)		2.116,3	2.116,3	2.116,3	2.116,3	2.116,3	2.116,3	2.116,3	2.116,3	2.116,3	2.116,3
EBIT		4.033,1	4.175,5	4.328,3	4.484,6	4.644,6	4.808,4	4.975,9	5.147,3	5.322,6	5.501,9
Intereses préstamo (Mét. Alemán)	0,08	1.693,0	1.523,7	1.354,4	1.185,1	1.015,8	846,5	677,2	507,9	338,6	169,3
BAI (B° antes de impuestos)		2.340,1	2.651,7	2.973,8	3.299,5	3.628,8	3.961,8	4.298,7	4.639,3	4.984,0	5.332,6
Impuesto Sociedades (30%)		702,0	795,5	892,2	989,9	1.088,6	1.188,6	1.289,6	1.391,8	1.495,2	1.599,8
BDI (B° después de impuestos)		1.638,1	1.856,2	2.081,7	2.309,7	2.540,2	2.773,3	3.009,1	3.247,5	3.488,8	3.732,8
Devolución ppal. préstamo		2.116,3	2.116,3	2.116,3	2.116,3	2.116,3	2.116,3	2.116,3	2.116,3	2.116,3	2.116,3
Cash Flow Libre de Operaciones (Free cash flow)	-21.163,0	3.754,4	3.972,5	4.198,0	4.426,0	4.656,5	4.889,6	5.125,4	5.363,8	5.605,1	5.849,1
Ratio de cobertura al servicio de la deuda		1,61	1,73	1,86	2,00	2,16	2,34	2,54	2,77	3,03	3,33

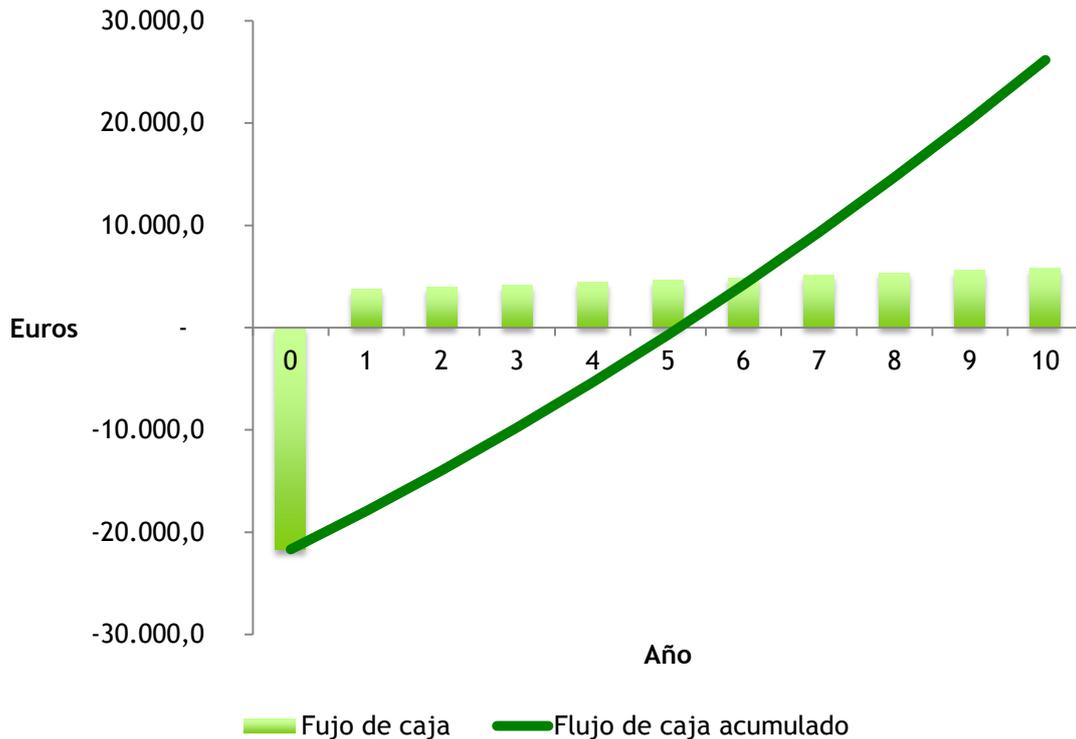


Figura 2.30: Flujos de caja del proyecto

Los resultados de este estudio son los siguientes:

Tabla 2.32: Resultados estudio económico

VAN a 10 años y actualización al 7%	10.778,34 €
TIR	16,73%

Por lo tanto, se considera que el estudio es viable económicamente, pues supera los objetivos mínimos establecidos.

4.13.4 Análisis de sensibilidad

Para poder conocer y gestionar de un modo correcto los riesgos financieros del proyecto, se ha realizado el análisis de sensibilidad del mismo. Se han encontrado cuatro variables que pueden alterar la sensibilidad del proyecto. Se trata de:

- **Tipo de interés del préstamo:** es posible que el banco financie el proyecto a un tipo de interés más alto de lo estimado. **El valor estimado es del 8%**
- **Precio de la electricidad:** que no aumente tanto como lo esperado el precio de la electricidad. **El aumento anual estimado es de 2,5%.**

- **Impuesto de sociedades:** no es probable, pero cabe la posibilidad de que aumente el impuesto de sociedades. **El impuesto estimado es de 30%.**
- **Cálculo de la inversión inicial:** un error en el cálculo de la inversión inicial puede suponer un gran cambio en la rentabilidad final del proyecto. **La inversión inicial estimada asciende a 21.163 euros.**

A continuación se presentan los resultados de cómo quedaría el TIR del proyecto en caso de que se produzcan desviaciones del 5% al 25% respecto al valor estimado en los cuatros factores anteriores, siempre hacia el caso más desfavorable.

Tabla 2.33: Análisis de sensibilidad

Variación	5,0%	10,0%	15,0%	20,0%	25,0%
Inversión Inicial	€ 22.746,15	€ 23.829,30	€ 24.912,45	€ 25.995,60	€ 27.078,75
TIR	15,48%	14,33%	13,26%	12,26%	11,32%
% Crecimiento Electricidad	2,375%	2,250%	2,125%	2,000%	1,875%
TIR	16,58%	16,44%	16,29%	16,14%	15,99%
Impuesto Sociedades	31,5%	33,0%	34,5%	36,0%	37,5%
TIR	16,45%	16,16%	15,87%	15,58%	15,29%
Interés Deuda	8,40%	8,80%	9,20%	9,60%	10,00%
TIR	16,51%	16,29%	16,07%	15,85%	15,63%

En rojo están marcados los TIR que no son aceptables para el proyecto. Se puede apreciar que solamente la inversión inicial supone una gran variación en la viabilidad económica del proyecto. El resto de variables, pese a sufrir cambios muy importantes, no afectan al proyecto de manera tan negativa que un mal cálculo en la inversión inicial. De lo que se deriva que será necesario tomar alguna medida para garantizar la viabilidad del mismo.

De manera más gráfica, este hecho queda representado en la siguiente gráfica:

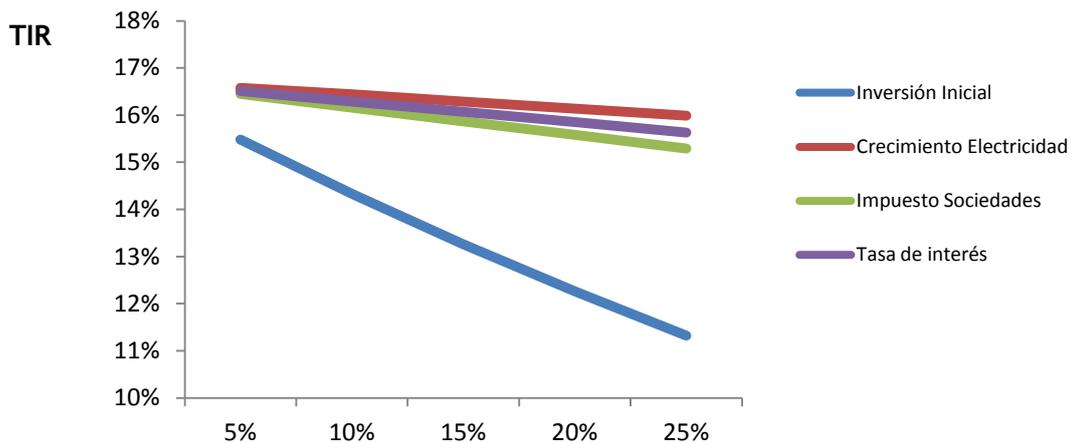


Figura 2.31: Análisis de sensibilidad

En la anterior gráfica se puede apreciar con relativa facilidad que el presente proyecto es muy sensible a un mal cálculo de la inversión inicial.

Para conocer el peor escenario de todos, se va suponer que todos los factores considerados se quedan en las peores condiciones posibles. Los resultados de este escenario son los siguientes:

Tabla 2.34: Datos del escenario más desfavorable

Escenario más desfavorable	
TIR	8,63%
VAN	€ 2.082,85
Ratio al servicio de la deuda	Año 1: 1,15
	Año 10: 2,45

Este escenario supone una desviación del 25% hacia el lado más desfavorable en todas las variables consideradas. Incluso en esta tesitura, vemos que el proyecto sigue saliendo rentable, aunque se recupera el dinero esperado, quedando la TIR muy por debajo del valor esperado. No obstante, sigue siendo rentable, no habría que inyectar dinero extra en para este proyecto en el caso de que las cosas no salieran como esperamos.

4.13.5 Gestión del riesgo

El único riesgo que se ha encontrado que pueda afectar de manera importante al proyecto es el mal cálculo de la inversión inicial. El resto de factores no afectan tanto y, además, son factores externos a la compañía.

Para que el proyecto tenga fiabilidad, es necesario contratar un estudio de ingeniería externo para disponer de una segunda valoración técnica y aumentar la fiabilidad del mismo. Debido a las características del mismo, este proyecto está valorado en 500 €.

El resultado final del proyecto, contando con este sobre coste que deja la inversión inicial en 21.663 €, es el siguiente:

Tabla 2.35: Resultado económico del proyecto

VAN a 10 años y actualización al 7%	10.298,24 €
TIR	16,13%

Siendo el mínimo ratio de cobertura de la deuda de 1,58. Por lo tanto, el proyecto está capacitado de sobra para poder devolver el dinero. Y se siguen cumpliendo las condiciones marcadas de rentabilidad económica.

3. OTRAS MEDIDAS NO SELECCIONADAS

3.1. CAMBIO A ILUMINACIÓN DE TIPO LED

Situación actual

El edificio está repartido por lámparas halógenas y lámparas fluorescentes. Una de las alternativas que hoy en día se está dando es sustituir este tipo de lámparas por la nueva tecnología LED. Las ventajas que presentan este tipo de tecnología es la siguiente:

- Consumo inferior al 60% sobre los tubos fluorescentes, estos últimos que cuentan ya con calificación energética “A”
- Ausencia de flicking o parpadeo, tal y como puede ocurrir con los fluorescentes
- Encendido inmediato, sin necesidad de calentamiento, y sin efecto “interruptor”
- Superior durabilidad y fiabilidad. Hasta 40.000 horas de uso frente a escasos 6.000 de los fluorescentes
- Ahorro importante en costes de tareas de mantenimiento y sustitución. No necesitan balastos, arrancadores o condensadores
- No emiten prácticamente calor al medio, evitando necesidades adicionales de refrigeración del local y aprovechando casi toda la energía consumida en energía lumínica exclusivamente

A continuación se representa la comparación entre la emisión luminosa en tubo LED (línea en verde) y en tubo fluorescente (línea en rojo):

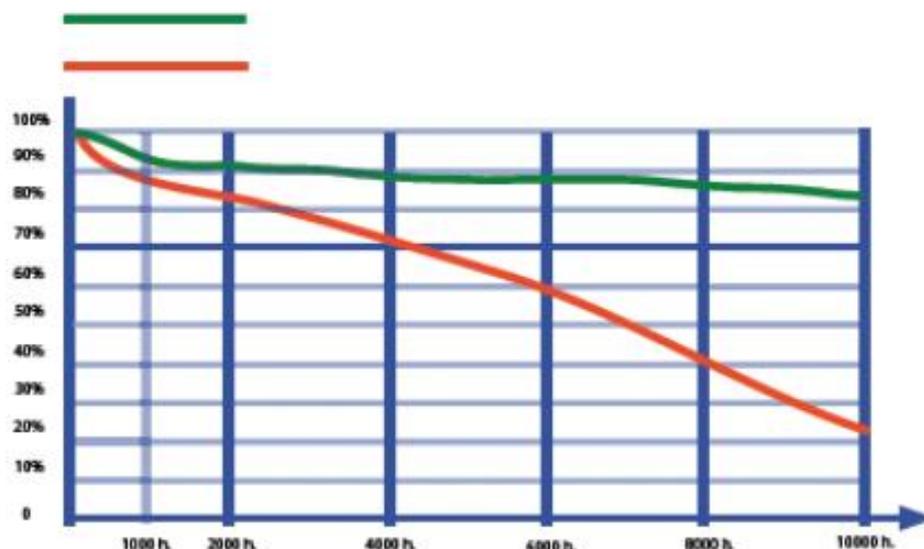


Figura 3.1: Emisión luminosa en tubo LED vs tubo fluorescente

Tras las auditorías previas, los únicos soportes de lámparas que ofrecen una adaptación completa a LED sin necesidad de instalar soportes nuevos son los soportes asociados a las

EOI Escuela de Organización Industrial

<http://www.eoi.es>
<http://masterefficiency.yolasite.com/>

lámparas tipo 1, 3, 4 y 6. Por lo que inicialmente se propondrán estos tipos de lámparas a modificar.

Estas lámparas se localizan en las siguientes zonas:

- COLMENA: lámparas tipo 1, 3 asociadas a las salas de oficinas del edificio. En total 331 lámparas.
- LOBBY: lámparas tipo 4, asociadas a los aseos del edificio (en total 77 lámparas). Lámparas de tipo 6, Presentes en zonas de representación (pasillos del edificio), salas de archivos y salas de formación (en total 79 lámparas).

A continuación se representa con el siguiente gráfico el número de lámparas de cada tipo que se han propuesto como mejora con respecto al total que no se incluirían en la medida de mejora:

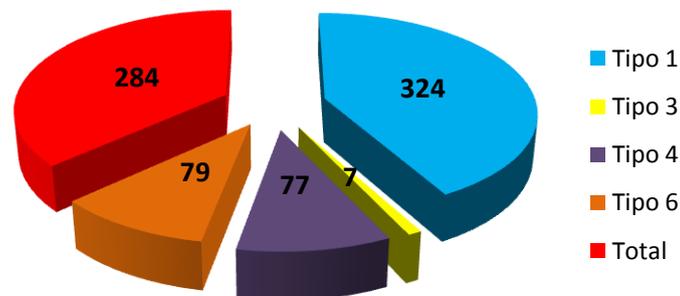


Figura 3.2: Número de lámparas de cada tipo

A continuación se muestra el gráfico de los porcentajes asociados a las lámparas propuestas para mejora con respecto al total de lámparas existentes en el edificio:

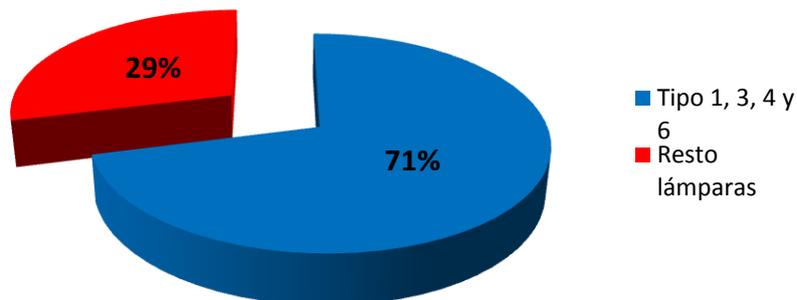


Figura 3.3: Porcentaje de lámparas propuestas para mejora

Como se puede ver en el anterior gráfico, la mejora supondría el 71% de las lámparas instaladas dentro del edificio de oficinas.

Actualmente la potencia instalada y el consumo total del conjunto de estas lámparas se presentan a continuación:

Tabla 3.1: Lámparas propuestas para mejora, potencia y consumo

Modelos de lámparas	Potencia unitaria (W)	Potencia Total instalada (W) con 10% reducción por balastos	Consumo (kWh) 12 horas de funcionamiento
<i>Tipo 1 (lámpara fluorescente OSRAM T8 L36W/765)</i>	36	10498	126
<i>Tipo 3 (lámpara fluorescente OSRAM T8 L36W/840)</i>	36	227	3
<i>Tipo 4 (lámparas Philips halógenas HALOPAR 16 ECO ST 28 W 230 V 30° GU10)</i>	28	1940	23
<i>Tipo 6 (lámpara fluorescente Philips TL- D 18W/840)</i>	18	1280	15,4

En los siguientes gráficos se muestran los porcentajes asociados de potencia (W) y consumos (kWh) de los 4 tipos de lámparas con respecto del total de lámparas instaladas, que se han observado como mejorables y propuestos para mejora:

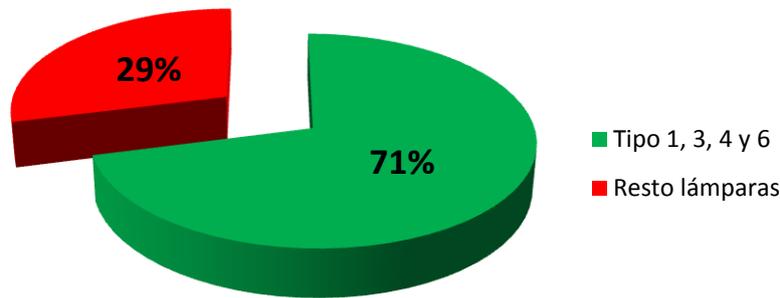


Figura 3.4: Porcentaje de potencia instalada de lámparas Tipo 1, 3, 4 y 6

La potencia total instalada (W) de estos 4 tipos de lámparas es de 13945 W, representando por tanto un 71% de la potencia total instalada en iluminación en el edificio.

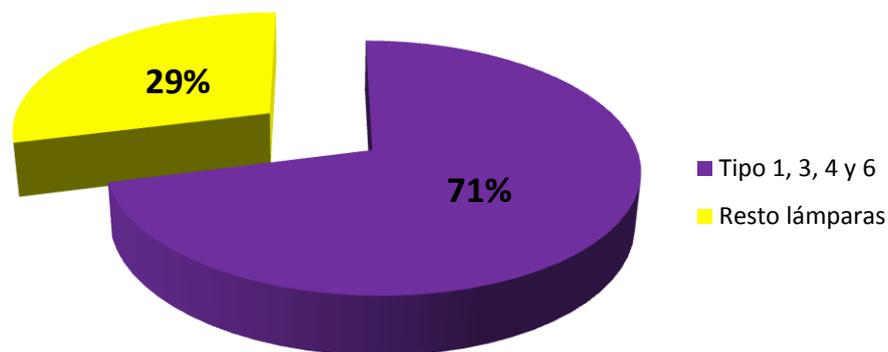


Figura 3.5: Porcentaje de consumo de lámparas tipo 1, 3, 4 y 6

El consumo total instalado (kWh) de estos tipos de lámparas es de 167,4 kWh, representando un 71% del consumo total de iluminación en el edificio.

Descripción de la medida

La medida comprende la instalación de nuevas lámparas con tecnología para mejorar en rendimientos, mayor durabilidad y ahorros de la energía que se consumen actualmente con la iluminación dentro del edificio.

Para ello se dispondrá el cambio de lámparas de los 4 tipos nombrados en el apartado anterior.

Los modelos a instalar de lámparas y luminarias son los que se muestran a continuación:

EOI Escuela de Organización Industrial

<http://www.eoi.es>
<http://masterefficiency.yolasite.com/>

Tabla 3.2: Modelos de lámparas LED propuestas

Tipos de lámparas	Modelo de lámpara nueva
Tipo 1	Philips MASTER LEDtube GA110 VLE 1200mm C
Tipo 3	Philips MASTER LEDtube GA110 VLE 1200mm C
Tipo 4	Philips MASTER LEDspot MV D 4-35W gU10 4000 K 40D
Tipo 6	Philips MASTER LEDtube GA110 600mm C

Con la medida propuesta, la potencia instalada y el consumo total diario del conjunto de estas lámparas se presentan a continuación:

Tabla 3.3: Potencia y consumo con lámparas LED propuestas

Modelos de lámparas	Potencia unitaria (W)	Potencia Total instalada (W)	Consumo (kWh) 12 horas de funcionamiento
<i>Tipo 1 (lámpara LED Philips MASTER LEDtube GA110 VLE 1200mm C)</i>	16	5184	62,2
<i>Tipo 3 (lámpara LED Philips MASTER LEDtube GA110 VLE 1200mm C)</i>	16	112	1,3
<i>Tipo 4 (lámparas LED Philips MASTER LEDspot MV D 4-35W gU10 4000 K 40D)</i>	4	308	3,7
<i>Tipo 6 (lámpara LED Philips MASTER LEDtube GA110 600mm C)</i>	10	790	9,5

Con este cambio, se ha conseguido reducir en 7600 W la potencia instalada de manera teórica. En la realidad pueden existir fluctuaciones de reducción de la potencia en función del uso de las lámparas a lo largo del año. En el consumo diario se consigue reducir el 46% del consumo inicial que se tenían con las antiguas lámparas.

A continuación se muestra en la siguiente gráfica los consumos mensuales iniciales sin la medida y con la medida propuesta:

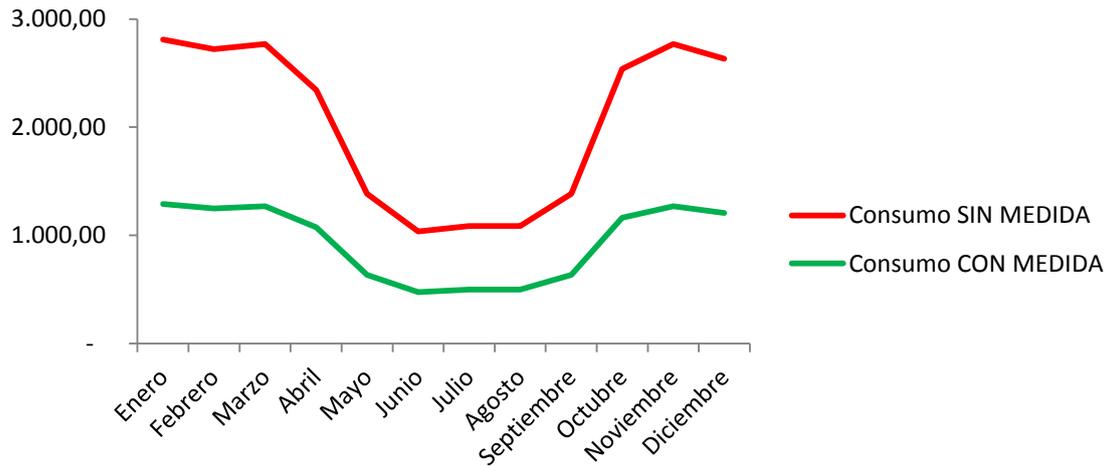


Figura 3.6: Consumo iluminación y ahorro (kWh) con iluminación tipo LED

La diferencia anual de aplicación de la medida supondría un ahorro del 46% en los consumos de electricidad por iluminación con respecto a los modelos de fluorescentes actuales existentes en el edificio de oficina.

Con respecto a los tubos fluorescentes optimizados propuestos en la primera medida de este informe, los tubos LED consumen un 52% menos:

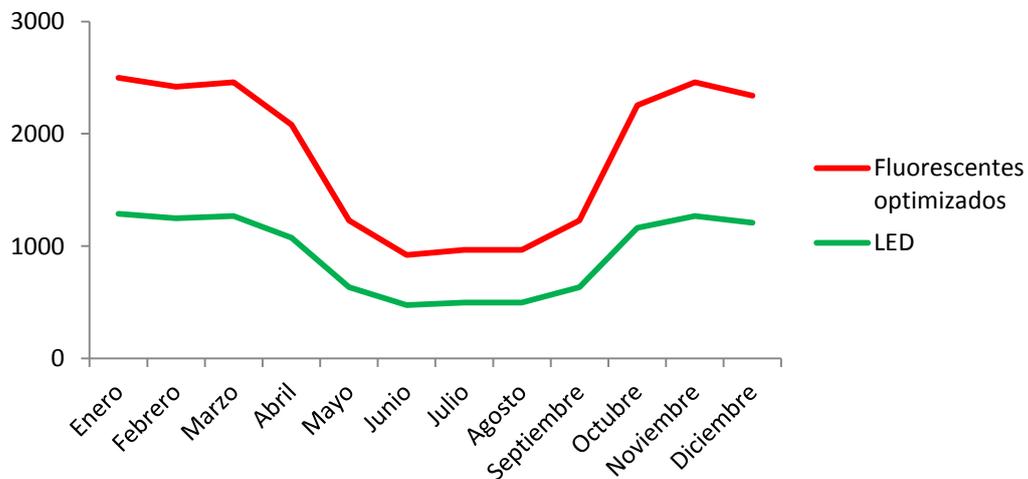


Figura 3.7: Consumo iluminación LED vs fluorescentes (kWh)

Esto demuestra que los LED consumen mucho menos que cualquier tubo fluorescente optimizado.

Situación futura

A continuación se muestran los ahorros que esta medida puede suponer del total de consumos de electricidad en iluminación dentro del edificio:

Tabla 3.4: MAE Cambio a iluminación tipo LED

MAE. CAMBIO A ILUMINACIÓN DE TIPO LED	
Ahorro energético (kWh/año)	13.423
Inversión inicial (€)	16.845
Ahorro económico (€/año)	1.279
Payback* (años)	13.7

*Tiene en cuenta la depreciación del dinero y el coste de inversión

3.2. CONTROL DE ALUMBRADO. INSTALACIÓN DE REGULACIÓN DIURNA

Situación actual

Tras auditorias previas, se pudo constatar que las salas más utilizadas en cuanto a consumo eléctrico en iluminación se da en la zona de COLMENA, concretamente las correspondientes a las oficinas del edificio. Esta iluminación permanece operativa desde las 7:00 hasta las 19:00 horas, una vez que el personal de limpieza ha finalizado y el encargado de seguridad se encarga de apagar toda la iluminación del edificio. Las lámparas que se utilizan en las salas de oficina son de tipo 1.

Una de la problemática que los sistemas de iluminación cuentan es que no siempre el nivel de iluminación está optimizado a la perfección. Esto es debido a las diferencias horarias y estacionales de luz diurna, por lo que aunque se ajuste la iluminación a un edificio, siempre existirán pérdidas de consumo.

Por ello se han creado los sistemas de domótica de control de la regulación de luz diurna (conocido como sistema actiLume por la marca Philips), de tal forma que se ajuste el nivel de iluminación de los edificios en función de la luz diurna existente en el exterior ajustando los consumos energéticos a la necesidad real de iluminación.

Por ello se pretende establecer estos sistemas de domótica al edificio teniendo en cuenta aquellas zonas de uso de iluminación más acusados, como es en el caso de las *Tipo 1*. Para la instalación de este tipo de medidas, es necesario tener lámparas de T5 para que la medida sea viable, por lo que primeramente sería necesario el cambio de luminaria tal y como se establece en la medida de “Cambio lámparas existentes en el edificio por otras de mayor eficiencia” descrita anteriormente para el *tipo 1* (*Philips MASTER TL5 HE Eco 32=35W/830 UNP*). Por lo que esta medida sólo puede llevarse a cabo en el caso de tener lámparas y soporte de lámparas (luminarias) de T5.

En el siguiente gráfico se muestra de manera visual la cantidad de lámparas que abordaría esta medida con respecto del total del edificio:

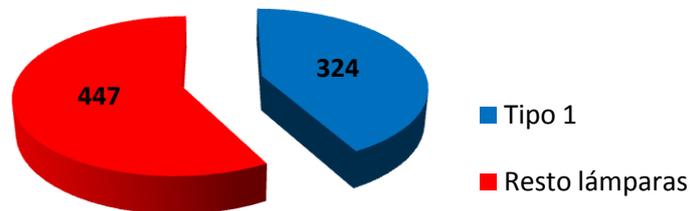


Figura 3.8: Número de lámparas Tipo 1

A continuación se muestra el gráfico de los porcentajes asociados a las lámparas propuestas para mejora con la medida de control de regulación diurna con respecto al total de lámparas existentes en el edificio:

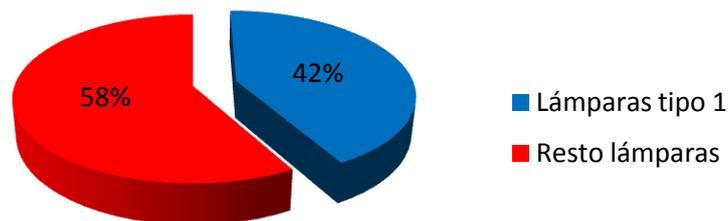


Figura 3.9: Porcentaje de lámparas con potencial de mejora por control diurno

El consumo total inicial del conjunto de estas lámparas se presentan a continuación:

Tabla 3.5: Consumo total actual de lámparas Tipo 1

Modelos de lámparas	Potencia unitaria (W)	Potencia Total instalada (W) con 10% reducción por balastos	Consumo (kWh) 12 horas de funcionamiento
<i>Tipo 1 (lámpara fluorescente Philips MASTER TL5 HE Eco 32=35W/ 830 UNP)</i>	32	9330	112

En los siguientes gráficos se muestran los porcentajes asociados de potencia (W) y consumos (kWh) de la lámpara de tipo 1 con respecto del total de lámparas instaladas:

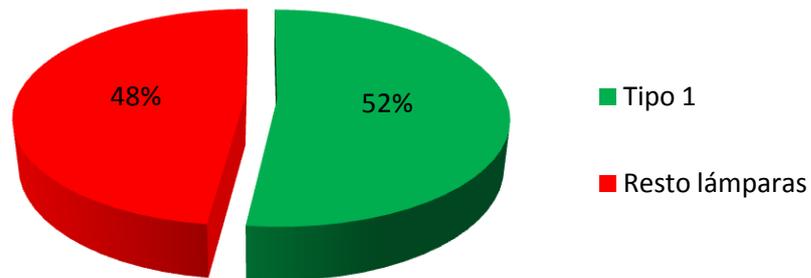


Figura 3.10: Porcentaje de potencia instalada de lámparas Tipo 1

La potencia total instalada (W) de este tipo de lámpara es de 9330 W, representando por tanto un 52% de la potencia total instalada en iluminación en el edificio.

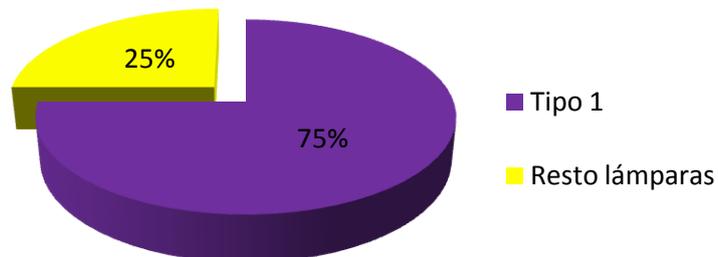


Figura 3.11: Porcentaje de consumo de lámparas Tipo 1

El consumo total instalado (kWh) de estos tipos de lámparas es de 112 kWh, representando un 75% del consumo total de iluminación en el edificio.

Gracias a estos dispositivos de domótica, se consigue equilibrar el nivel de iluminación del edificio de oficinas teniendo en cuenta la luz diurna exterior en función del horario y cada periodo estacional. Se consiguen reducciones del 50% del consumo eléctrico aproximadamente (según especificaciones técnicas del equipo).

Descripción de la medida

La medida comprende la instalación de sensores de regulación diurna automáticos equilibrando los consumos necesarios con el nivel de iluminación diurna. Se aumenta así la eficacia en el uso de las luminarias en estas zonas, reduciendo finalmente consumos eléctricos y aumentando la durabilidad de las lámparas.

Para ello se ha estimado que por cada 4 a 6 luminarias se instalarán 2 equipos de regulación diurna conectados en serie. Cada sala de oficina está comprendida entre 4 o 6 luminarias. Por ello, el siguiente plano muestra el sistema de instalación de los sensores en serie en función de si la sala de oficinas comprende 4 o 6 luminarias:

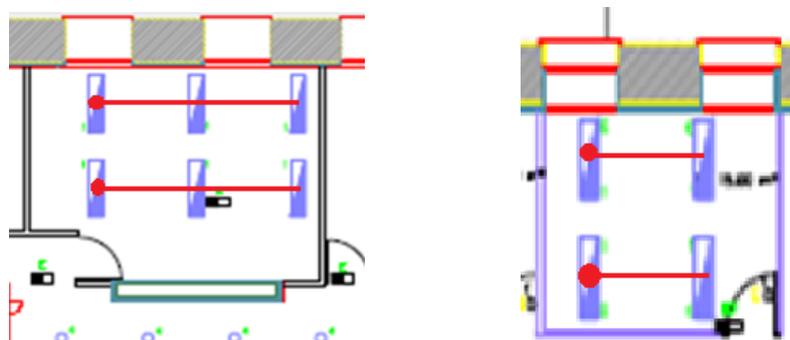


Figura 3.12: Plano del sistema de instalación de los sensores

En total en el edificio se instalarán 54 sistemas de control (54 sistemas actiLume y 54 balastos asociados a la tecnología).

Estos sistemas de control llevan asociados además un balasto electrónico específico que tendrá que ser cambiado y colocado en la luminaria.

A continuación se muestran los modelos de sensores y balastos que se van a instalar en el edificio de oficinas:

Tabla 3.6: Modelos de sensores y balastos propuestos

Tipo de lámpara	Modelo de sistema de regulación diurna	Modelo de balasto requerido para el sistema
Tipo 1	Philips Actilume ACL	Balasto electrónico regulación Philips HF-D

A continuación se muestra una fotografía del sensor de control diurno:



Sensor de regulación diurna para luminarias con lámparas T5.

Figura 3.13: Detalle del sensor de control diurno

Con la medida propuesta, el consumo total diario del conjunto de estas lámparas de tipo 1 se presenta a continuación:

Tabla 3.7: Consumo de las lámparas Tipo 1 propuestas

Modelos de lámpara	Consumo (kWh) 12 horas de funcionamiento
Tipo 1	57,2

En el consumo diario se consigue reducir el 51% del consumo inicial con la aplicación de la medida en el tipo de lámpara seleccionada.

A continuación se muestra en la siguiente gráfica los consumos mensuales iniciales sin la medida y con la medida propuesta:

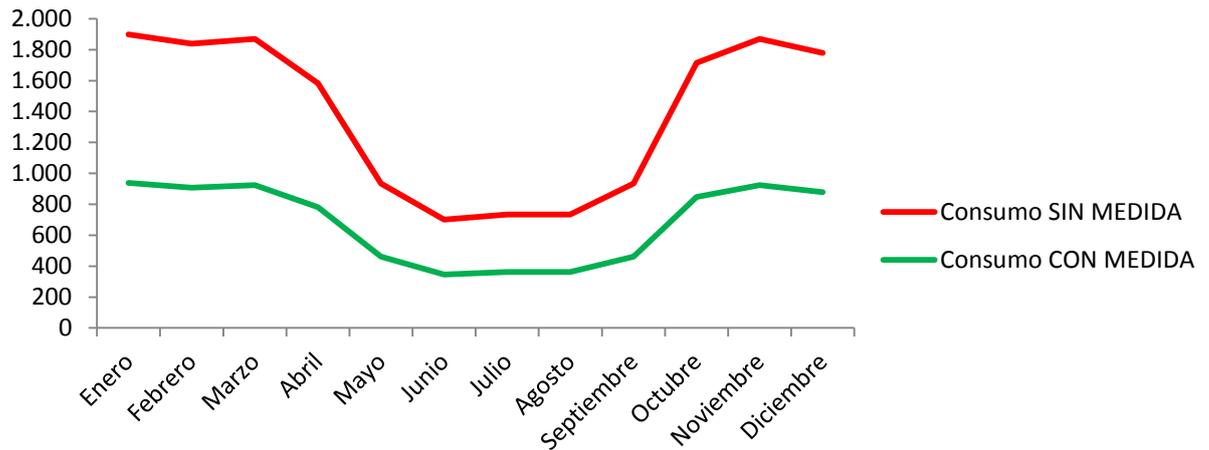


Figura 3.14: Consumo iluminación y ahorro (kWh) con instalación sensores

Situación futura

A continuación se muestran los ahorros que esta medida puede suponer del total de consumos de electricidad en iluminación dentro del edificio:

Tabla 3.8: MAE Instalación de regulación diurna

MAE. CONTROL DE ALUMBRADO. INSTALACIÓN DE REGULACIÓN DIURNA	
Ahorro energético (kWh/año)	8.192
Inversión inicial (€)	9.314
Ahorro económico (€/año)	653
Payback* (años)	13,9

*Tiene en cuenta la depreciación del dinero y el coste de inversión

3.3. RELACIÓN ENTRE CONSUMO ELÉCTRICO Y SUPERFICIE CLIMATIZADA

Situación actual

Actualmente el sistema de climatización para confort térmico lo componen las unidades interiores Fan Coil junto con las unidades exteriores VRF. El sistema se encuentra centralizado a excepción de unos pocos habitáculos. La potencia instalada en fan coil es de 6,18 kW y tienen un consumo mensual máximo de 1.530 kWh que supone un 7% del total de climatización. La mayor parte del consumo de climatización es ocupado por las unidades exteriores VRF (85%).

Descripción de la medida

Se ha procedido a revisar cada una de las unidades interiores de climatización para comprobar que están correctamente dimensionadas en potencia a la superficie a climatizar según los parámetros que proporciona IDAE.

Superficie a refrigerar en m ²	Potencia refrigerante en kW
9-15	1,5
15-20	1,8
20-25	2,1
25-30	2,4
30-35	2,7
35-40	3
40-50	3,6
50-60	4,2

Figura 3.15: Tabla orientativa para elección de potencia de refrigeración

Como podemos ver en esta tabla sacada de la Guía Práctica de la Energía escrita por el IDAE, si la habitación es muy soleada o un ático, debemos incrementar los valores de la tabla un 15%. En cambio, si existen fuentes de calor importante como una cocina, se incrementa la potencia en 1 kW.

Situación futura

Finalmente se ha obtenido un número poco significativo de unidades mal dimensionadas, si bien se aconseja tener en cuenta para futura modificaciones o renovaciones en el edificio.

3.4. SECADOR DE MANOS

Situación actual

Actualmente los secadores de manos eléctricos tienen poco uso o ninguno. También se encuentra disponible el sistema de secado por papel, que es el más usado.

Descripción de la medida

Se considera más eficiente el siguiente sistema de secado de manos. Este sistema expulsa aire a presión a más de 640 km/h por una ranura muy fina, del grosor de una pestaña. Esto hace que el tiempo de secado se reduzca a 10 segundos, lo que unido al hecho de que la cantidad de aire expulsada es la mínima y que no calienta el aire, se obtiene un ahorro energético de hasta el 80% comparado con el secador convencional. Además, gracias a un sensor de infrarrojos que lleva implementado en la parte inferior, éste se activa solo.

Además de todo eso, el interior lleva aditivos antimicrobianos de plata integrados en las superficies para inhibir el desarrollo de bacterias y hongos en un 99,9%. A su vez, lleva instalado en la salida de aire un filtro permanente que según sus fabricantes elimina más del 99,9% de las bacterias del aire que se va a usar para secar las manos. Existen distribuidores como Veltia y Airblade. El precio actual en el mercado de 1.000 €/unidad.

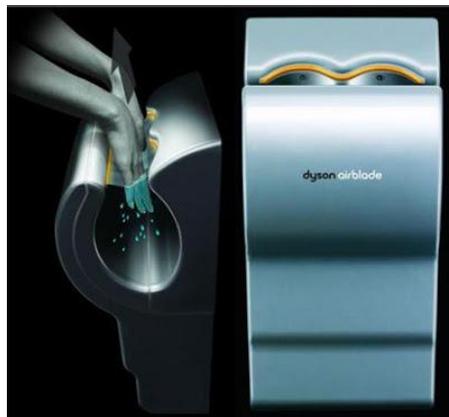


Figura 3.16: Detalle del modelo de secador de manos propuesto

Situación futura

Se considera preferible desconectar los secadores de manos con un ahorro de potencia asociado. Finalmente se considera que el poco ahorro calculado por desconectar los secadores es insignificante por lo que esta medida es poco relevante. Si bien se recomienda optar por los modelos recomendados si se decide renovar el sistema de secado de manos.

Tabla 3.9: MAE Secador de manos

<i>MAE. SECADOR DE MANOS</i>	
Ahorro energético (kWh/año)	-
Inversión inicial (€)	1000/unidad
Ahorro económico (€/año)	-
Payback* (años)	-

*Tiene en cuenta la depreciación del dinero y el coste de inversión

3.5. CRISTALERÍA DE LAS VENTANAS

Situación actual

La cristalería y el marco de las ventanas tienen actualmente las consideraciones necesarias, presentadas a continuación.

Descripción de la medida

Debe ser de doble cristal ya que reduce un 50% la pérdida de calor. La carpintería de las ventanas debe ser preferiblemente de madera en vez de aluminio o hierro que tienen mayor conductividad térmica. Algunas ventanas se denominan con rotura de puente térmico, las cuales contienen aislante intermedio independientemente de la carpintería. Las ventanas están cerradas por lo general, además aquellas situadas en el patio interior se ha procedido a retirar los pomo. Todo ello afecta positivamente al correcto aislamiento térmico del edificio.

Situación futura

No se considera necesaria ninguna mejora, si bien se aconseja tener en cuenta para futura modificaciones de la fachada o renovaciones en el edificio.

3.6. COLOCAR PROGRAMADORES ELÉCTRICOS EN LOS TERMOS PARA EL FIN DE SEMANA

Situación actual

Los termos están conectados durante todo el fin de semana, independientemente de que no se usen. Esto lleva un consumo asociado.

Descripción de la medida

Instalar un programador eléctrico a cada uno de los cinco termos instalados en los cuartos de baño, para que se desconecte el viernes a las 15:00 y se conecte el lunes a las 07:00. Esto se debe a que se consume menos electricidad en calentar el agua desde 18°C que mantenerla a 65°C durante todo el fin de semana, de esta manera, el ahorro por termo y fin de semana será el siguiente:

Tabla 3.10: Consumo termos durante fines de semana

Consumos Fin de Semana (kWh)	
Mantener T ^a	Calentar desde 18°C
1,947	1,676
Ahorro	0,271

La inversión inicial será de 20 € por torno, 100 € en total. Sin aumento en el gasto de mantenimiento.

Situación final

Quedan instalados los 5 programadores a los termos, desconectándolos cada fin de semana. El resumen de la medida es el siguiente:

Tabla 3.11: MAE Programadores eléctricos en los termos

MAE. COLOCAR PROGRAMADORES ELÉCTRICOS EN LOS TERMOS PARA EL FIN DE SEMANA	
Ahorro energético (kWh/año)	71,46
Inversión inicial (€)	100
Ahorro económico (€/año)	5,37
Payback* (años)	15

***Tiene en cuenta la depreciación del dinero y el coste de inversión**

Esta medida se desecha debido a que el tiempo de amortización de la misma es muy grande, de 15 años, período muy superior al de duración del contrato del proyecto.

3.7. DESCONECTAR LOS TERMOS ELÉCTRICOS DURANTE LOS PERÍODOS DE VACACIONES

Situación actual

Los termos continúan enchufados durante los períodos largos en los que el edificio permanece cerrado, a saber, los puentes y las vacaciones de Navidad y Semana Santa.

Descripción de la medida

Aumentar las funciones del personal de mantenimiento, para que, antes de estos días festivos, desconecte los 6 termos restantes y los conecte el día justo después de volver. No tiene inversión inicial, pero supone un aumento en el gasto de mantenimiento anual, pues esta medida requiere especial atención durante estas fechas.

Situación futura

En el siguiente cuadro resumen se puede apreciar el ahorro energético anual derivado de aplicar la presente medida, así como el ahorro económico anual. También se incluyen la inversión inicial y el aumento del gasto en mantenimiento.

Tabla 3.12: MAE Desconexión termos eléctricos durante los periodos vacacionales

MAE. DESCONECTAR LOS TERMOS ELÉCTRICOS DURANTE LOS PERÍODOS DE VACACIONES	
Ahorro energético (kWh/año)	53,76
Inversión inicial (€)	-
Ahorro económico (€/año)	4,1
Payback* (años)	-

***Tiene en cuenta la depreciación del dinero y el coste de inversión**

Como puede apreciarse se ahorra muy poca energía y, cómo se puede apreciar, es mayor el gasto del mantenimiento anual que el ahorro económico derivado de esta medida. Por lo tanto, se decide **no incluir esta MAE en el paquete de medidas finales, al no ser rentable económicamente.**

3.8. INSTALAR VARIADOR DE FRECUENCIA EN LAS BOMBAS DE AGUA

Situación actual

Las bombas, tanto la que abastece a los fluxores como la que da agua a los grifos, no disponen de variador de frecuencia, están reguladas por un termostato. Y aunque se usen con poca frecuencia, y no tenga una gran potencia instalada (2,7 y 1,3 kWh respectivamente), tienen un consumo eléctrico asociado. Concretamente, de 183,3 kWh anuales.

Descripción de la medida

Básicamente, un variador de frecuencia, es un dispositivo electrónico que permite variar la velocidad rotacional de un motor, actuando sobre la frecuencia de la corriente eléctrica.

Pero, ¿a qué es debido esto? Pues sin meternos en muchas profundidades, hay unas fórmulas físicas, denominadas leyes de los ventiladores o de proporcionalidad, que relacionan el caudal, la presión y la potencia eléctrica con la velocidad rotacional del motor.

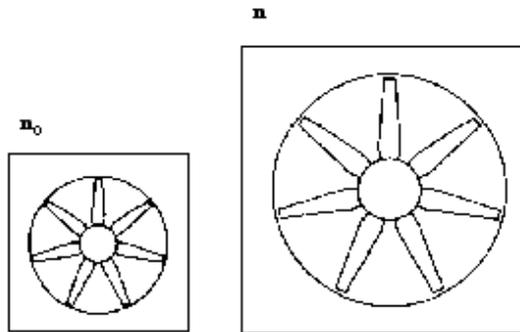
VARIACIÓN DE LA VELOCIDAD

Caudal $q_v = q_{v0} \frac{n}{n_0}$

Presión $p_F = p_{F0} \left(\frac{n}{n_0}\right)^2$

Potencia $P_r = P_{r0} \left(\frac{n}{n_0}\right)^3$

Nivel Potencia sonora $L_{wt} = L_{wt0} + 50 \log \frac{n}{n_0}$



El subíndice cero (0) indica la condición inicial de la variable considerada.

Figura 3.17: Relación del caudal, presión y potencia con la velocidad

Por lo tanto, si actuamos sobre la frecuencia, variaremos la velocidad de giro de los motores, y en consecuencia, variará también el caudal, la presión, y la potencia eléctrica. Para ello, será necesario realizar la programación del variador con las características del motor asociado.

El funcionamiento de un grupo de presión convencional, se regula mediante presostatos, que realizan arranques y paradas de las bombas según las presiones prefijadas. Los consumos eléctricos son elevados, sin ajustarse su caudal a la demanda del sistema. Si disponemos de variadores de frecuencia, las bombas suministrarán el caudal de agua necesario, adaptándose a la demanda existente en cada momento, y regulando la velocidad de las bombas, con lo que el consumo disminuye considerablemente.

Además de la **principal ventaja** que es el gran **ahorro de energía** obtenido, los variadores de frecuencia aportan otras ventajas, que no dejan de ser importantes:

- Control Mejorado de Caudal y Presión
- Corrección del Factor de Potencia del Motor
- Eliminación de la Energía Reactiva
- Arranque suave de los motores.
- Menor mantenimiento
- Eliminación de ruidos por vibraciones
- No se producirán cavitaciones en las bombas hidráulicas

Situación futura

Para nuestra instalación, se producirá una reducción el consumo del 40%, reduciendo además aplicando una reducción del 20% en el caudal de agua. El precio de adquisición de cada variador de frecuencia es de 400 €.

Tabla 3.13: MAE Instalación variador de frecuencia en bombas de agua

MAE. INSTALAR VARIADOR DE FRECUENCIA EN LAS BOMBAS DE AGUA	
Ahorro energético (kWh/año)	73
Inversión inicial (€)	500
Ahorro económico (€/año)	6,15
Payback* (años)	81

***Tiene en cuenta la depreciación del dinero y el coste de inversión**

El ahorro energético de esta medida es muy importante, no obstante, el precio inicial de los variadores de frecuencia hacen que esta medida sea desaconsejable, pues el período de amortización es muy alto (de más de 30 años). Esto es debido a que el consumo energético de estas bombas no es alto, por lo que el ahorro tampoco lo es. Por lo tanto, se decide **no incluir esta MAE en el paquete de medidas finales, al no ser rentable económicamente.**

3.9. COMPRA DE EQUIPOS EFICIENTES CON SISTEMAS DE AHORRO DE ENERGÍA

Se recomienda considerar el consumo energético de los equipos en el momento de la compra, y adquirir electrodomésticos con etiquetado energético de clase A, que consumen hasta un 60% menos energía que los modelos convencionales.

Igualmente, se recomienda que los **equipos ofimáticos adquiridos por la oficina lleven la etiqueta Energy Star**. Este sello se puede encontrar en ordenadores, monitores, fotocopiadoras, impresoras, faxes y escáneres, entre otros, y garantiza que los equipos que la llevan cumplen unos requisitos mínimos de eficiencia energética.

Los equipos de oficina estudiados tienen el sello Energy Star, por lo que **esta medida se seguirá aplicando a futuras compras**. Con ello se conseguirá continuar con la eficiencia energética pero no un ahorro mayor.

4. CONTABILIDAD ENERGÉTICA

4.1. LÍNEA BASE ENERGÉTICA

La línea base energética es la referencia cuantitativa que proporciona la base de comparación del desempeño energético. Refleja un período especificado, pudiéndose normalizar utilizando variables que afecten al uso y/o consumo de la energía, como por ejemplo el nivel de producción, la temperatura exterior, etc. Por ello, el período debe recoger el tiempo suficiente para incluir las variables que afectan al uso y al consumo de la energía.

También se utiliza para calcular los ahorros energéticos, como una referencia antes y después de implementar las acciones de mejora del desempeño energético.

Realizando el inventario de los distintos equipos consumidores de energía instalados en el edificio y su potencia, se establecen los consumos de los mismos teniendo en cuenta sus factores de carga. Es importante destacar que todo el consumo energético del edificio se realiza a través de energía eléctrica.

En las siguientes gráficas puede verse la contribución de los distintos equipos del edificio al consumo anual y mensual.

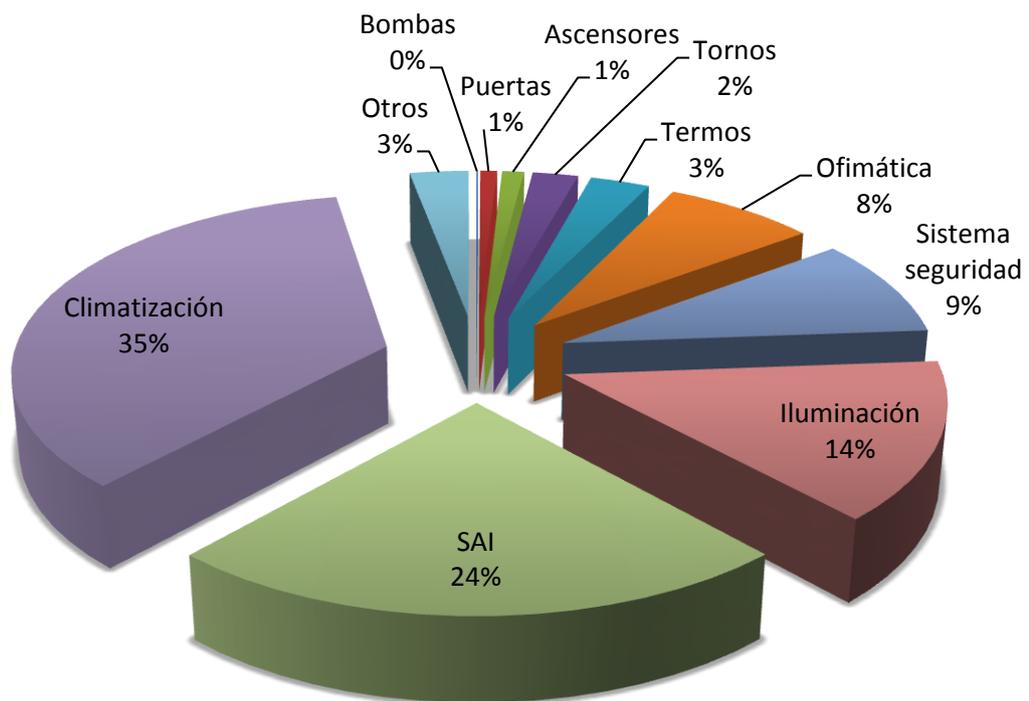


Figura 4.1: Consumo de los distintos sistemas

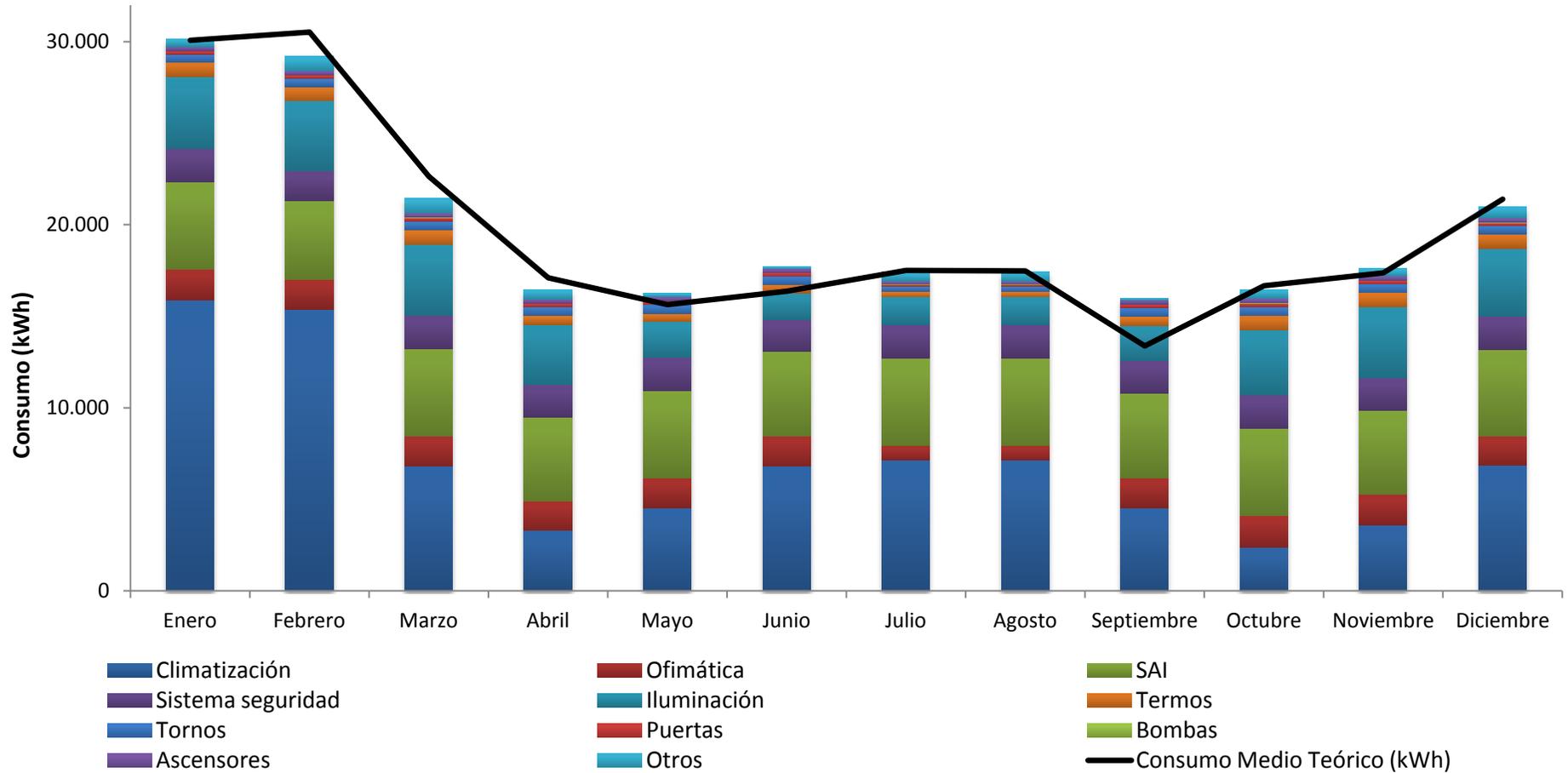


Figura 4.2: Línea energética base

Como puede verse en las figuras anteriores, los consumos más importantes son los que provienen de la climatización, el sistema de alimentación ininterrumpida y la iluminación del edificio; resultando poco significativo el de las bombas, puertas, ascensores y tornos de acceso. Al ser tan significativo el consumo de la climatización, es el que marca la tendencia de la línea de consumo total mensual; con sus mínimos en primavera y otoño y dos máximos en verano e invierno, siendo el de verano mucho más moderado.

4.2. CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO

El primer lugar se obtuvo las facturas de consumo de energía eléctrica y agua del edificio de los últimos tres años.

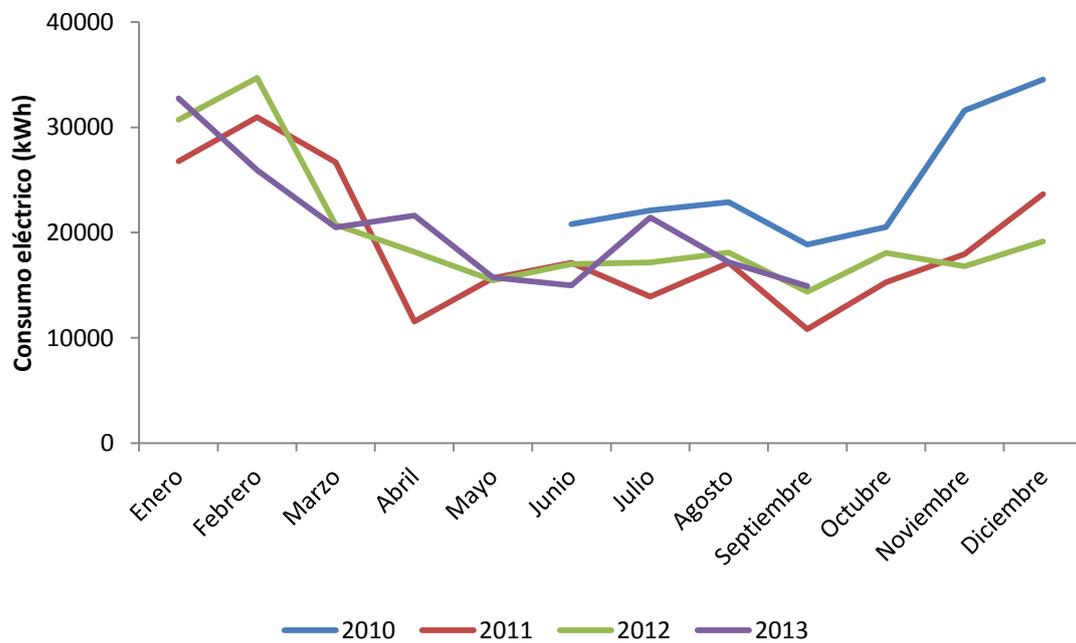


Figura 4.3: Consumo eléctrico de los últimos años

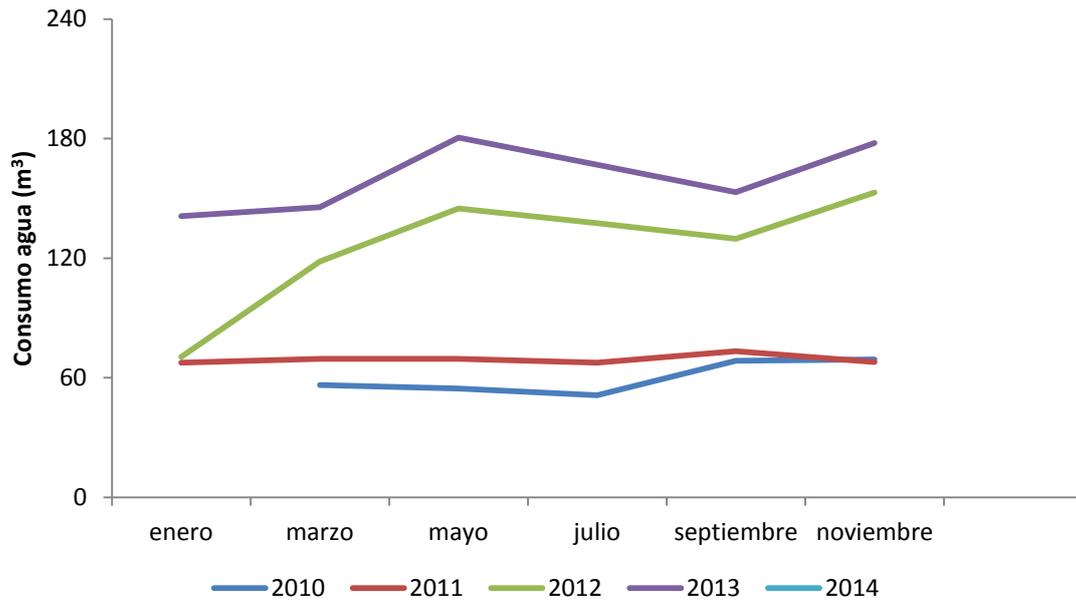


Figura 4.4: Consumo agua de los últimos años

Para obtener la línea base energética del edificio a estudio, se ha establecido un año tipo que sea representativo de los consumos de los últimos años. Observando la tendencia de la gráfica del consumo energético, se ha decidido como opción más representativa la media de los años 2011-2013, quedando fuera los datos del año 2010 por estar fuera de la tendencia que presentan los últimos años.

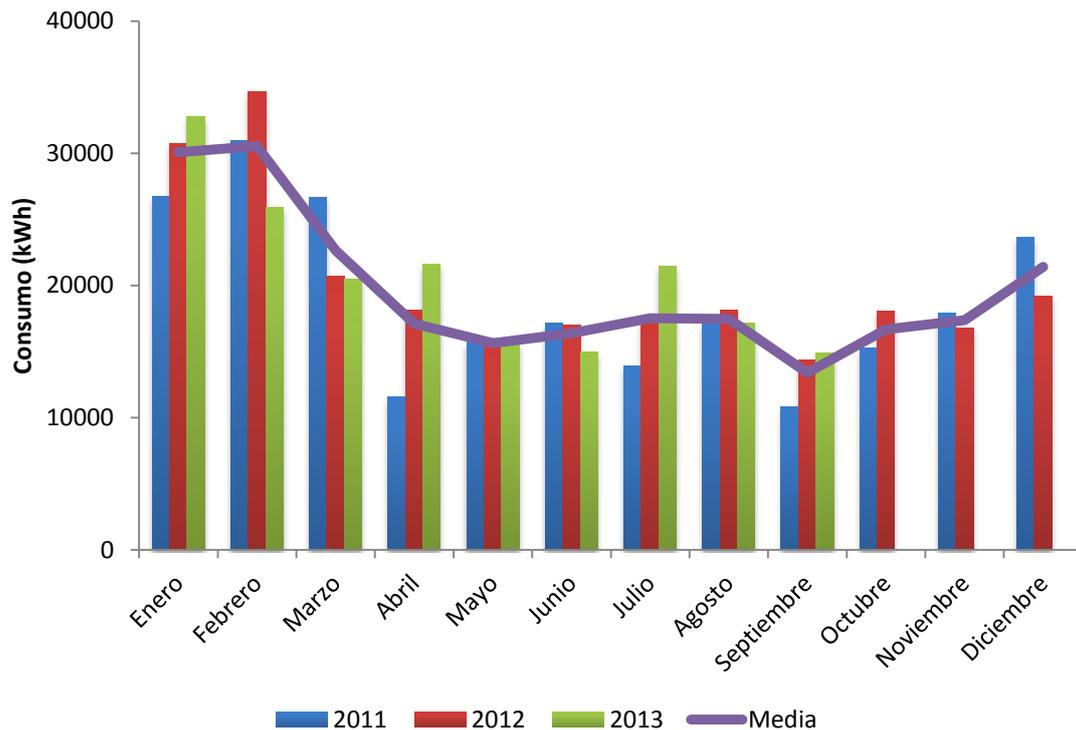


Figura 4.5: Cálculo del consumo energético del año tipo

La media representada será la línea base energética del edificio de oficinas. En ella puede observarse la tendencia que tiene el consumo energético en el edificio a estudio durante el año tipo establecido. Como puede verse el consumo aumenta durante los meses de invierno por la mayor ocupación del edificio y la necesidad de climatización. Además, la gráfica presenta otro máximo relativo durante el periodo estival debido a la climatización necesaria en la época, pero éste es inferior por la menor actividad durante estas fechas. Por lo tanto, los mínimos de consumo resultan en primavera y otoño. Esto pone en relieve la importancia de la climatización en el consumo del edificio.

4.3. CÁLCULO ECONÓMICO DEL CONSUMO ELÉCTRICO

Para la determinación de las medias de ahorro económicas han sido necesarios calcular los precios de consumo (€/kWh) que se han obtenido de cada uno de los sistemas.

Para ello se ha partido de los consumos mensuales (kWh/mes) de cada sistema, aplicando a cada mes los factores de carga.

Cuando ya se tienen los consumos mensuales (kWh/mes) ajustados a cada factor de carga, se ha procedido a calcular el precio teniendo en cuenta los periodos de la factura eléctrica del edificio.

A continuación se muestra el precio de la energía eléctrica para la tarifa contratada (BT 3.0 A):

Tabla 4.1: Precio de la energía eléctrica para BT 3.0 A

Periodos	€/kWh
P1 (punta)	0,092551
P2 (llano)	0,081005
P3 (valle)	0,060789

Hay que tener en cuenta que estos periodos (punta, llano y valle) van variando en función de épocas de invierno y verano y teniendo en cuenta las diferentes zonas horarias, tal y como se muestra en la siguiente figura Orden ITC/2794/2007, de 27 de septiembre:

Zona	Invierno			Verano		
	Punta	Llano	Valle	Punta	Llano	Valle
Península	18-22 h.	8-18 h. 22-24 h.	0-8 h.	11-15 h.	8-11 h. 15-24 h.	0-8 h.

Figura 4.6: Periodos establecidos para tarifa BT 3.0 A

Según esta establecido se considera invierno a los siguientes meses: Noviembre, Diciembre, Enero y Febrero. Se considera verano a los siguientes meses: Marzo, Abril, Mayo, Junio, Julio, Agosto, Septiembre y Octubre.

Por último, para la determinación del precio mensual hay que aplicar la siguiente fórmula:

$$\text{Precio} \left(\frac{\text{€}}{\text{kWh}} \right) = \text{Consumo} \left(\frac{\text{kWh}}{\text{mes}} \right) * \text{Precio por periodo} \left(\frac{\text{€}}{\text{kWh}} \right)$$

Una vez calculados los precios mensuales, se suman todos para obtener el precio anual.

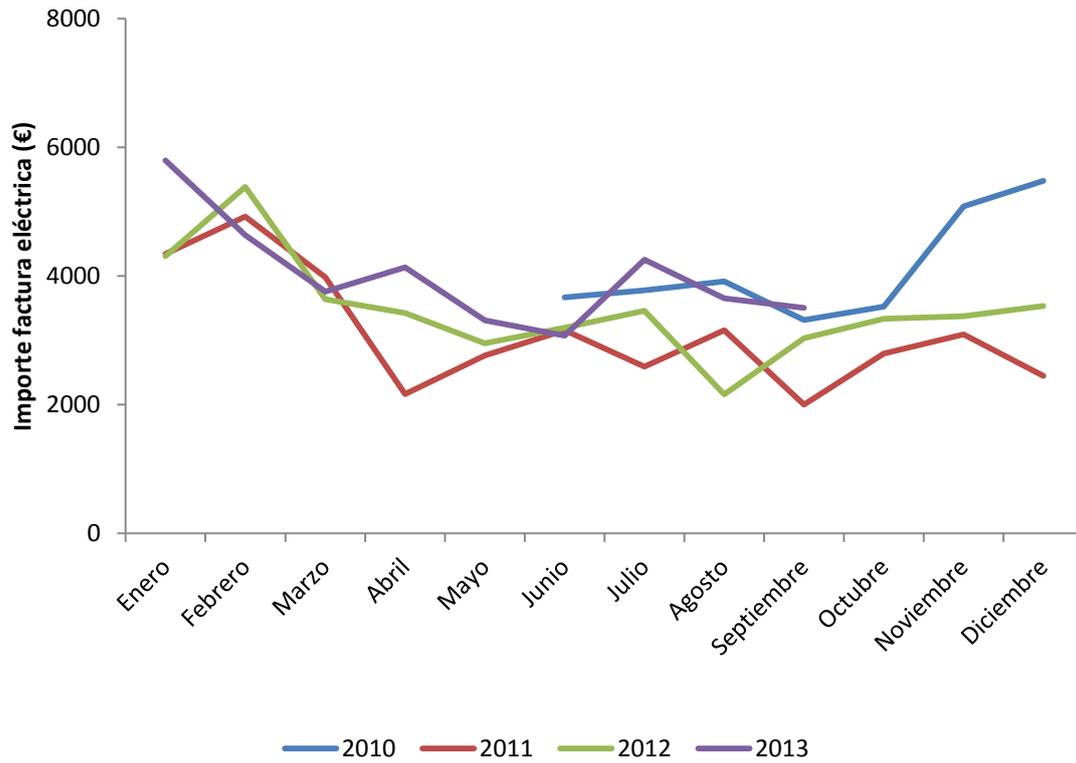


Figura 4.7: Importe de la factura eléctrica de los últimos años

5. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

5.1. DATOS ESTRUCTURALES DEL EDIFICIO

El edificio tiene muchos años de antigüedad, si bien es difícil especificar su año de construcción ya que es un edificio del casco histórico de Madrid. En el año 2009 tuvo una importante restauración modernizando sus instalaciones completamente.

El uso del edificio es de oficinas. Consta de una superficie de 855 m² por planta (excluye el patio interior). Teniendo en cuenta que alberga 6 plantas de altura con una altura habitable por planta de 3 metros. El volumen fina es de 5.133 m³ ocupando un volumen habitable de 15.399 m³.

Entre muros cuenta con cámara de aire rellena aislante térmico.

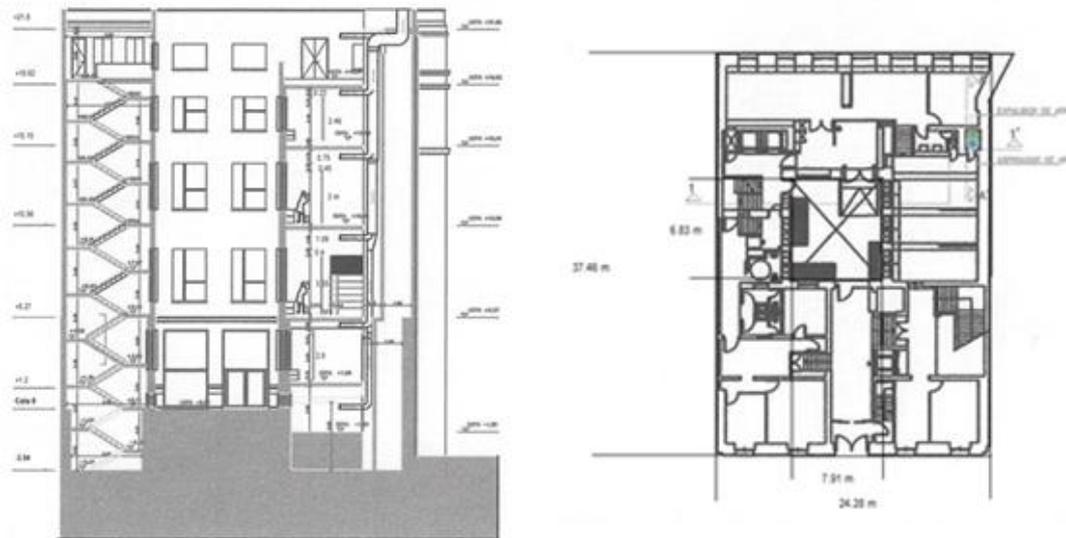


Figura 5.1: Detalle del edificio. Sección vertical y Planta baja

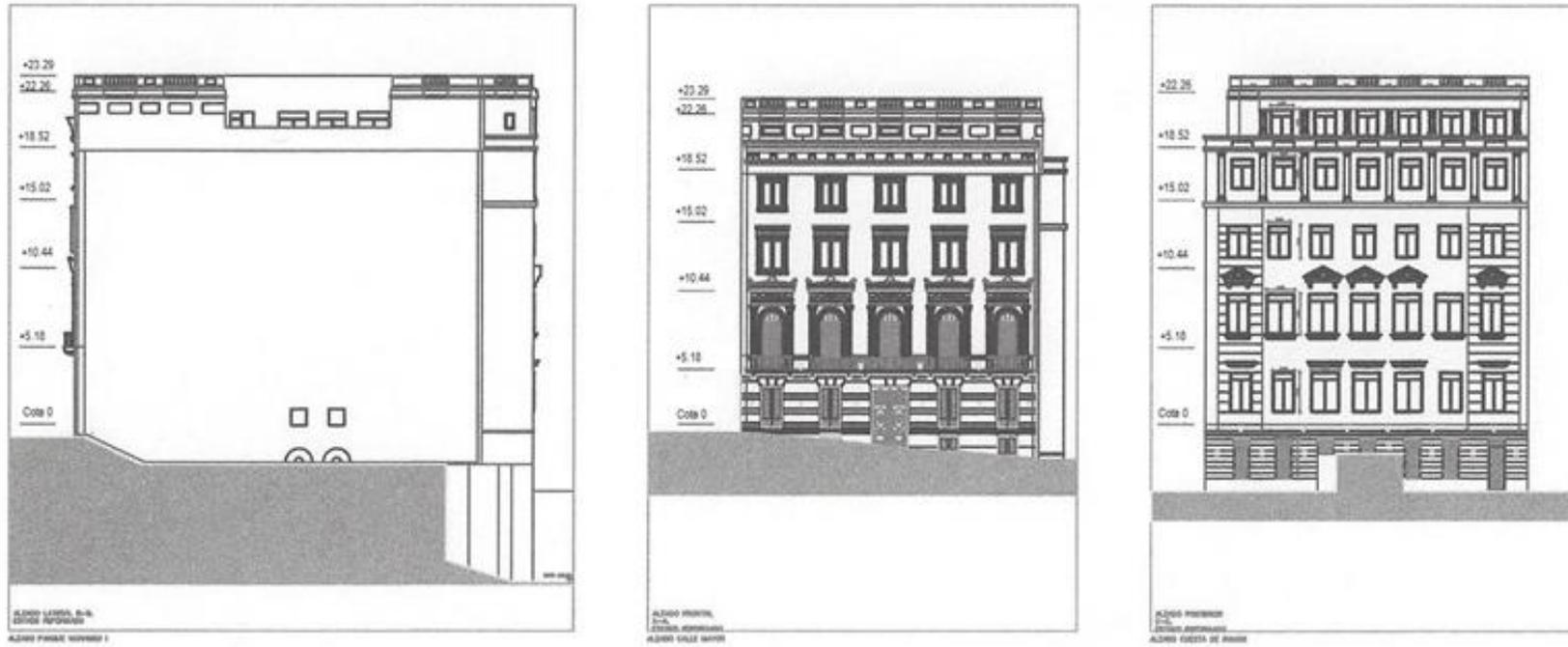


Figura 5.2: Detalle del edificio. Alzado y perfil

5.2. CLIMATOLOGÍA Y SITUACIÓN

La climatología de la zona se caracteriza por dos estaciones fuertemente marcadas por el frío y calor. Los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero tienen temperaturas bajas mientras que los meses junio y agosto alcanzan temperaturas elevadas. El resto del año las temperaturas son moderadas.

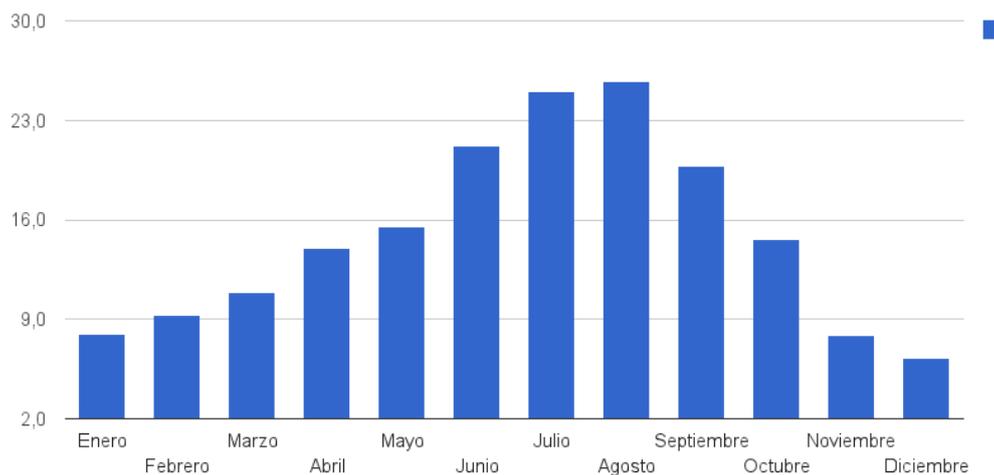


Figura 5.3: Temperatura media Madrid año 2008

La orientación del edificio se sitúa de la siguiente manera. Por lo que la cara Sur recibe sol directo durante casi toda la jornada. Al amanecer la cara Este no recibe sol al estar contigua a otro edificio anexo, mientras que la cara Oeste al atardecer recibe media jornada de sol.

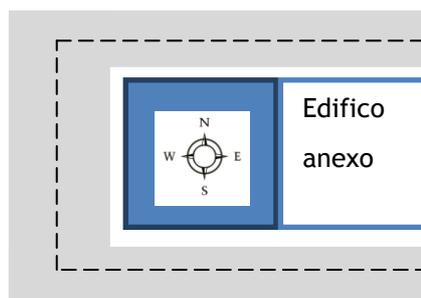


Figura 5.4: Orientación del edificio

5.3. CLIMATIZACIÓN

7.3.1 Consumo eléctrico en climatización. Régimen de funcionamiento

El sistema de climatización comienza a las 7.00 am. Una vez encendido tarda una hora en alcanzar la temperatura de consigna. A lo largo del día se mantiene la temperatura estable entre 22-23°C en Invierno y 21 °C en Verano. A las 18.00 pm el sistema de climatización es apagado hasta el día siguiente. La gestión de la temperatura es centralizada, a excepción de ciertos espacios singulares en los que su gestión es individualizada. La ocupación del edificio desciende hasta un 40% en su periodo vacacional.

El consumo en climatización es 29% de media respecto del consumo total del edificio. Su cuota de consumo varía desde 60% el valor más alto en los meses más fríos de Invierno y 7% en primavera y otoño.

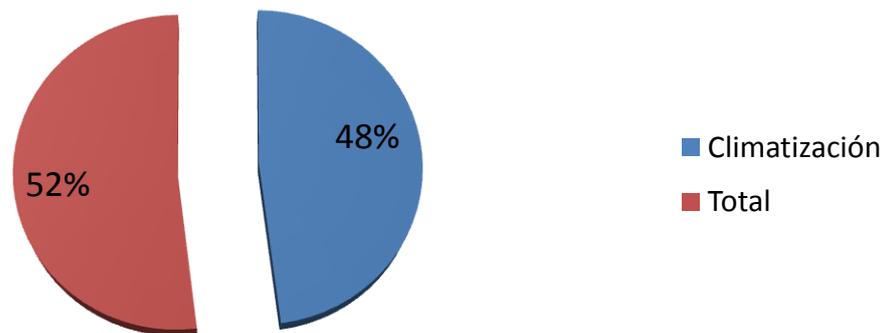


Figura 5.5: Consumo energético climatización vs total

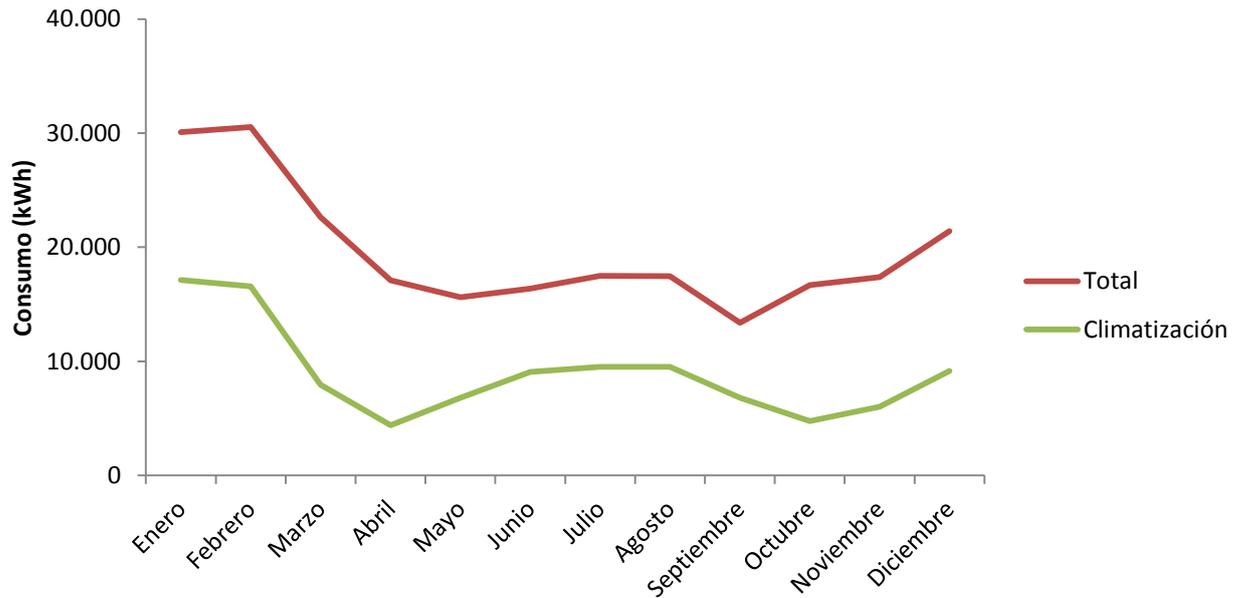


Figura 5.6: Consumo mensual climatización vs total

Tabla 5.1: Consumo mensual climatización

Climatización			
Mes	Consumo max	Factor de carga	Consumo (kWh)
Enero	24.459	70%	17.121
Febrero	23.678	70%	16.575
Marzo	22.710	35%	7.948
Abril	21.974	20%	4.394
Mayo	22.710	30%	6.813
Junio	22.710	40%	9.084
Julio	23.809	40%	9.52
Agosto	23.809	40%	9.523
Septiembre	22.710	30%	6.813
Octubre	23.809	20%	4.761
Noviembre	24.074	25%	6.018
Diciembre	22.909	40%	9.163

7.3.2 Unidades de climatización

Para el mantenimiento de la temperatura de consigna, el HRW (Horizontal Remediation Wells) funciona como un sistema de extracción y de renovación. Por las extractoras de las diferentes salas del edificio se recoge el calor (q) y se lleva al equipo HRW. En dicho aparato parte del aire de la sala es expulsado al aire “de la calle” y parte de ese aire se vuelve a mezclar con más aire de “la calle”, consiguiendo en dicho aire una temperatura de consigna estipulada por el edificio, es decir, unos 22°C programado desde el ordenador central en la planta sótano del edificio.

Para conseguir una temperatura de confort es necesario utilizar los Fan Coil de pared y de suelo repartidos por las plantas del edificio. En el equipo RAS se realiza el intercambio de calor necesario para llevar la temperatura de calor o frío a los diferentes fan coil, donde en función de la temperatura deseada (con fluido refrigerante del interior -gas que condense y evapore en función de la temperatura marcada-) es capaz de calentar o refrigerar las salas del edificio. Además de este equipo RAS, parte del calor es redireccionando a los fan coil de techo como soporte para el mantenimiento de la temperatura de consigna.

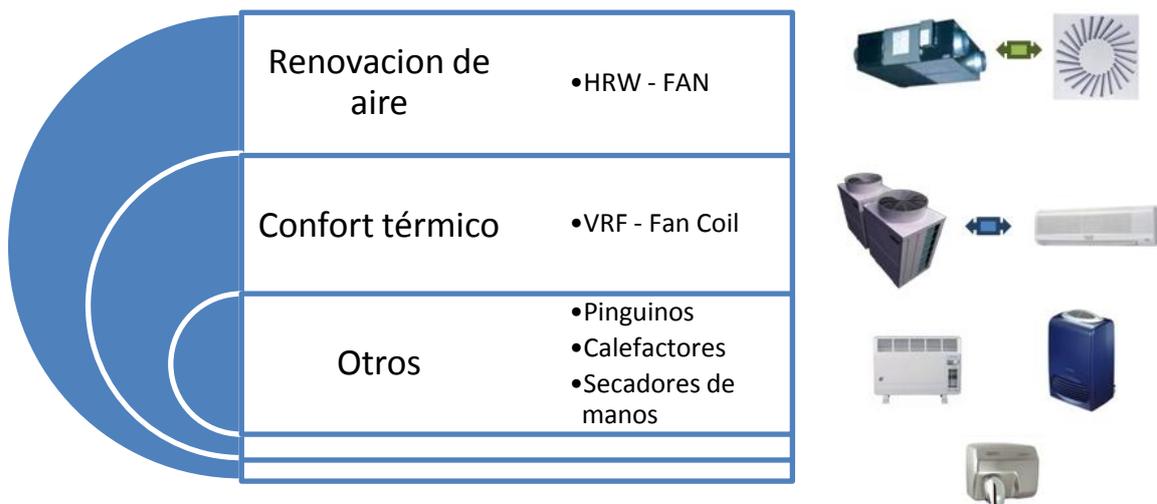


Figura 5.7: Esquema unidades de climatización

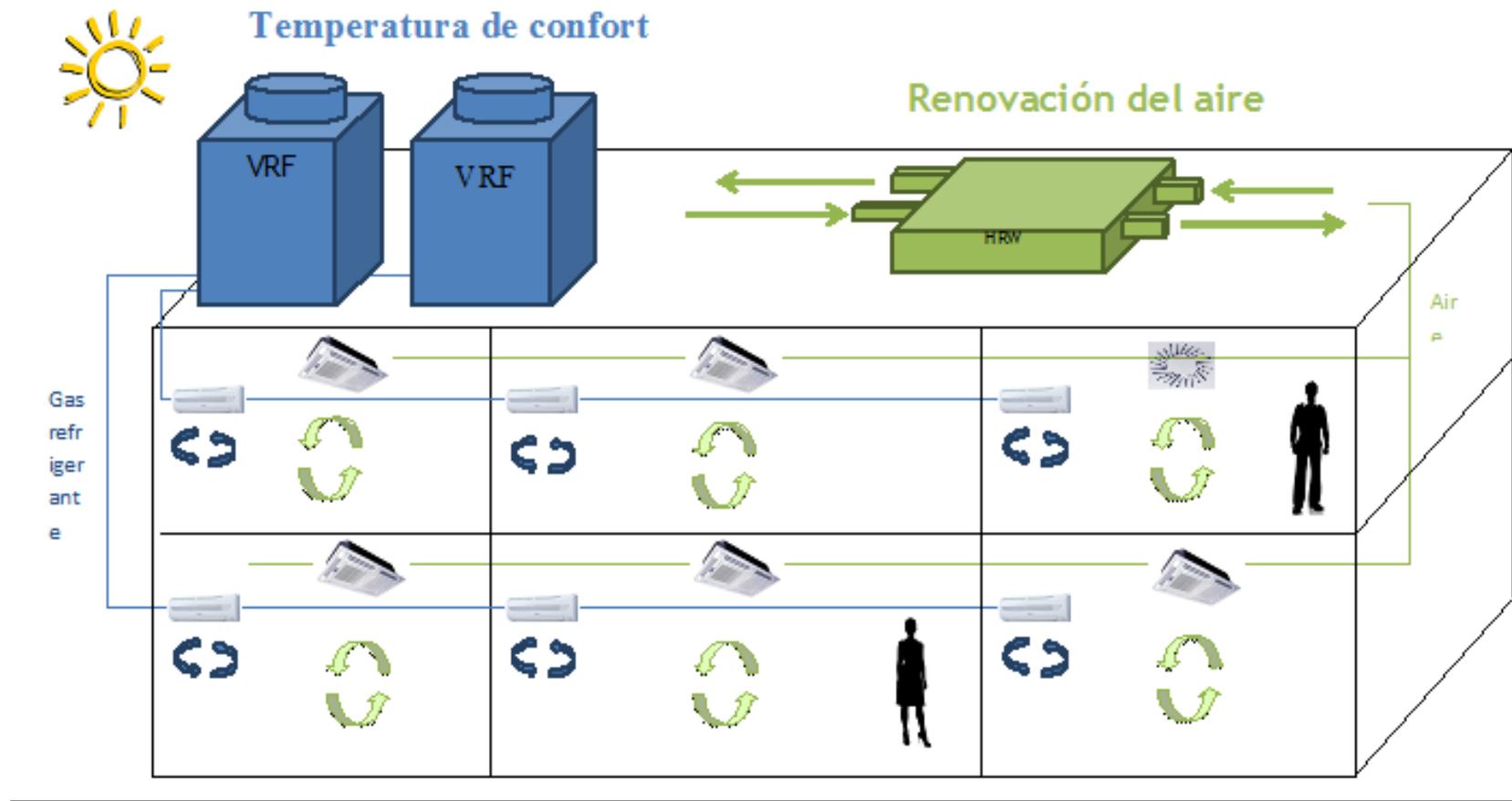


Figura 5.8: Esquema del sistema del sistema de climatización

7.3.3 Renovación del aire

A continuación pueden verse unos detalles del sistema de renovación de aire del edificio.

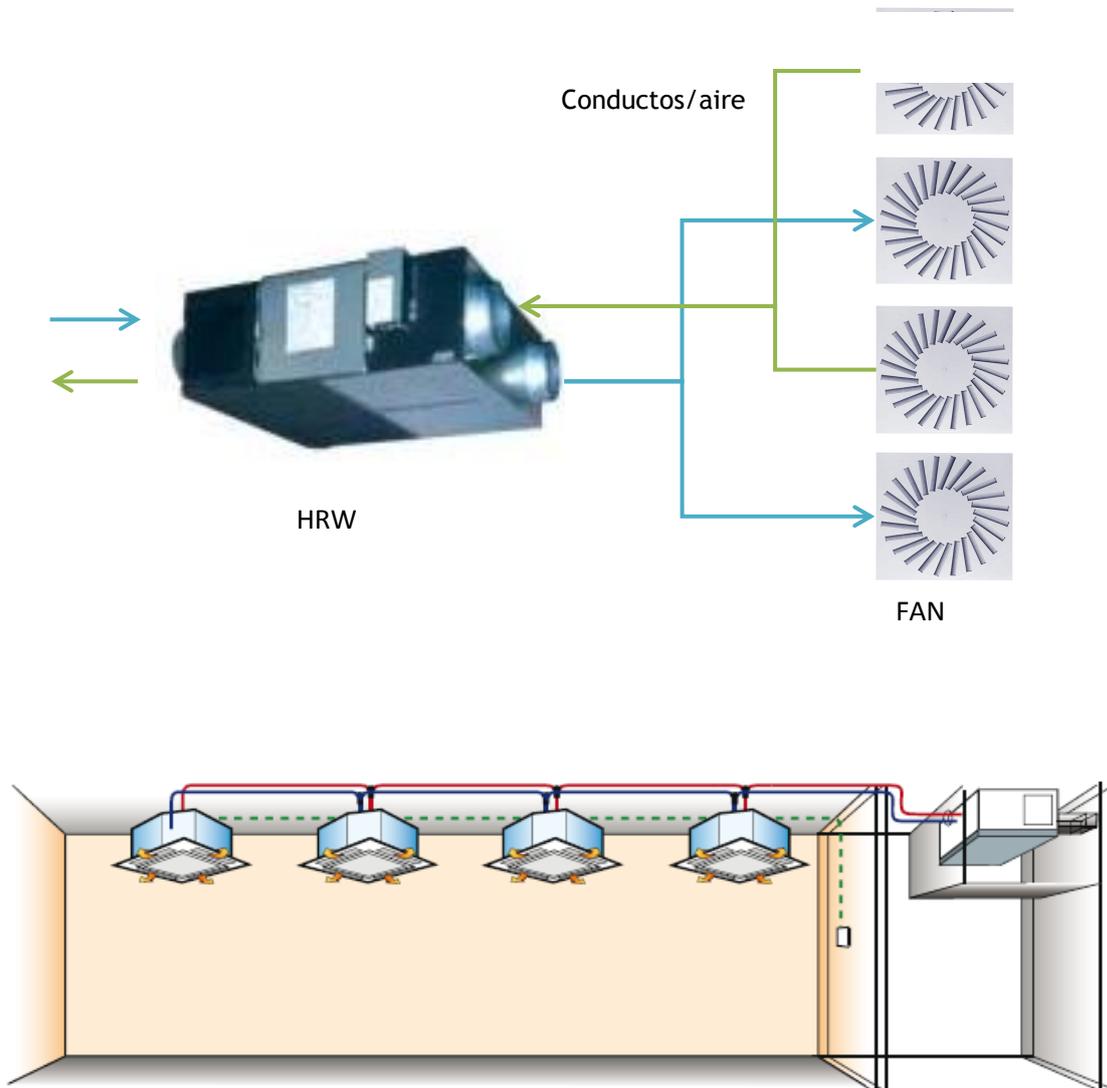


Figura 5.9: Detalles del sistema de renovación de aire

Este tipo de sistemas son de alta eficiencia, consiguiendo valores cercanos al 90% en recuperación de energía térmica. Su utilidad consiste en la renovación del aire del edificio con la mínima pérdida de energía de climatización. El HRW produce el intercambio de aire interior por aire exterior. Al mismo tiempo el HRW es el lugar donde la energía del aire extraído es transmitida al aire que entra manteniendo la temperatura climatizada de dentro del edificio. A continuación el aire pasa por los conductos de ventilación a los fan que distribuyen el aire por las diferentes partes del edificio.

Recuperación de la energía (Punto 5 art 12 y IT1.2.4.5.2)

En su instrucción técnica IT 1.2.4.5.2.1, indica que "en los sistemas de climatización de los edificios en los que el caudal de aire expulsado al exterior, por medios mecánicos, sea superior a 0,5 m³/s, se recuperará la energía del aire expulsado" Como el caudal de referencia no es muy alto, en la práctica la totalidad de edificios (a excepción de pequeñas instalaciones), necesitarán disponer de recuperadores de calor.

El caudal actual de renovación de aire en el edificio es de 0,25 m³/s. Se podría plantear eliminar el recuperador entálpico, pero dado el ahorro en climatización que supone se considera favorable tenerlo instalado.

Considerando que las horas de renovación de aire se encuentran entre 2.000 y 4.000 horas anuales y la renovación es de 0,25 m³/s la eficiencia del recuperador entálpico podría reducirse hasta un 44%. Dado el ahorro que supone en climatización una alta eficiencia del HRW se considera favorable no reducir su eficiencia de funcionamiento

Tabla 5.2: Eficiencia de la renovación de aire

Horas anuales de funcionamiento	Caudal de aire exterior (m ³ /s)									
	> 0,5...1,5		> 1,5...3,0		> 3,0...6,0		> 6,0...12		> 12	
	%	Pa	%	Pa	%	Pa	%	Pa	%	Pa
≤ 2.000	40	100	44	120	47	140	55	160	60	180
> 2.000...4.000	44	140	47	160	52	180	58	200	64	220
> 4.000...6.000	47	160	50	180	55	200	64	220	70	240
> 6.000	50	180	55	200	60	220	70	240	75	260

Eficiencia en el transporte de fluidos (aire) (IT 1.2.4.2.5)

Los conductos y accesos de la red de impulsión de aire dispondrán de un aislamiento térmico suficiente para que la pérdida de calor no sea mayor que el 4% de la potencia que transportan y siempre que sea suficiente para evitar condensaciones.

Tabla 5.3: Espesores de aislamiento de conductos

	En interiores mm	En exteriores mm
aire caliente	20	30
aire frío	30	50

Se ha determinado que el grosor y las condiciones del aislamiento actuales son óptimos por lo que no se considera ninguna medida de mejora adicional.



Figura 5.10: Detalle del aislamiento

Caudal de aire

El RITE exige un caudal mínimo de renovación de aire según tipología de edificios. El presente estudio contempla edificios de oficinas correspondientes a la categoría IDA2. Con una ocupación de 50 personas en el edificio, el caudal de renovación debe ser 2250 m³/h mínimo obligatorio. Actualmente se encuentra en 1000 m³/h, por lo que se considera oportuno instalar al menos dos HRW más en el edificio además de los dos existentes actualmente. Cumpliendo con el mínimo establecido de renovación de aire se recomienda configurar el HRW al mínimo de su caudal para obtener una mayor eficiencia en la recuperación de energía y por lo tanto ahorro en climatización.

Tabla 5.4: Caudales de aire exterior en dm³/s por persona

Categoría	dm ³ /s por persona
IDA 1	20
IDA 2	12,5
IDA 3	8
IDA 4	5

En la estimación del número de HRW necesarios se aconseja medir el caudal de aire con el que los HRW están trabajando ya que el modelo existente se puede configurar entre 450-500 m³/h de aire. Esto además supondrá una modificación en la eficiencia del sistema.

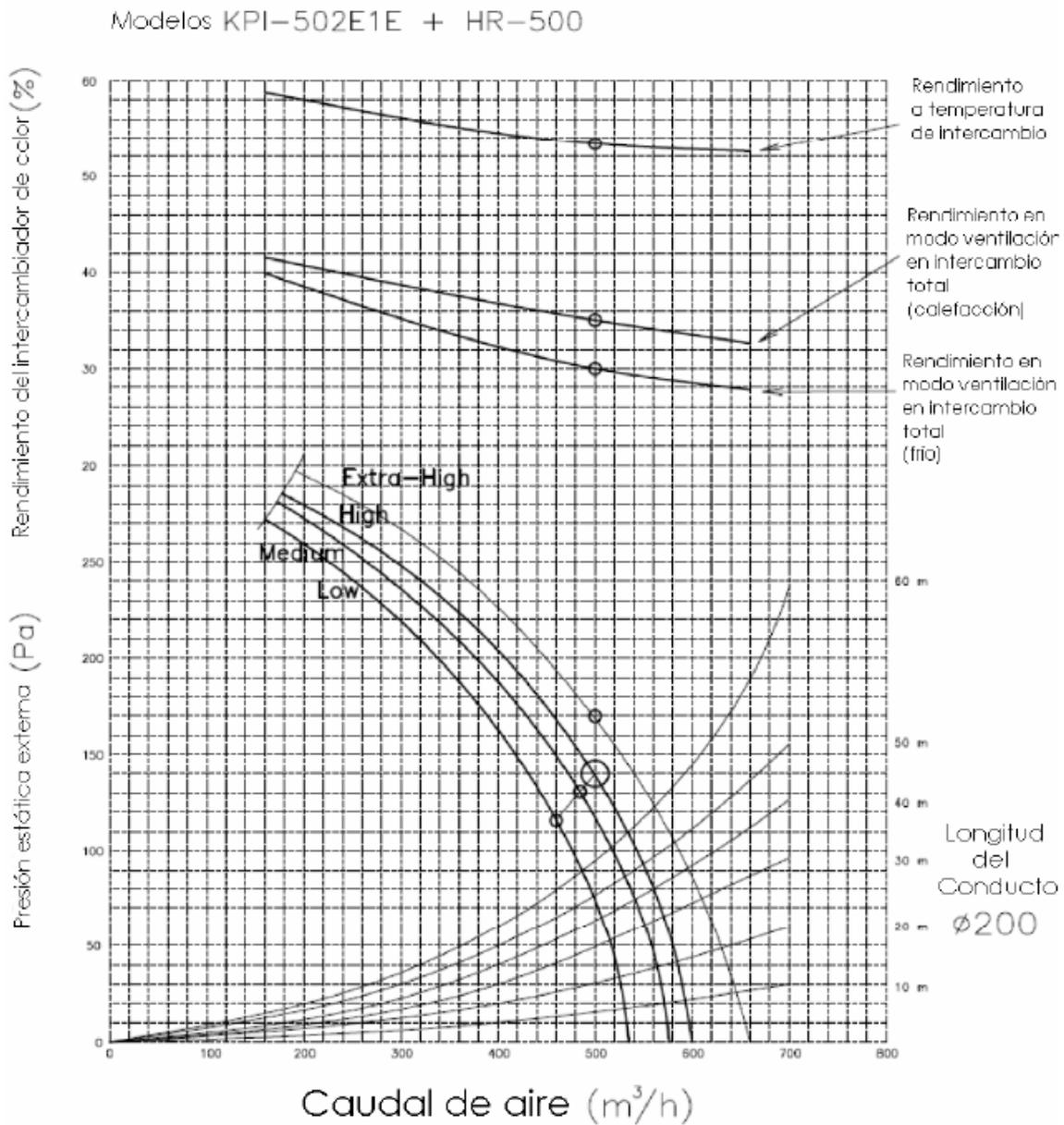


Figura 5.11: Rendimiento del intercambiador

7.3.3.1 HRW. Recuperador entálpico

El HRW llamado recuperador entálpico, modelo: KPI-502E1E. Son unidades de ventilación con recuperación de energía. Diseñados para recuperar el 30% de la energía consumida (temperatura y humedad) por el sistema de climatización al renovar aire del edificio. El sistema intercambia la temperatura y la humedad del aire extraído con las del aire exterior que se introduce. El caudal de aire de renovación está en 450-500 m^3/h , que funciona durante las 11 horas de jornada laboral.

EOI Escuela de Organización Industrial

<http://www.eoi.es>
<http://masterefficiency.yolasite.com/>



Figura 5.12: Detalle del recuperador entálpico

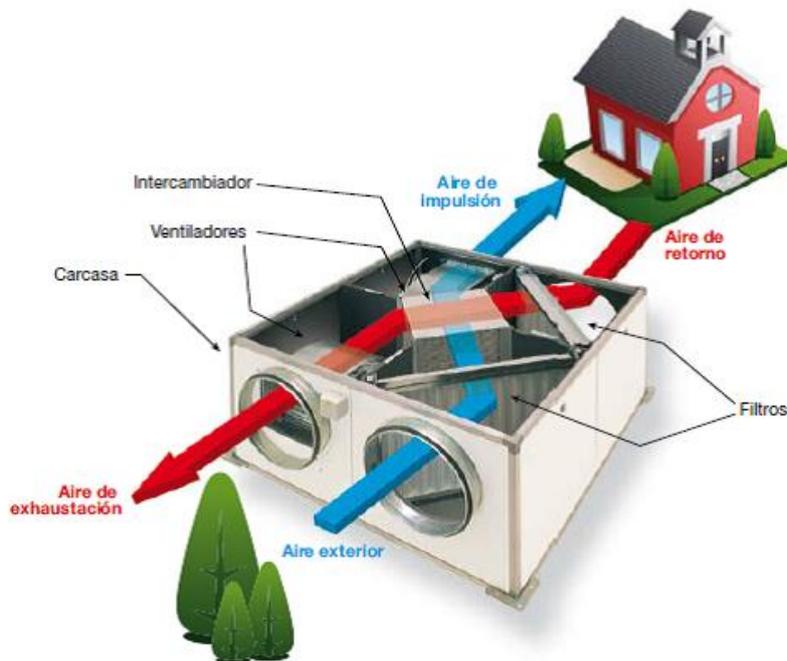


Figura 5.13: Esquema de funcionamiento del sistema recuperador entálpico

Los recuperadores entálpicos o de calor se componen de un ventilador extractor de aire, un ventilador de impulsión y un intercambiador de calor perfectamente ensamblados y acoplados dentro de una estructura aislada acústica y térmicamente.

El modelo existente es un Intercambiador de Flujos Paralelos. Los caudales de aire de impulsión y extracción circulan paralelos y a contracorriente en el interior del intercambiador, con lo que el tiempo y la superficie de intercambio es mayor, y por lo tanto, se incrementa la capacidad de recuperación. Este modelo tiene una alta eficiencia de recuperación de energía respecto a otros modelos parecidos.

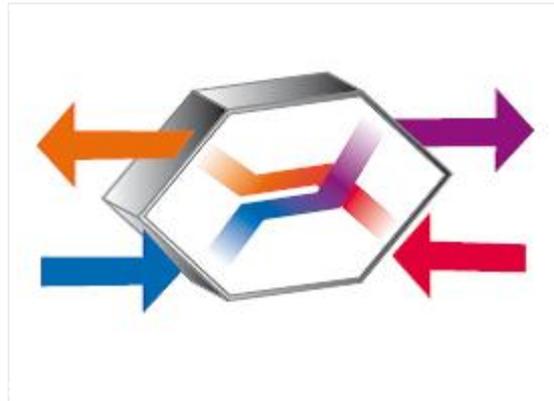


Figura 5.14: Funcionamiento recuperación entálpica. Fuente: Soler y Palau

Para un funcionamiento eficiente constante se considera imprescindible cumplir con las indicaciones fijadas por el RITE, que establece que el mantenimiento preventivo debe ser una vez al año para nuestro tipo de instalaciones constando de:

- Limpieza de los evaporadores
- Limpieza de los condensadores
- Drenaje, limpieza y tratamiento del circuito de torres de refrigeración
- Revisión y limpieza de aparatos de recuperación de calor
- Revisión y limpieza de unidades de impulsión y retorno de aire
- Revisión de equipos autónomos
- Revisión y limpieza de unidades de impulsión y retorno de aire
- Revisión del estado del aislamiento térmico
- Revisión del sistema del sistema de control automático

En los recuperadores tipo compacto, en los que se incorporan los ventiladores de impulsión y retorno, se pueden incluir elementos opcionales para cumplir la normativa, o para mejorar las condiciones de funcionamiento y control del equipo:

Unidades de filtración: Son unidades que incorporan los filtros de aire, adecuados para cumplir los requisitos de Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios (RITE)

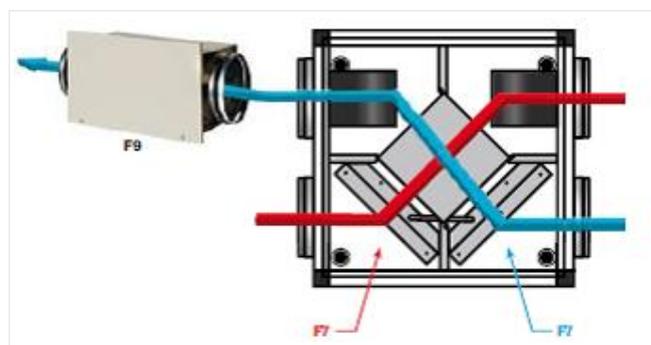


Figura 5.15: Funcionamiento de las unidades de filtración

Baterías de agua: Aunque la función del recuperador, como hemos visto, es ceder calor (o frío en verano) al aire de impulsión; hay situaciones en que además es necesario emplear baterías de agua para elevar (o enfriar) mucho más la temperatura de impulsión. Sería el caso de instalaciones situadas en zonas geográficas, cuya temperatura en invierno sea muy baja (o en verano muy alta), con lo que, además de ceder calor (o frío) en el recuperador, haremos pasar agua caliente (o agua fría) por la batería, consiguiendo condiciones más favorables y evitando sensaciones desagradables en el interior.



Figura 5.16: Baterías de agua

Y-Pass: Es un dispositivo que desvía el caudal de aire, evitando que pase a través del recuperador, y por lo tanto no se realice el intercambio térmico. Con ello, se aprovechan al máximo las condiciones ambientales para mejorar el ahorro energético. Imaginemos, una temperatura interior en verano de 25°C y exterior de 19°C. Si nuestro objetivo es refrescar el ambiente, no sería lógico ceder calor al aire de impulsión. En esta situación, emplearíamos el by-pass, para que el aire de extracción no circulase por el intercambiador, y de esta manera el aire exterior entrase a 18°C. En el sentido contrario, podríamos utilizarlo en invierno, cuando la temperatura exterior fuese más alta que la temperatura interior.

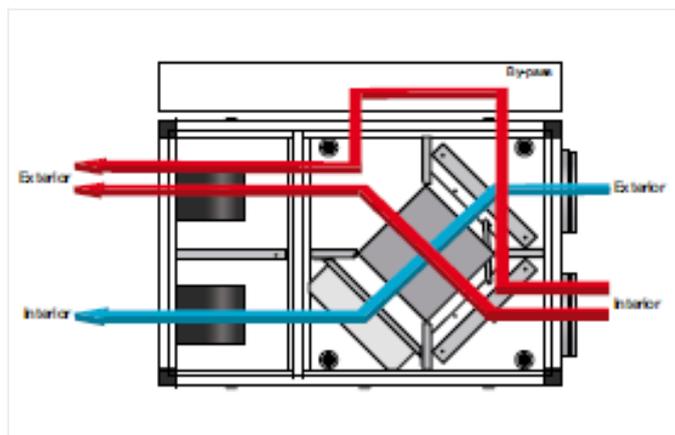


Figura 5.17: Funcionamiento del y-pass. Fuente: Soler y Palau

Módulo Enfriamiento Adiabático: El enfriamiento adiabático, es un proceso que consiste en enfriar el aire mediante la humectación del mismo. En este proceso, no hay aporte ni cesión de calor al ser adiabático. Se instala en el lado del aire de extracción antes del

intercambiador, y funcionará en régimen de verano. De esta forma, cuando el aire proveniente del local entre en el intercambiador más frío y húmedo, aumentaremos el gradiente de temperatura, con lo que el aire que entre al local será más frío, aumentando la eficiencia del recuperador.

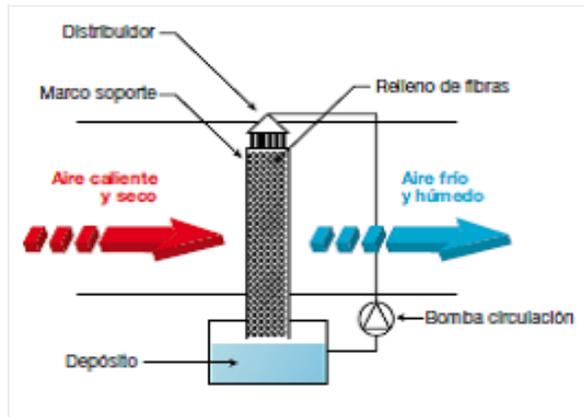


Figura 5.18: Funcionamiento módulo de enfriamiento adiabático. Fuente: Soler y Palau

Tabla 5.5: Modelo de sistema HRW

HRW - Renovación de aire				
Modelo	Unidades	Q aire m ³ /h	Ventilador (KW)	Consumo diario (kWh)
LGH-100Rx4 / KPI-502E1E	2	500/480/450	0,135*2	5,94

7.3.3.2 Fan

Los Fan de este tipo son difusores rotacionales VDW que pueden adaptar su dirección de impulsión en función de las necesidades constructivas.

Gracias a la salida de aire rotacional se produce la inducción de una gran cantidad de aire y, con ello, se consigue una reducción de la velocidad y temperatura, pudiendo llegar a una diferencia de temperatura de +10 a -10 K, con hasta 30 movimientos de aire.

La conexión al conducto se realiza mediante un plenum de conexión, lateralmente o por la parte superior. La serie VDW puede utilizarse tanto para impulsión como para retorno. Para el retorno no son necesarios deflectores. No se considera ninguna mejora en esta parte del sistema.



Figura 5.19: Detalle del fan

7.3.4 Confort Térmico

Equipos de aire acondicionado desarrollados especialmente para residencias amplias y edificios comerciales de medio y grande tamaño. Se trata de un sistema multi-split, en que la unidad externa se encuentra ligada a múltiples unidades internas, que operan individualmente por ambiente, por medio de los llamados sistemas de expansión directa, en los que el refrigerante “intercambia” calor con el aire del ambiente - y luego retorna para su condición inicial en el ciclo del sistema de refrigeración. El proceso comienza mediante las unidades FAN que captan aire de la habitación para extraer el frío o calor dependiendo de las necesidades y expulsarlo a la temperatura deseada. Esta energía, extraída del aire interior en forma de temperatura, es transmitida al fluido refrigerante que se dirige a las unidades VRF situadas en el exterior del edificio. Las unidades VRF expulsan la energía transmitiéndola al aire exterior.

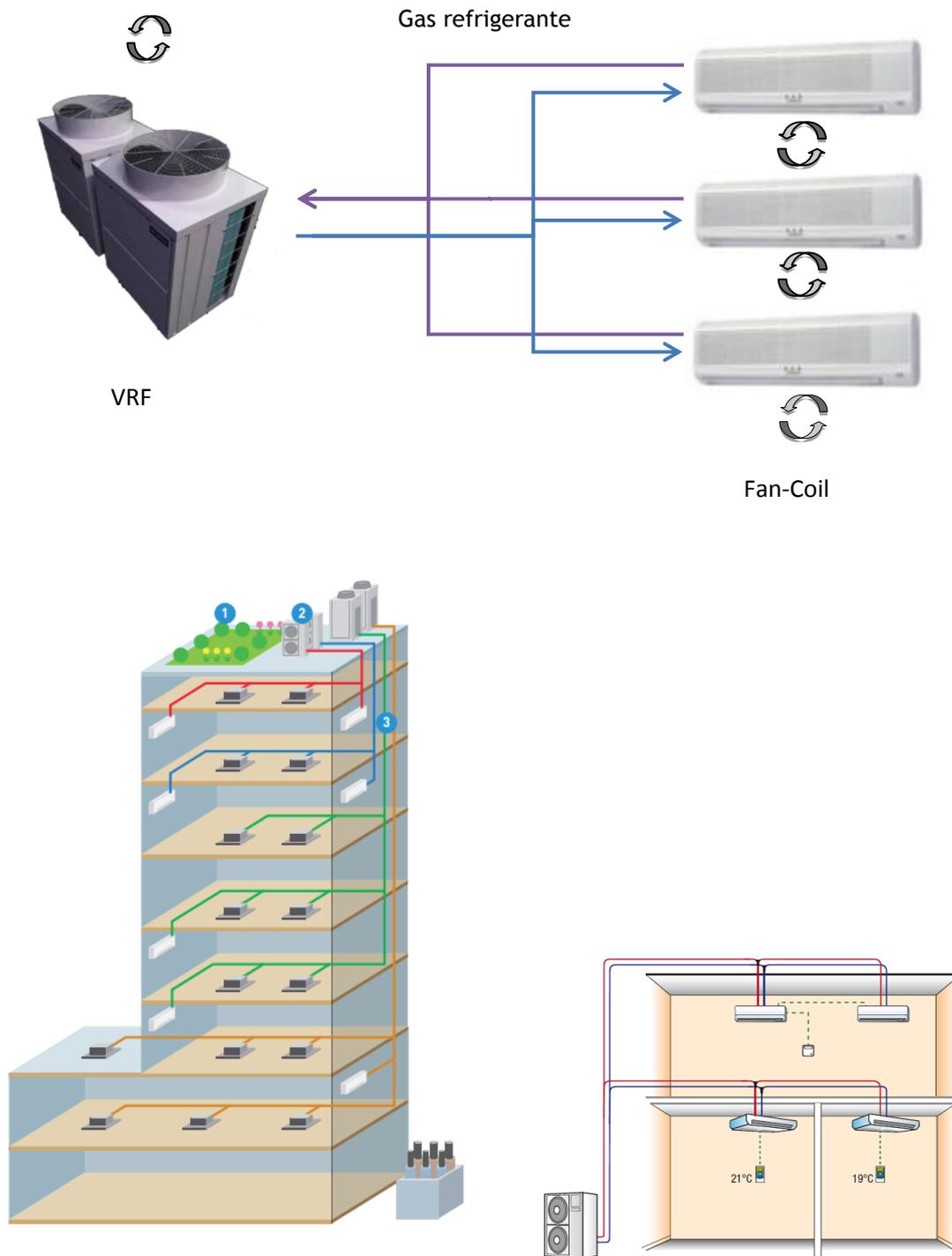


Figura 5.20: Esquema del sistema de confort térmico

7.3.4.1 VRF - Unidades exteriores

VRF es un sistema de aire acondicionado de expansión directa. En él, el aire del ambiente cambia el calor directamente con el refrigerante, gracias a la acción de un componente que llamamos evaporadora. Al contrario de los llamados sistemas de expansión indirecta (agua

EOI Escuela de Organización Industrial

<http://www.eoi.es>
<http://masterefficiency.yolasite.com/>

helada), el VRF mantiene la uniformidad en la capacidad de refrigeración ofrecida a cada unidad evaporadora.

El modelo existente VRF FXN es el que tiene una categoría más alta de eficiencia energética, al mismo que tiempo que puede conectar más unidades de distribución (hasta 26). Además es capaz de situar dichas unidades hasta una máxima distancia de 190, muy superior a otras unidades. También es útil para ofrecer la máxima capacidad de refrigeración. Al igual que otras de gama inferior también tiene control independiente de las unidades interiores y control centralizado. El precio es el más alto de los sistemas de climatización.

Ahorro energético

1. Hyper Wave Inverter

La gama FS climatiza rápidamente el espacio hasta llegar a la temperatura deseada, y la mantiene garantizando eficiencia y ahorro energético.

2. Compresor Inverter DC

Gracias a los potentes imanes de neodimio, se consigue un motor más compacto.

3. Nuevo ventilador diagonal



Figura 5.21: Detalle de las unidades exteriores VRF

Los módulos base tienen unas medidas compactas que permiten transportarlos en un ascensor. Todos los modelos pueden funcionar indistintamente a 2 (calefacción o refrigeración) ó 3 tubos (calefacción y refrigeración simultáneamente). Existe la posibilidad de limitación del consumo eléctrico, bloquear el funcionamiento en solo calor o en solo frío. Además los distintos modelos Hitachi son compatibles unos con otros. Tiene un amplio rango

de funcionamiento, hasta -20°C en calefacción y -5°C en refrigeración. Ahora es más silencioso con el nuevo modelo de 3 aspas. El control de todos los sistemas es individual o centralizado, compatible e intercambiable. También tiene un compresor de alta eficiencia Scroll DC Inverter. Se puede controlar de manera automática el consumo de energía, regulando entre un 100%, 70% y 50% del valor nominal. Evitando así, un exceso de energía regulando la frecuencia, sin permitir los picos de consumo.

Tabla 5.6: Unidades exteriores VRF

VRF - Unidad exterior					
Modelo	U.	Q aire m3/h	IPT (kW) Compresor	IPT (kW) Ventilador	Consumo diario (kWh)
Hitachi RAS 8 FXN - 1°	1	138	6,7	0,26	6,96
Hitachi RAS 10 FXN - 4°	1	172	8,3	0,5	8,8
Hitachi RAS 16 FXN - 2°	1	210	12,1	1,44	13,54
Hitachi RAS 16 FXN - 3°	1	210	12,1	1,44	13,54
Hitachi RAS 24 FXN - Cubierta, baja, sótano	1	344	20,3	2,08	22,38
TOTAL					780,34

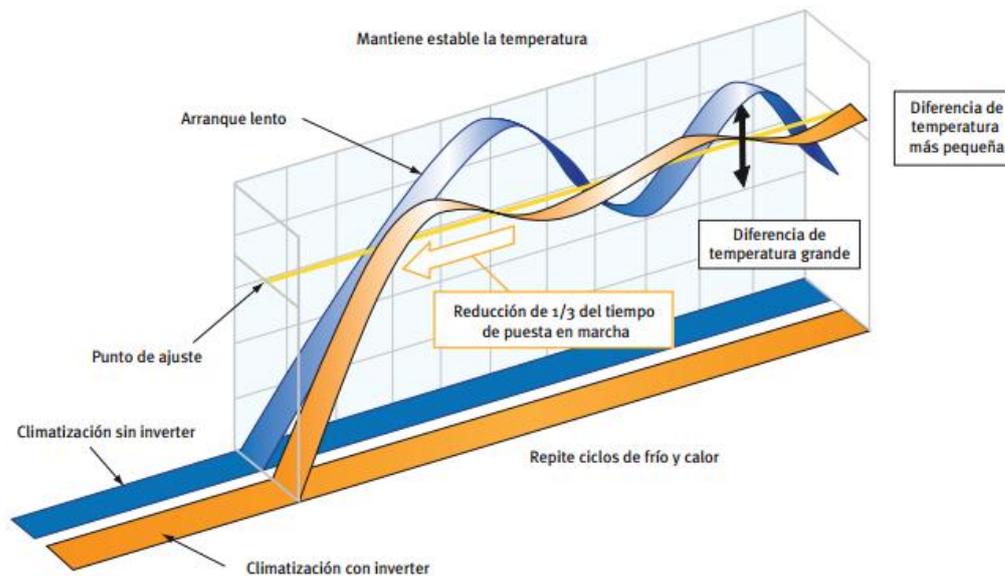


Figura 5.22: Comparativo entre operación con y sin inverter

7.3.4.2 CH Box

El sistema SETFREE FXN (E) de HITACHI dispone de una nueva CH Box que permite la utilización del modo frío o calor en la unidad interior independientemente del modo de trabajo de la unidad exterior.

Su característica principal es la reducción de las conexiones de tuberías. Estas conexiones de tuberías se han reducido de cinco (tres que vienen de la unidad exterior y dos que van hacia la unidad interior), a tres (dos que vienen de la unidad exterior y uno que va hacia la unidad interior). Así como la diferencia de altura entre las unidades CH, que puede ser de hasta 15 m.

Otra ventaja es la posibilidad de conectar la caja eléctrica a cualquier lado de la unidad. Como resultado de este nuevo diseño se ha facilitado considerablemente el trabajo de instalación.

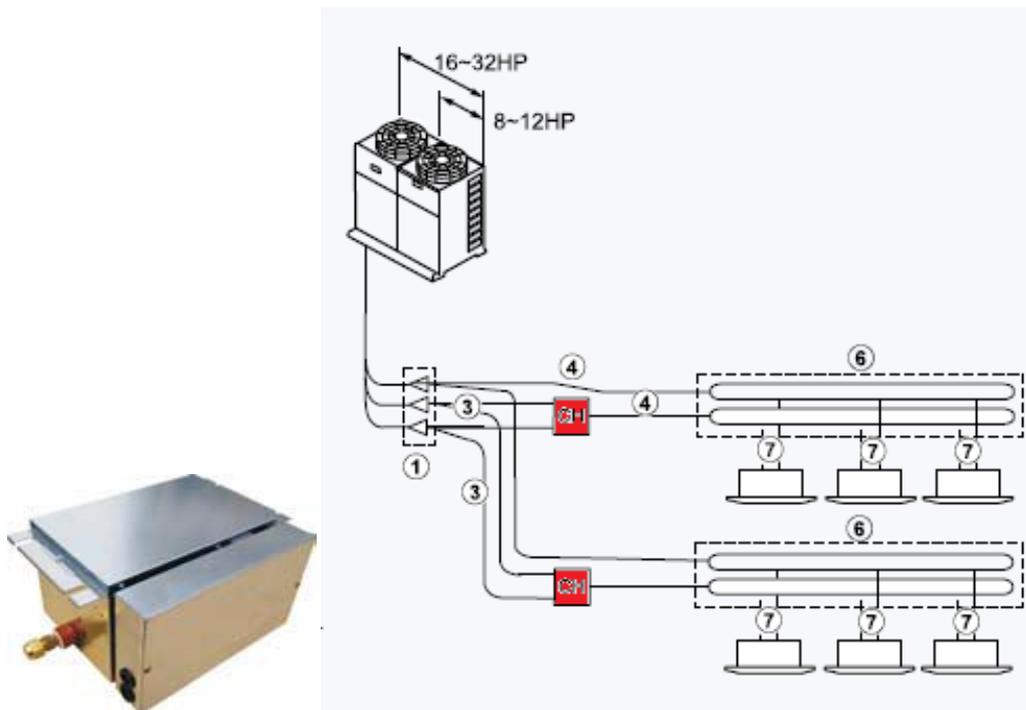


Figura 5.23: Detalle y esquema de funcionamiento del sistema SETFREE FXN(E)

7.3.4.3 FanCoil – Unidades interiores

El Fan-Coil es un sistema de acondicionamiento y climatización de tipo mixto; resulta ventajoso en edificios donde es preciso economizar el máximo de espacio. Suple a los sistemas centralizados que requieren de grandes superficies para instalar sus equipos.



Figura 5.24: Detalle de unidades interiores de FanCoil

Las unidades se componen de un filtro de aire, un serpentín calorífico y un ventilador centrífugo que permite introducir en una sala una mezcla de aire de la habitación y del exterior. El aire de la habitación es absorbido por la parte inferior e inmediatamente es filtrado para proteger el motor ventilador que impulsa el aire a pasar por el fluido de trabajo que atempera el aire antes de ser expulsado de nuevo a la habitación.

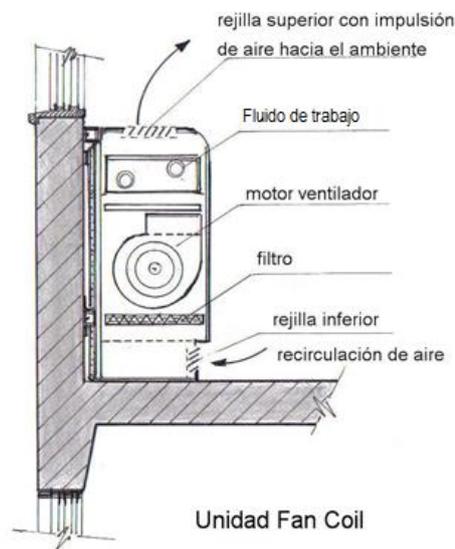


Figura 5.25: Esquema de una unidad interior de FanCoil

Tecnología Inverter. La tecnología inverter consiste en un circuito de conversión de energía que integra un dispositivo electrónico de alimentación sensible a los cambios de temperatura modulando las revoluciones del compresor para adaptarse a las necesidades de temperatura de la estancia a climatizar. Una vez alcanzada la temperatura deseada, los equipos Inverter funcionan a una potencia mínima reduciendo muy significativamente el consumo eléctrico y evitando así los picos de arranque del compresor. Esto se traduce en un ahorro anual de electricidad de hasta un 40% respecto a sistemas no Inverter.

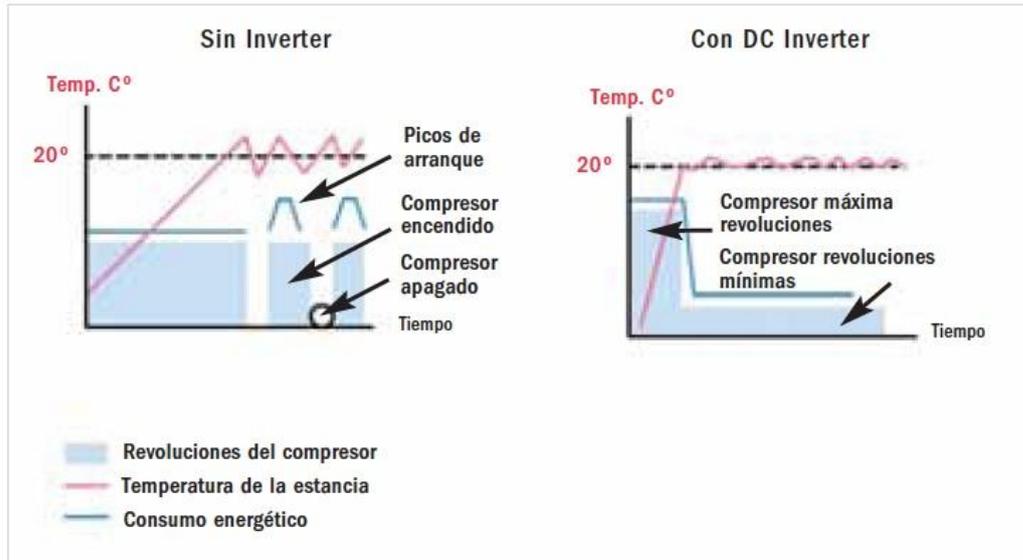


Figura 5.26: Comparación funcionamiento con/sin sistema inverter

El sistema Inverter permite por un lado que el compresor trabaje un 30% por encima de su potencia para conseguir muy rápidamente la temperatura deseada. Por otro lado, una vez alcanzada esta temperatura de confort, el sistema Inverter permite el funcionamiento del equipo hasta un 15% por debajo de su potencia, manteniendo constante la temperatura de confort en un margen de $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ evitando fluctuaciones de temperatura. Esto se traduce en una significativa reducción de ruido y consumo y un incremento en la sensación de confort.

- RCI. Se caracteriza por un funcionamiento silencioso con una eficacia del flujo de aire de un 20% (en comparación con aparatos convencionales). También tiene un consumo eléctrico reducido gracias al uso del nuevo motor corriente continua. Este es un 50% más pequeño y ligero que aparatos convencionales. Se sitúa empotrado en el techo.



Figura 5.27: Detalle de un RCI

- RPI. Destaca por el uso de nuevos materiales que lo convierten en el más silencioso del mercado. Propias de conductos de hoteles donde el ruido es un factor determinante.



Figura 5.28: Detalle de un RPI

- RPK. Tiene un diseño muy compacto y estilizado que puede reducir su tamaño hasta un 20% en comparación con otras unidades. La instalación es sencilla en una altura elevada del mural



Figura 5.29: Detalle de un RPK

- RPF. Situado a nivel de suelo facilita su mantenimiento además de distribuir el aire acondicionado en la zona del perímetro.



Figura 5.30: Detalle de un RPF

- Liebert S120A + 1 x HCE24. Los aero-refrigeradores Liebert de Emerson Network Power disipan el calor que viene de las unidades interiores HPM de expansión directa refrigeradas por gas. Únicamente disipan calor ya que suelen ser utilizadas para refrigerar equipos que no deben alcanzar altas temperaturas. El refrigerante es gas R407C



Figura 5.31: Detalle de un Liebert S120A + 1 x HCE24

- Condensador HCE-24. Diseñados específicamente para las aplicaciones de Aire Acondicionado de Alta Precisión, los aero-refrigeradores Liebert son unidades exteriores que pueden funcionar con agua o con una mezcla de glicol hasta una concentración de 40%. Si se conectan a las unidades interiores FREECOOLER de Liebert, pueden utilizar la baja temperatura del aire exterior para refrigerar la sala sin usar los compresores. Se pueden obtener ahorros en el consumo de energía hasta al 30% cada año.



Figura 5.32: Detalle de un Condensador HCE-24

- S120A. Es un armario con aire acondicionado equipado que se utilizan para la refrigeración precisa de los centros de datos y las salas de servidores. El aire es expulsado hacia arriba mediante un ventilador estándar. La alimentación principal es de 400 V/3 fases/50 HZ sin calefacción eléctrica y humidificador. El microprocesador tiene control de temperatura sin sistema de recalentamiento.

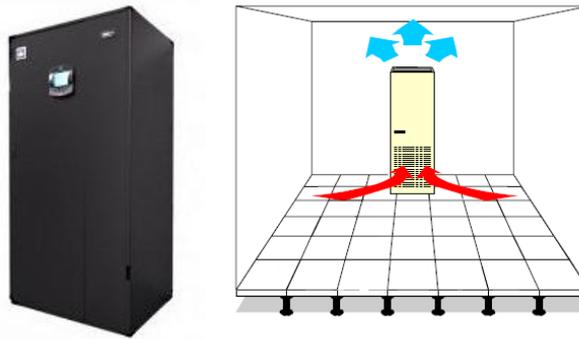


Figura 5.33: Detalle de un S120A

A continuación puede verse una tabla resumen de las unidades mencionadas.

Tabla 5.7: Unidades interiores Fan Coil

Fan Coil - Unidad interior					
Modelo	Unidades	Q aire m ³ /h	IPT (kW)	IPT Max	Consumo diario (kWh)
Hitachi RPI-0,8	4	480	0,08	0,12	0,32
Hitachi RPI-1	35	480	0,08	0,12	2,8
Hitachi RPI-1,5	17	600	0,1	0,15	1,7
Hitachi RPI-2	3	960	0,21	0,28	0,63
Hitachi RCi1	2	780	0,04	0,04	0,08
Hitachi RPK-1	1	480	0,03	0,04	0,03
Hitachi RPF1	5	510	0,04	0,05	0,2
Hitachi RPF 1,5	3	720	0,05	0,07	0,15
Hitachi RPF 2	3	840	0,09	0,12	0,27
TOTAL					67,98
	Unidades	Q aire m ³ /h	Unidad en funcionamiento (kW)		Consumo diario (kWh)
Liebert S120A + 1 x HCE24	1	8300	4,15		99,6
PKA- RP100KAL Indoor Unit/ PUHZ-RP100VKA Outdoor Unit	1	-	5,625		135
CH-4NE	28	-	0,032		9,856

7.3.5 Otros. Pingüinos y radiadores

Pingüinos

Son unidades móviles y de fácil instalación para climatización de aire. El modelo existente no tiene un tanque: se descarga automáticamente la condensación en forma de niebla, continuamente de ventilación hacia el exterior. Esto significa que lo hace todo sin necesidad de eliminar cualquier agua.



Figura 5.34: Detalle de un pingüino

Calefactor. Convector

Hay muchos tipos de aparatos de calefacción basados en el consumo eléctrico. Los más generalizados son los radiadores, dentro de los cuales está incluidos los llamados emisores térmicos, que como se sabe, no son ni de alto rendimiento ni de bajo consumo, los convectores de convección natural o forzada, las estufas y chimeneas eléctricas, etc. Este tipo de aparatos proporcionan un ambiente muy confortable, sin ruidos ni corrientes de aire apreciables.

Todos estos aparatos son consumidores de electricidad y transmiten el calor por convección. Solo a partir de 70°C lo hacen por radiación. Los convectores se llaman así porque tienen una forma que permite la entrada del aire frío (más denso) por la parte inferior, subiendo y calentándose al subir a través de las aletas del aparato, y elevándose hacia el techo por su menor densidad a medida que se va calentando. Al llegar al techo, vuelve a bajar hasta el suelo donde vuelve a subir de nuevo a través del radiador, calentándose otra vez para repetir el ciclo.



Figura 5.35: Detalle de modelos de calefactor-convector

El ahorro energético se puede conseguir a base de regular las temperaturas y tiempos de funcionamiento, a través del termostato y programador regulables incorporados al aparato o externos, colocados en el enchufe de la toma de electricidad. En cuanto al rendimiento de estos aparatos, es el máximo: cien por cien, ya que todos ellos convierten la totalidad de la energía eléctrica consumida en calor, lo que no quiere decir que sea un sistema eficiente de calefacción. Se estima que un convector proporciona 860 kcal/hW mientras que los sistemas VRF tienen una producción de 15.200 kcal/hW

Tabla 5.8: Pingüinos y radiadores

Pingüinos y radiadores			
Modelo	Uds.	Potencia media (kW)/Unidad	Consumo diario (kWh)
Pingüino. TRIO, Olimpia Splendid	7	2,1	0
Radiador. Haverland BT-23T TURBO	7	2	66

Secadores de manos

Secadores de manos por aire caliente para cuartos de baño. El modelo elegido tiene accionamiento automático por aproximación de manos. Diseño compacto y robusto anti-vandalismo. Se ajusta a lavabos de frecuencia de paso elevada.



Figura 5.36: Detalle de secador de manos

Tabla 5.9: Modelo de secador de manos

Secador de manos			
Modelo	Uds.	Potencia/unidad (kW)	Consumo diario (kW)
Mediclinics Saniflow E88 ACS	12	2,25	0

A continuación puede verse una tabla resumen del sistema de climatización.

Tabla 5.10: Inventario de climatización

HRW - Renovación de aire					
Modelo	Unidades	Q aire m ³ /h	Ventilador (KW)		Consumo diario (kWh)
LGH-100Rx4 / KPI-502E1E	2	500/480/450	0,135*2		5,94
VRF - Unidad exterior					
Modelo	Unidades	Q aire m ³ /h	IPT (kW) Compresor	IPT (kW) Ventilador	Consumo diario (kWh)
Hitachi RAS 8 FXN - 1°	1	138	6,7	0,26	6,96
Hitachi RAS 10 FXN - 4°	1	172	8,3	0,5	8,8
Hitachi RAS 16 FXN - 2°	1	210	12,1	1,44	13,54
Hitachi RAS 16 FXN - 3°	1	210	12,1	1,44	13,54
Hitachi RAS 24 FXN - Cubierta, baja, sotano	1	344	20,3	2,08	22,38
TOTAL					780,34
Fan Coil - Unidad interior					
Modelo	Unidades	Q aire m ³ /h	IPT (kW)	IPT Max	Consumo diario (kWh)
Hitachi RPI-0,8	4	480	0,08	0,12	0,32
Hitachi RPI-1	35	480	0,08	0,12	2,8
Hitachi RPI-1,5	17	600	0,1	0,15	1,7

Hitachi RPI-2	3	960	0,21	0,28	0,63
Hitachi RCi1	2	780	0,04	0,04	0,08
Hitachi RPK-1	1	480	0,03	0,04	0,03
Hitachi RPF1	5	510	0,04	0,05	0,2
Hitachi RPF 1,5	3	720	0,05	0,07	0,15
Hitachi RPF 2	3	840	0,09	0,12	0,27
TOTAL					67,98
	Unidades	Q aire m3/h	Unidad en funcionamiento (kW)		Consumo diario (kWh)
Liebert S120A + 1 x HCE24	1	8300	4,15		99,6
PKA-RP100KAL Indoor Unit/ PUHZ-RP100VKA Outdoor Unit	1	-	5,625		135
CH-4NE	28	-	0,032		9,856
Pingüinos y radiadores					
Modelo	Uds.	Potencia media (kW)/Unidad			Consumo diario (kWh)
Pingüino. TRIO, Olimpia Splendid	7	2,1			0
Radiador. Haverland BT-23T TURBO	7	2			66
Secador de manos					
Modelo	Uds.	Potencia/unidad (kW)			Consumo diario (kW)
Mediclinics Saniflow E88 ACS	12	2,25			0

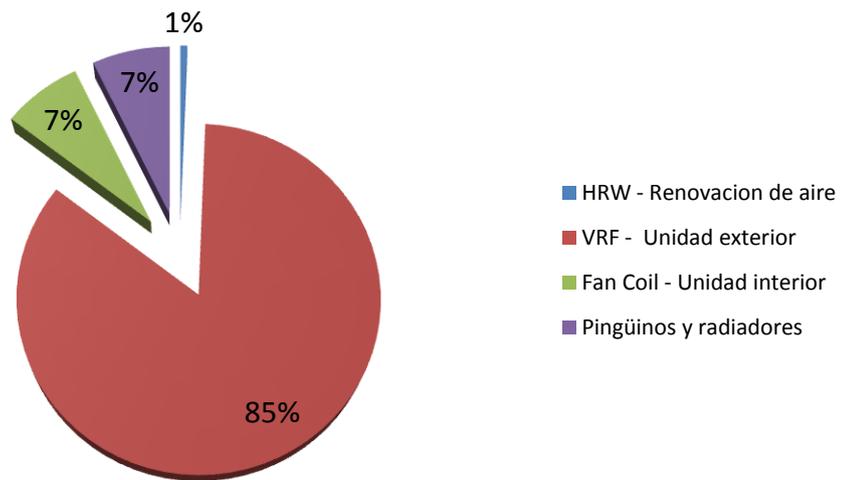


Figura 5.37: Consumo de unidades de climatización

5.4. ILUMINACIÓN

7.4.1 Consumo eléctrico en iluminación

El sistema de iluminación comienza a las 7:00 de la mañana y finaliza a las 19:00 de la tarde (12 horas de iluminación en el edificio), siendo el encargado de seguridad quien revisa todas las estancias dentro de la oficina para asegurarse que toda la iluminación se desconecta.

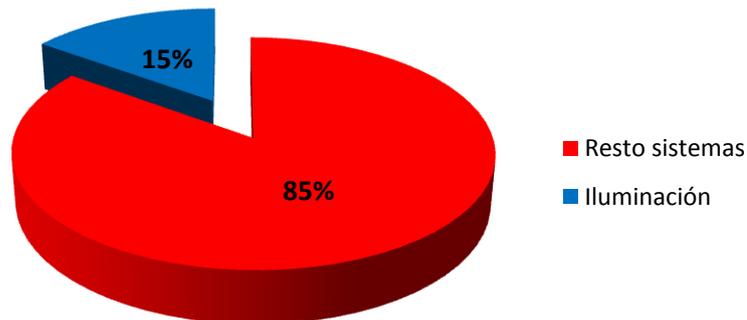


Figura 5.38: Consumo eléctrico iluminación vs total edificio

El consumo energético en iluminación es del 15% con respecto al total del edificio.

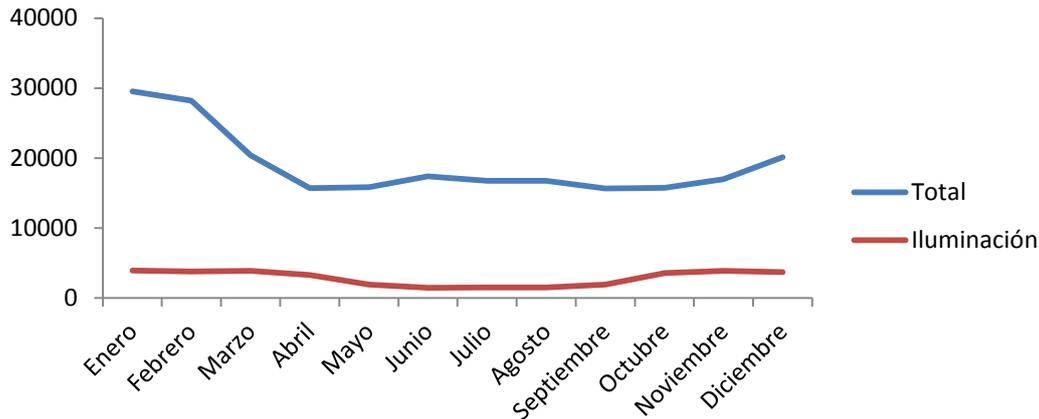


Figura 3.39: Consumo mensual iluminación frente al total del edificio (kWh)

Para determinar la línea base de iluminación se han aplicado porcentajes de factor de carga determinados para cada mes.

A continuación se adjunta una tabla con cada uno de los factores de carga específicos y cómo actúan con cada uno de los consumos mensuales asociados (kWh).

Tabla 5.11: Consumo eléctrico iluminación

Iluminación			
Mes	Consumo máximo	Factor de carga	Consumo (kWh)
Enero	4.925,00	80%	3940
Febrero	4.768,00	80%	3814,4
Marzo	4.848,00	80%	3878,4
Abril	4.690,00	70%	3283
Mayo	4.848,00	40%	1939,2
Junio	4.848,00	30%	1454,4
Julio	5.082,00	30%	1524,6
Agosto	5.082,00	30%	1524,6
Septiembre	4.848,00	40%	1939,2
Octubre	5.082,00	70%	3557,4
Noviembre	4.848,00	80%	3878,4
Diciembre	4.613,00	80%	3690,4
			34.424,00
Porcentaje (%) de consumo total en iluminación			15%

Para la determinación de los factores de carga se han tenido en cuenta principalmente la radiación diurna estacional, debido a que la radiación solar en los meses estivales es mucho más acusada con respecto a los meses de invierno.

También se ha estimado aplicar reducciones de aproximadamente un 10% dentro del total en el factor de carga para cada mes debido a que algunos tipos de lámparas no se encuentran encendidos las 12 horas, tal y como se ha tenido en cuenta para los cálculos de consumos de manera teórica como ocurre para las zonas de aseos, almacenes, salas de archivos y el aula de formación presentes en el edificio.

7.4.2 Clasificación de actividades: segmentación del edificio de oficinas

Cuando se aborda un estudio de iluminación en un edificio de oficinas, primeramente es necesario conocer aquellas zonas del edificio diferenciadas por función para facilitar el inventariado de cada una de las luminarias y su ubicación dentro del edificio.

La función dentro del edificio es de tipo COLMENA y LOBBY:

COLMENA: se caracteriza por el trabajo individual, de procesos sistemáticos, y por el carácter repetitivo de los mismos. En general los empleados disponen de una autonomía limitada, confirmada por la estructura jerárquica de la organización. Las distribuciones son de planta abierta con cabinas acristaladas de separación entre las diferentes oficinas. La infraestructura de este tipo de oficina se orienta a la creación de puestos de trabajo con el mínimo gasto posible.

Figura 5.40: Segmentación tipo colmena

LOBBY: el área sirve de canal de transporte entre varias salas y departamentos. El LOBBY es un espacio compartido por todos los empleados. Dentro del edificio destacamos la función

LOBBY para los pasillos, almacenes, aula de formación, salas de archivos del edificio, aseos, ascensores, escaleras y el vestíbulo principal.

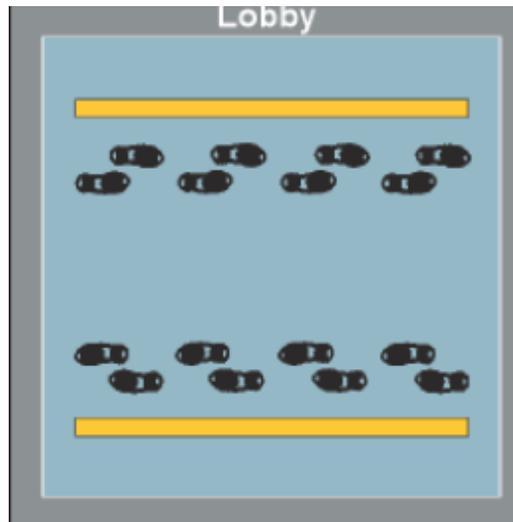


Figura 5.41: Segmentación tipo Lobby

7.4.3 Sistemas de iluminación

7.4.3.1 Sistemas de alumbrado

En cuanto a la disposición y ubicación de las luminarias, la oficina cuenta con alumbrado general, proporcionado por una distribución regular de las luminarias en relación a las zonas de trabajo dentro del edificio.

7.4.3.2 Tipo de lámparas

A continuación se detallan los tipos de lámparas por zonas de uso dentro del edificio, es decir, diferenciación entre COLMENA o LOBBY. También se adjuntan los datos iniciales realizados durante el proceso de inventariado en la auditoría previa llevada a cabo en el edificio. Aquellos datos iniciales que se inventariaron son el modelo de lámpara, el número de lámparas y su potencia asociada.

A continuación se muestra una tabla con los datos iniciales nombrados anteriormente:

Tabla 5.12: Inventario de lámparas

Tipo de lámpara	Modelo de lámpara	Número de lámparas	Potencia por lámpara unitaria (W)
LOBBY (Planta PS, PP, PB, PA, P1, P2 Y P3)			
Tipo 5: lámpara fluorescente	PHILIPS MASTER PL-L 24W/840/4P 1CT	88	24
Tipo 6: lámpara fluorescente	PHILIPS TL- D 18W/840	56	18
Tipo 3: lámpara fluorescente	OSRAM T8 L36W/840	7	36
Tipo 4 (en baños y zonas de tránsito): Lámparas halógenas de bajo consumo	HALOPAR 16 ECO ST 28 W 230 V 30° GU10	77	28
Tipo 8: lámpara fluorescente.	PHILIPS MASTER PL-C 4P 18W/840	56	18
Tipo 10: lámpara fluorescente	PHILIPS Master Colour SDM-T 150W/830	10	150
Tipo 2: lámpara fluorescente de emergencias	HITACHI F8T5-EX-CW	102	8
Tipo 1: lámpara fluorescente	OSRAM T8 L36W/765	42	36
Tipo 9: lámpara fluorescente	(*) No se conoce modelo y no participa en consumos (8 luminarias)		
Tipo 7: lámpara fluorescente	PHILIPS MASTER PL-L 55W/840/4P 1CT	7	55
COLMENA (Planta PS, PP, PB, PA, P1, P2 Y P3)			
Tipo 5: lámpara fluorescente	PHILIPS MASTER PL-L 24W/840/4P 1CT	12	24
Tipo 6: lámpara fluorescente	PHILIPS TL- D 18W/840	23	18
Tipo 7': lámpara fluorescente	(*) Imposible determinación del modelo, poco uso de la luminaria por lo que no participa en consumos (6 luminarias)		
Tipo 2: lámpara de emergencias	HITACHI F8T5-EX -CW	14	8
Tipo 1: lámpara fluorescente	OSRAM T8 L36W/765	282	36
		776	

(*) El uso de estas lámparas es escaso y poco representativo. Uso de 1 o 2 días al año.

EOI Escuela de Organización Industrial

<http://www.eoi.es>

<http://masterefficiency.yolasite.com/>

7.4.3.3 Tipos de equipos auxiliares recomendados

Los equipos auxiliares que presenta cada lámpara son los balastos, arrancadores y condensadores:

Balastos: el balasto es el componente que limita el consumo de corriente de la lámpara a sus parámetros óptimos. Se han identificado en todas las lámparas (lámparas fluorescentes y lámparas halógenas) un balasto electrónico, por lo que se ha estimado un porcentaje de pérdida de un 10% de la potencia unitaria de cada lámpara.

A continuación se adjunta una fotografía de un balasto electrónico existente en el edificio.



Figura 5.42: Detalle de balasto electrónico

Las lámparas del edificio no llevan asociados ni arrancadores ni condensadores debido a que los propios balastos llevan componentes electrónicos que desempeñan la función del arrancador (ayuda al momento del encendido a la lámpara) y del condensador (corrige el factor de potencia reduciendo la potencia consumida de la lámpara).

Para lámparas con tecnología LED, no es necesario el balasto electrónico por lo que no se tendrán en cuenta las reducciones del 10% en la potencia unitaria.

7.4.3.4 Tipos de luminarias

En total dentro del edificio se han inventariado un total de 776 lámparas con su sistema de montaje asociado. A continuación se adjunta una tabla donde se muestra el número total de lámparas tipo inventariadas:

Tabla 5.13: Número de lámparas de cada tipo

Tipo 1	324 lámparas
Tipo 2	116 lámparas
Tipo 3	7 lámparas
Tipo 4	77 lámparas
Tipo 5	100 lámparas
Tipo 6	79 lámparas
Tipo 7	7 lámparas
Tipo 7'	(*) 8 lámparas
Tipo 8	56 lámparas
Tipo 9	(*) 8 lámparas
Tipo 10	10 lámparas

(*) No participan en el cómputo final debido a que no se conoce el modelo y no participan en los consumos asociados.

Tabla 5.14: Potencia unitaria zonas

Zonas	Potencia unitaria zona (W)	Potencia unitaria zona (kW)	Potencia unitaria zona con pérdida de 10% por balastos (kW)
COLMENA	10.749	10,749	9,674
LOBBY	10.966	10,966	9,869
Potencia total (kW)			
Todas las zonas (kW)		21,715	
Potencia total por pérdida de un 10% en balastos (kW)			
Todas las zonas (kW)		19,543	

Sistemas de montaje:

Teniendo en cuenta la normativa EN 60598, las luminarias empleadas en el edificio cumplen con dicha normativa.

A continuación se describen los sistemas de montaje presentes en el edificio para cada tipo de lámpara asociada:

Lámpara tipo 1: luminarias estancas para fluorescentes lineales. Presentes en la planta sótano del edificio: vestuarios, salas con equipos de climatización, agua y sistemas contra incendios. Presentes en forma LOBBY.



Figura 5.43: Lámpara tipo 1 LOBBY

También encontramos de tipo 1: Luminarias suspendidas para lámparas fluorescentes lineales. Presentes en COLMENA propias de las zonas de oficina del edificio.



Figura 5.43: Lámpara tipo 1 COLMENA

Lámpara tipo 2: luminarias para sistemas de emergencia. LOBBY



Figura 5.44: Lámpara tipo 2

Lámpara tipo 3: luminarias estancas para fluorescentes lineales. Presentes en la planta sótano del edificio: vestuarios, salas con equipos de climatización, agua y sistemas contra incendios. LOBBY.



Figura 5.45: Lámpara tipo 3

Lámpara tipo 4: Downlights de empotrar para lámparas fluorescentes compactas. Son las asociadas a los aseos y a zonas de representación o pasillos del edificio. LOBBY.



Figura 5.46: Lámpara tipo 4

Tipo 5: luminarias de adosar en pared para lámparas fluorescentes compactas. Presentes en zonas de representación (huecos de las escaleras y pasillos de edificio). LOBBY.



Figura 5.47: Lámpara tipo 5

Tipo 6: luminarias estancas para fluorescentes lineales. Presentes en zonas de representación (pasillos del edificio), salas de archivos y salas de formación. LOBBY.



Figura 5.48: Lámpara tipo 6

Tipo 7: luminarias de adosar en pared para lámparas fluorescentes compactas. Situadas en las zonas de representación (pasillos del edificio). LOBBY.



Figura 5.49: Lámpara tipo 7

Tipo 7': Sistemas de montaje de pie. Se encuentran ubicadas en la sala presidencial del edificio.



Figura 5.50: Lámpara tipo 7'

Tipo 8: Downlights de empotrar para lámparas fluorescentes compactas. En LOBBY (pasillos del edificio).



Figura 5.51: Lámpara tipo 8

Tipo 9: luminarias de adosar en pared para lámparas fluorescentes compactas. Situadas en las zonas de representación (patio de luces exterior). LOBBY.



Figura 5.52: Lámpara tipo 9

Tipo 10: luminarias estancas de interior. Situadas en zonas de representación (hueco de ascensores del edificio). Corresponde con LOBBY.



Figura 5.53: Lámpara tipo 10

7.4.3.5 Tipos de sistemas de regulación y control en el edificio:

Regulación y control bajo demanda del usuario por pulsador: es el único tipo de regulación y control presente en todas las luminarias de todo el edificio. La problemática que presentan sobretodo dentro del edificio de oficinas se da en zonas de tipo LOBBY como son los aseos, los almacenes y salas de archivos, al disminuir la concurrencia de los empleados y la facilidad de poder olvidar apagar la luminaria. Esto podría generar un gasto de energía eléctrica innecesaria dentro del edificio que habría que evitar mediante dispositivos de control mediante sensores. Gracias a estos dispositivos se consigue programar el encendido mediante la presencia del trabajador y el apagado se quedaría fijado en un intervalo de tiempo que el usuario estime en el sensor.

5.5. OFICINA Y OFIMÁTICA

7.5.1 Consumo equipos de oficina y ofimática

Para calcular el consumo energético de los equipos de oficina y ofimática se ha realizado un inventario, que puede verse a continuación.

Tabla 5.15: Inventario de ordenadores

Planta	Ordenadores
Sótano 1	1 (portátil)
Sótano 2	25
Principal	15
1	5
2	22
3	18
4	8

En total, se han tenido en cuenta **93 ordenadores de sobremesa** distribuidos por todo el edificio. De ellos, **50 ordenadores son usados diariamente** por los trabajadores mientras que el resto permanecen apagados y enchufados.

También hay instalada una fotocopiadora por planta, de las cuales no se ha tenido en cuenta su consumo por ser poco significativo comparado con el resto de equipos informáticos.

Los datos tenidos en cuenta para el cálculo del consumo son:

Tabla 5.16: Características de los ordenadores

Modelo	HP Compaq dc 7800p SFF	HP Compaq LE2002x 20-inch LED Backlit LCD Monitor
Consumo máx. (W)	240	26
Tiempo encendido(h/día)	8	8
Consumo diario (kWh/día)	1,92	0,208
Nº de ord. Utilizados diariam.	50	50
Consumo diario total (kWh/día)	96	10,4



Figura 5.54: Detalle modelo ordenador

Teniendo en cuenta el año tipo seleccionado, los resultados del consumo de equipos de ofimática mensual y anual son:

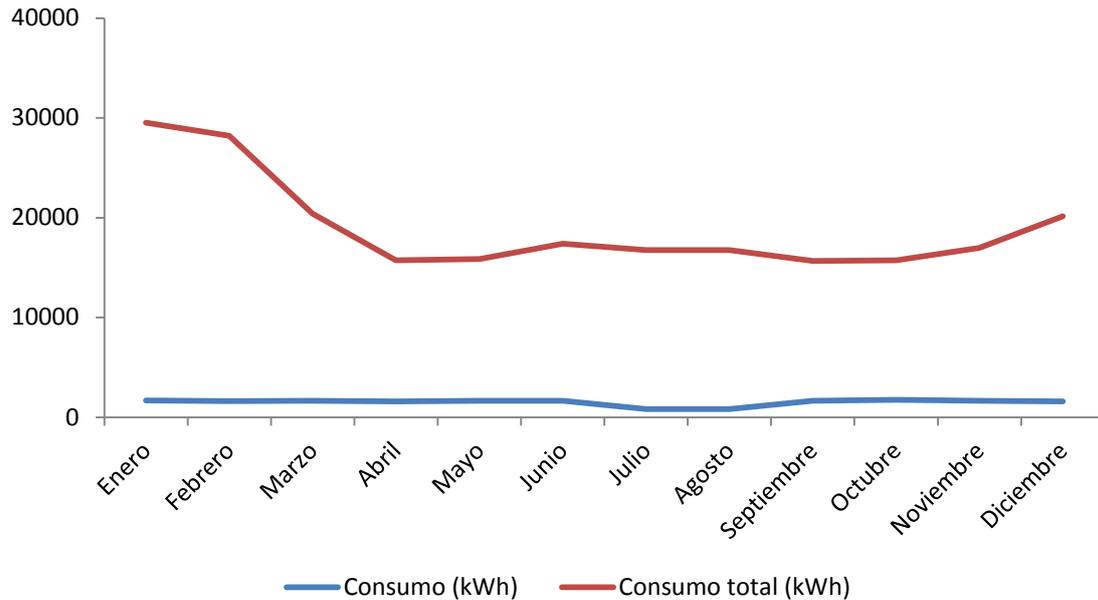


Figura 5.55: Consumo mensual ordenadores frente al total

Para la estimación del factor de carga, se ha tenido en cuenta que durante el periodo vacacional (Julio y Agosto) el número de ordenadores en uso será la mitad que durante el resto del año. Por lo tanto, el factor de carga será 75% (35% durante Julio y Agosto). De esta manera, el consumo realizado por los equipos informáticos permanece constante durante todo el año por depender del número de trabajadores en el edificio, disminuyendo durante el periodo vacacional estival.

Así, el consumo anual de los equipos de ofimática es 18.054,38 kWh, que representa un 7,56% del consumo total de las instalaciones.

7.5.2 Consumo de equipos del sistema de seguridad

El sistema de seguridad consta de diversos equipos de los que no puede realizarse un inventario completo por ser datos confidenciales en su mayor parte. Por este motivo y por la diferencia de consumo de cada uno de ellos, se han tenido en cuenta los equipos centrales.

Por motivos de seguridad, estos equipos se encuentran encendidos las 24 h, y el factor de carga considerado para los mismos es de un 80%. Los resultados obtenidos se presentan a continuación:

Tabla 5.17: Características equipos del sistema de seguridad

Modelo	HP Compaq d530 SSF	HP Compaq dc 7800 Small Form Factor PC	UPS DLD 400 Riello
Consumo máx. (W)	185	240	2400
Nº unidades	1	2	1
Tiempo encendido (h/día)	24	24	24
Consumo diario (kWh/día)	4,44	11,52	57,6
Total (kWh/día)	74		



Figura 5.56: Detalle del modelo de UPS de Riello

Como puede verse en la siguiente gráfica, el consumo realizado por el sistema de seguridad del edificio es constante a lo largo de todo el año, ya que es un sistema que debe permanecer encendido continuamente.

El consumo anual total resultante es de 21.479,52 kWh, el cual representa un 9% del consumo anual en el edificio.

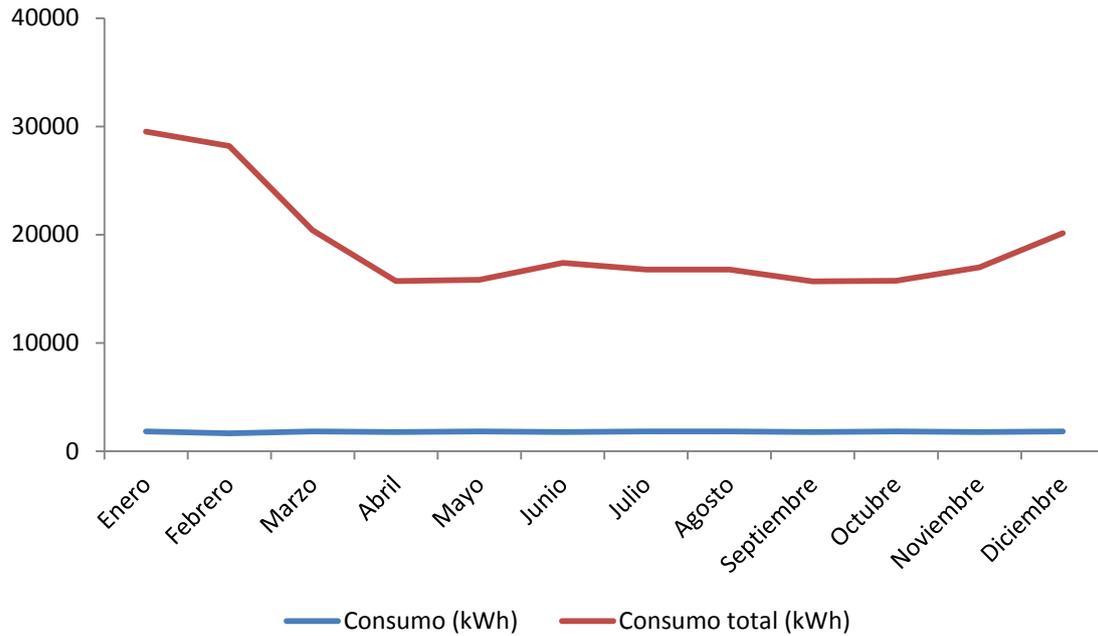


Figura 5.57: Consumo del sistema de seguridad frente al total

7.5.3 Consumo Sistema de Alimentación Ininterrumpida

El SAI es un dispositivo que puede proporcionar energía eléctrica por un tiempo limitado y durante un apagón a todos los dispositivos que tenga conectados. Esto es posible gracias a baterías y otros elementos almacenadores de energía.

Por la tarea para la que está destinado, este equipo está encendido y funcionando en continuo, cargando las baterías cada vez que sea necesario.

El cálculo del consumo de este equipo se realiza a partir de los siguientes datos:

Tabla 5.18: Características SAI

Modelo	MGE Galaxy 5000
Consumo máx. (kW)	64
Factor de carga (%)	10%
Nº unidades	1
Tiempo encendido (h/día)	24
Consumo diario (kWh/día)	1.536



Figura 5.58: Detalle del modelo de SAI

El consumo anual total es de 56.064 kWh, lo que supone el 23,48% del total del consumo energético del edificio.

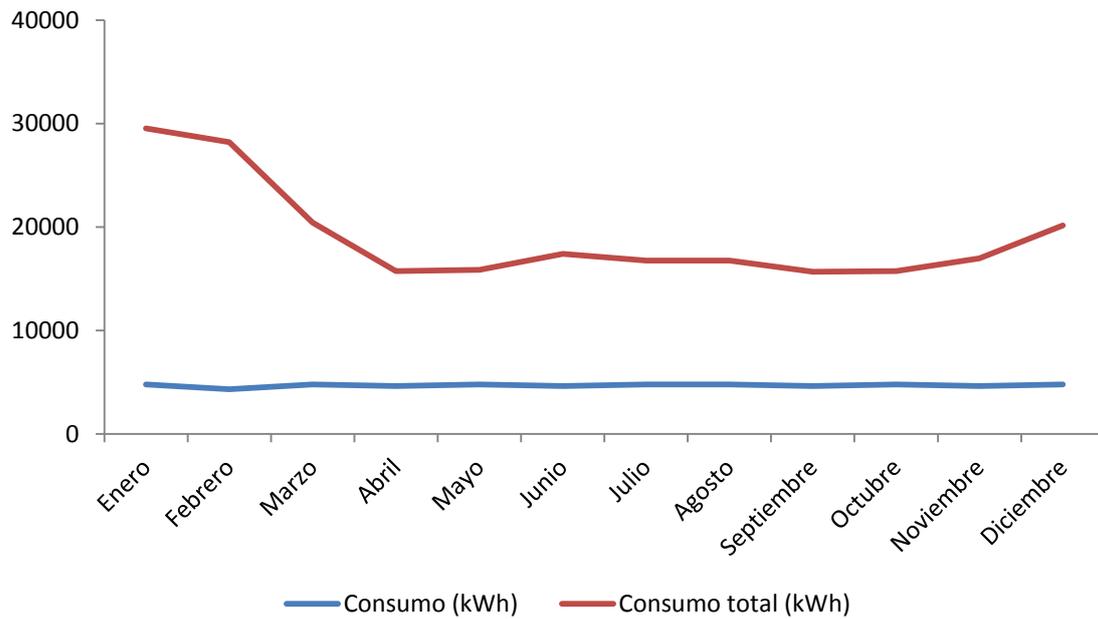


Figura 5.59: Consumo del SAI frente al total

5.6. TERMOS ELÉCTRICOS

El agua caliente en el edificio se consigue mediante una serie de termos, de 11 en total, colocados por parejas en cada aseo, uno asociado al de las señoras y otro al de caballeros, más uno colocado en los vestuarios, situados en el sótano.

Tabla 5.19: Inventario de termos eléctricos

Equipo	Nº Unidades
Termo Gabarrón GTE	11
Termo Gabarrón GTV	1

Los equipos instalados en el edificio son los siguientes:

Tabla 5.20: Características de los termos

Equipo	Capacidad (L)	Potencia (W)	Nº Unidades
Termo GTE	30	2.000	11
Termo GTV	75	1.200	1

Para los cálculos, la primera fila siempre estará referida a los termos GTE, mientras que la fila de abajo al termo GTV. Cada unidad tiene dos consumos, el de mantenimiento de la temperatura y el de consumo de agua:

Tabla 5.21: Consumo de los termos

Consumo Mantenimiento (kWh/día) a 65°C	días/año	Consumo Anual (kWh)
0,73	365	2930,95
0,83	365	302,95

<u>L/día</u>	kwh/l agua	Nº días laborables	Consumo anual (kWh)
<u>20</u>	1,1611	249	3.180,28
<u>28</u>	1,6256	249	404,76

En total, nos da un consumo de **7084,84 kWh** anuales. La distribución mensual de este consumo es la siguiente:

Tabla 5.22: Consumo mensual de los tornos

Mes	Consumo (kWh)	% Mensual
Enero	779,3324	2,64%
Febrero	779,3324	2,76%
Marzo	779,3324	3,82%
Abril	495,9388	3,15%
Mayo	425,0904	2,68%
Junio	425,0904	2,44%
Julio	283,3936	1,69%
Agosto	283,3936	1,69%
Septiembre	495,9388	3,16%
Octubre	779,3324	4,95%
Noviembre	779,3324	4,59%
Diciembre	779,3324	3,87%

Se puede apreciar que durante los meses de verano, el consumo es mucho menor, debido a la disminución del consumo de agua caliente, y durante los meses de primavera y, especialmente, el otoño, el consumo se dispara. Esto es debido a que en estos meses, la temperatura exterior no es tan extrema como para que se necesite disponer en exceso de la climatización, pero la demanda de agua caliente ya es la del periodo invernal, pues en esos meses todavía la sensación es de frío. La demanda de agua caliente en invierno será mayor,

pero también lo será la de la climatización, por lo que el porcentaje baja. Con respecto al consumo anual se tiene la siguiente gráfica:

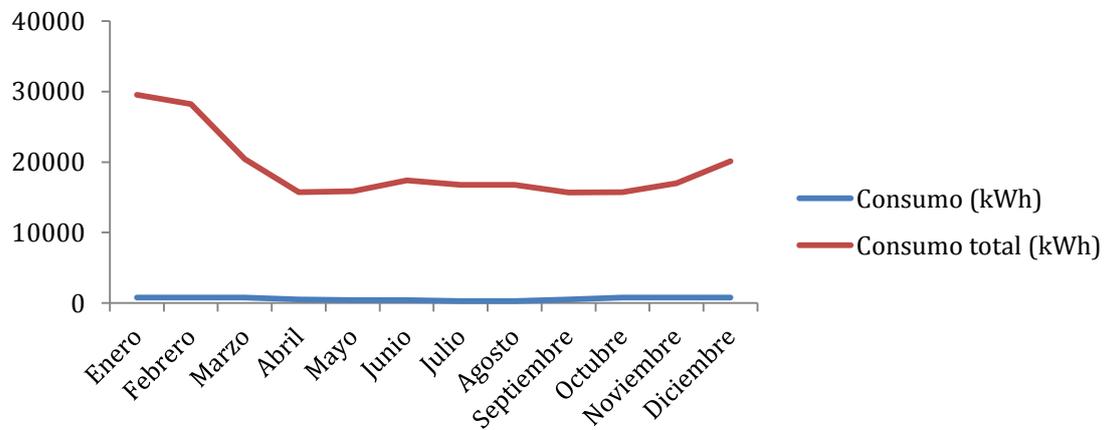


Figura 5.60: Consumo de los termos frente al total

Se puede ver que el consumo es una pequeña parte del consumo total del edificio, supone alrededor del 2,4% del consumo total.

5.7. TORNOS

Situados en la planta baja, justo a la entrada de las oficinas de esta planta, se encuentran los tres tornos, conectados de manera conjunta al cuadro de mandos. Cada uno de ellos dispone de un lector de tarjetas, para permitir el acceso a la instalación. Su función es el control de acceso a las oficinas, tanto para los empleados como para las visitas.

Tabla 5.23: Inventario de tornos

Equipo	Nº Unidades
Torno Argusa PCO RSV5E1	2
Torno Argusa PCO RSV5E3	1



Figura 5.61: Detalle de los tornos

Existen tres unidades de tornos, cada una con un consumo semejante, al disponer de los mismos equipos mecánicos y electrónicos. Solamente cambia su tamaño exterior. Como en el caso de los termos, el consumo aquí también tiene dos partes, una por estar encendidos, y otra por que la pase a través de ellos. El consumo máximo anual será de 11826 kWh, contando las 3 unidades conjuntamente. Por mes, el consumo máximo, en función de los días del mes, es el siguiente:

Tabla 5.24: Consumo máximo mensual de los tornos

Mes	Con. (kWh)
Enero	1004,4
Febrero	907,2
Marzo	1004,4
Abril	972
Mayo	1004,4
Junio	972
Julio	1004,4
Agosto	1004,4
Septiembre	972
Octubre	1004,4
Noviembre	972
Diciembre	1004,4

Para poder estimar el consumo real de esta partida de equipos, es necesario estimar un factor de carga, que multiplique a cada consumo mensual y lo ajuste lo máximo posible a la realidad. Este factor deberá estar comprendido entre el cero y la unidad, y deberá reflejar la actividad que ocurre en el edificio. Para el caso de los tornos, este irá en función de los días lectivos que haya y de la cantidad de empleados que haya en el edificio. Esto significará que para los meses de verano, el consumo deberá ser menor.

Tabla 5.25: Consumo mensual de los tornos

Mes	Factor de carga	Consumo (kWh)	% mensual
Enero	0,45	451,98	1,53%
Febrero	0,5	453,6	1,61%
Marzo	0,5	502,2	2,46%
Abril	0,5	486	3,09%
Mayo	0,5	502,2	3,17%
Junio	0,5	486	2,79%
Julio	0,3	301,32	1,80%
Agosto	0,3	301,32	1,80%
Septiembre	0,5	486	3,10%
Octubre	0,5	502,2	3,19%
Noviembre	0,5	486	2,86%
Diciembre	0,45	451,98	2,24%

Con respecto al consumo total, el consumo de esta partida será el siguiente:

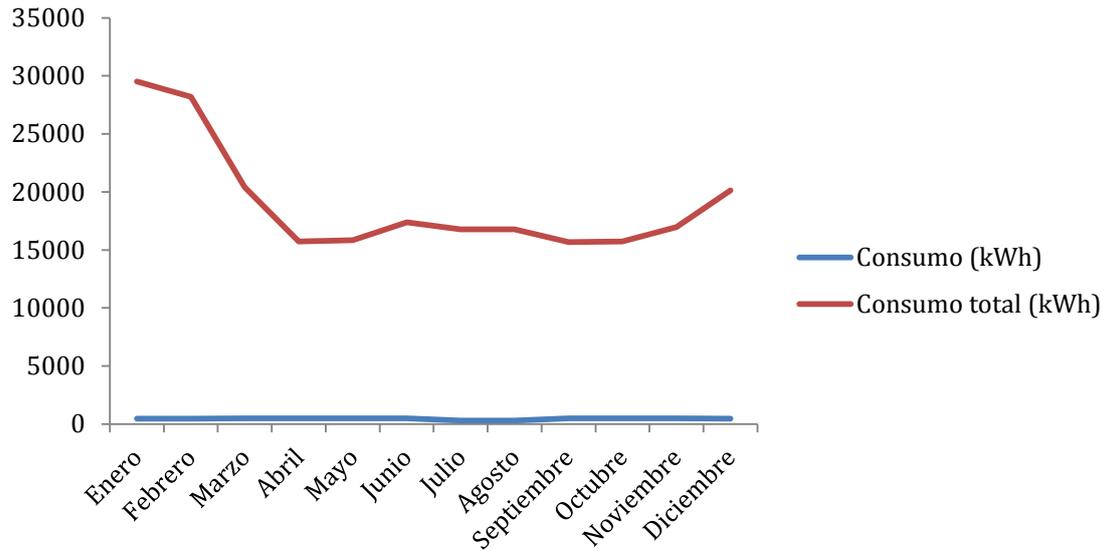


Figura: 5.62: Consumo de los tornos frente al total

5.8. PUERTAS AUTOMÁTICAS

Para acceder a las instalaciones, es necesario pasar por dos puertas automáticas correderas, situadas en la entrada principal del edificio, en la planta baja. Están colocadas en el mismo pasillo, y dan acceso al edificio, antes de llegar al patio de luces.

Tabla 5.26: Inventario de puertas automáticas

Equipo	Nº Unidades
Grupsa System As 300	2



Figura 5.63: Detalle de una de las puertas automáticas

Existen dos tipos de unidades de puertas que consumen electricidad: los lectores de tarjetas de proximidad que permiten el acceso a determinadas áreas, y las dos unidades de puertas automáticas correderas situadas en la entrada. El consumo de las primeras se considera insignificante, por ser muy pequeño y, además, son sitios de acceso restringido (de ahí este aparato de control de acceso) por eso, quedan fuera de este estudio. A continuación se estima el consumo eléctrico de las puertas automáticas correderas de la entrada. Los equipos tienen las distintas características:

Tabla 5.27: Consumo máximo de las puertas automáticas

Modelo	Nº unidades	Consumo (W)	Consumo Anual Máximo (kWh)
Grupsa-System AS 300	2	250	4380

Después de aplicar el factor de carga, que es el mismo que para los tornos, pues hacen referencia al número de personas que entran y salen del edificio, por lo tanto, el consumo mensual será el siguiente:

Tabla 5.28: Consumo mensual de las puertas automáticas

Mes	Factor de carga	Consumo (kWh)	% Cons. mensual
Enero	0,45	167,4	0,57%
Febrero	0,5	168	0,60%
Marzo	0,5	186	0,91%
Abril	0,5	180	1,14%
Mayo	0,5	186	1,17%
Junio	0,5	180	1,03%
Julio	0,3	111,6	0,67%
Agosto	0,3	111,6	0,67%
Septiembre	0,5	180	1,15%
Octubre	0,5	186	1,18%
Noviembre	0,5	180	1,06%
Diciembre	0,45	167,4	0,83%

El consumo anual queda estimado en 2.004 kWh anuales, que queda reflejado en la siguiente gráfica:

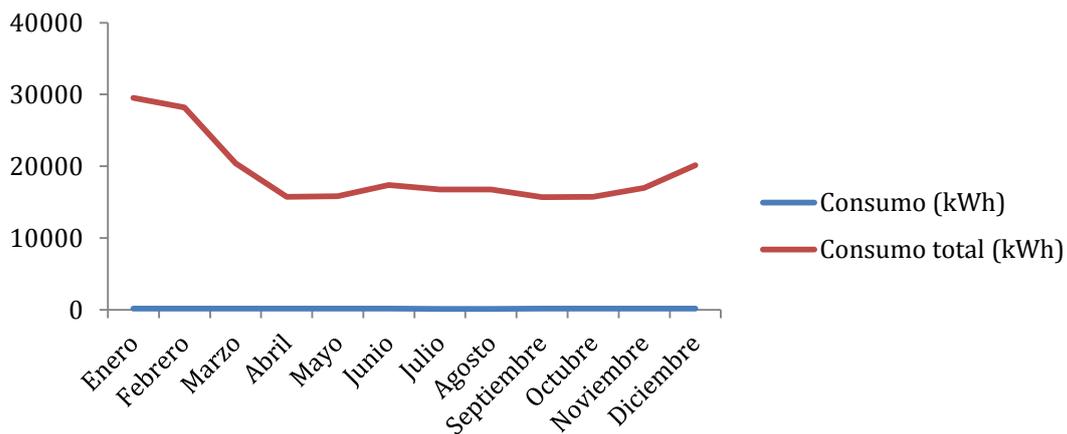


Figura 5.64: Consumo mensual de las puertas frente al total

5.9. BOMBAS

Para abastecer de agua a todos los aseos, se utilizan dos equipos bombeos, formados por un depósito de 300 litros, una bomba eléctrica, un presostato y un vaso de expansión. Cada equipo abastece una parte diferente del edificio, uno lleva el agua a todos los grifos y los termos. El otro equipo abastece a los fluxores.

Tabla 5.29: Inventario del sistema de bombas

Equipo	Marca	Características	Nº Unidades
Bomba eléctrica	ESPA	MULTI 25-5N	1
Bomba eléctrica	ESPA	MULTI 35-6N	1
Vaso expansión	Ibaiordo	50 Litros	1
Vaso expansión	Ibaiordo	300 Litros	1
Depósito de agua	REMOSA 300DR	297 Litros	2
Presostatos	Telemecanique	XMP	2



Figura 5.65: Detalle de una de las bombas

Las bombas y los equipos de presión se encuentran en la sala de bombeo del edificio, disponen de un presostato que regula la presión y el caudal de salida del agua. Consta de dos unidades, uno encargado del agua de los grifos y otro encargado del agua de los fluxores. Además de este equipo, existe todo un sistema anti incendios, no obstante, al no ser utilizado de manera regular, no se contabiliza para el cálculo del consumo eléctrico ni de agua.

Tabla 5.30: Potencia de las bombas

Equipo	Potencia (kW)
Bomba fluxores	2,7
Bomba potables	1,3

El consumo máximo teórico asociado a esta partida eléctrica es de 35.040 kWh anual. Como en otras partidas, hay que estimar un factor de carga para estos equipos, que irá también en función del personal que haya en el edificio. Para ello, sabiendo que la bomba de los fluxores trabaja 4 segundos cada vez que se usa, y que, de media, el grifo se abre cada vez unos 8 segundos, tenemos la siguiente tabla:

Tabla 5.31: Características de las bombas

Equipo	Potencia (kW)	Nº personas	Veces usada diaria	Duración uso (s)	Consumo diario kWh
Bomba fluxores	2,7	50	2,5	4	0,375
Bomba potables	1,3	50	2,5	8	0,361

Con estos datos podemos estimar el consumo anual en 183,29 kWh, los factores de carga de nuevo dependen del nº de empleados que haya en ese mes, así que cogen los de referencia para los tornos y las puertas automáticas, quedando los factores de carga distribuidos de la siguiente manera:

Tabla 5.32: Consumo de las bombas

Mes	Factor de carga	Consumo (kWh)	% mensual
Enero	0,0068	20,1619	0,07%
Febrero	0,0075	20,1619	0,07%

Marzo	0,0068	20,1619	0,10%
Abril	0,0045	12,8303	0,08%
Mayo	0,0037	10,9974	0,07%
Junio	0,0038	10,9974	0,06%
Julio	0,0025	7,3316	0,04%
Agosto	0,0025	7,3316	0,04%
Septiembre	0,0045	12,8303	0,08%
Octubre	0,0068	20,1619	0,13%
Noviembre	0,0070	20,1619	0,12%
Diciembre	0,0068	20,1619	0,10%

La gráfica del consumo de agua con respecto al consumo total anual queda definida de la siguiente manera:

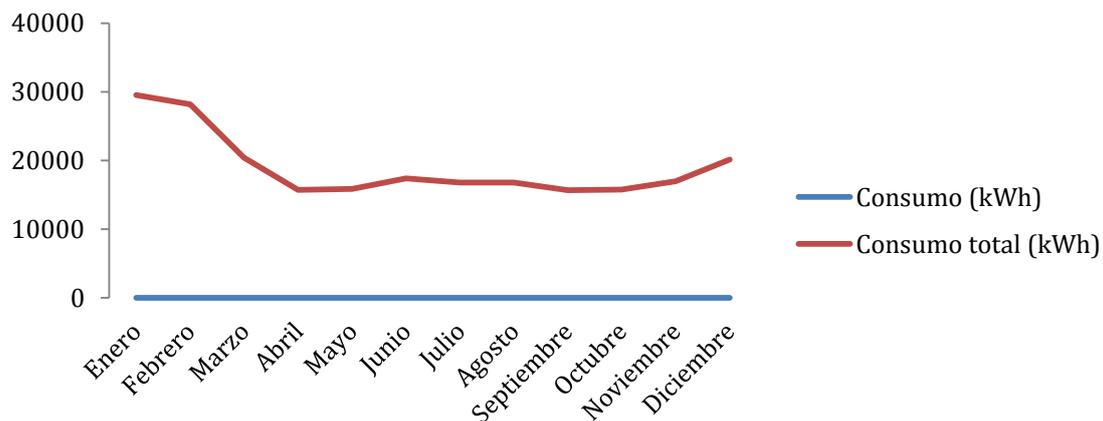


Figura 5.66: Consumo de las bombas frente al total

5.10. ASCENSORES

El edificio cuenta con tres ascensores. Dos de ellos se encuentran juntos, situados al lado de las escaleras, y dan acceso a las plantas de las oficinas y tienen 5 paradas. Estos solo disponen de una puerta. El otro ascensor, que da acceso al sótano y a las salas presidenciales, cuyo acceso está restringido mediante un lector de tarjeta, dispone de dos puertas, situadas a 180° una de la otra. Este ascensor tiene solamente 3 paradas. Todos los ascensores son el mismo modelo, a excepción del nº de entradas. No tienen sala de máquinas, el motor del ascensor se encuentra encima de la cabina. Este modelo dispone de variador de frecuencia, para minimizar el consumo. Cada ascensor tiene instalados dos fluorescentes, que se mantienen encendidos durante todo el tiempo.

Tabla 5.33: Inventario de ascensores

Equipo	Nº Unidades
Enor EC3G10 sin sala de máquinas	3



Figura 5.67: Detalle de uno de los ascensores

El edificio cuenta con tres ascensores, de características técnica similares, constan de un motor de 3,5 kW de potencia, dos fluorescentes de 12 W cada uno, más todos los equipos electrónicos de los que disponen.

Tabla 5.34: Potencia del sistema de ascensores

	Potencia kW	Unidades
Motor	3,5	3
Fluorescentes	0,012	6
Circuitos Electrónicos	0,012	3

El consumo máximo anual se estima en 91.980 kWh anuales. Para estimar el factor de carga, que tendrá la misma relación que el factor perteneciente a los tornos al depender del nº de empleados del edificio. Para poder estimarlo con más precisión, se ha calculado consumo que hace el motor cada ascensor al día. Estos disponen de variador de frecuencia, para mejorar el confort del viajero y reducir el consumo eléctrico. El cálculo, para cada motor, es el siguiente:

Tabla 5.35: Datos para cálculo de consumo de los ascensores

Nº viajes día	Duración Media (s)	Nº Días laborables	Consumo Anual kwh
100	20	249	1452,5

Por lo tanto, el consumo estimado anual es de **2603,16 kWh**, y su distribución mensual es la siguiente:

Tabla 5.36: Consumo mensual de los ascensores

Mes	Factor de carga	Consumo (kWh)	% mensual
Enero	0,03	234,36	0,79%
Febrero	0,03	211,68	0,75%
Marzo	0,03	234,36	1,15%
Abril	0,03	226,80	1,44%
Mayo	0,03	234,36	1,48%
Junio	0,03	226,80	1,30%
Julio	0,02	156,24	0,93%
Agosto	0,02	156,24	0,93%
Septiembre	0,03	226,80	1,45%
Octubre	0,03	234,36	1,49%
Noviembre	0,03	226,80	1,34%
Diciembre	0,03	234,36	1,16%

El consumo de la partida de los ascensores, con respecto al total anual, queda representado en la siguiente gráfica:

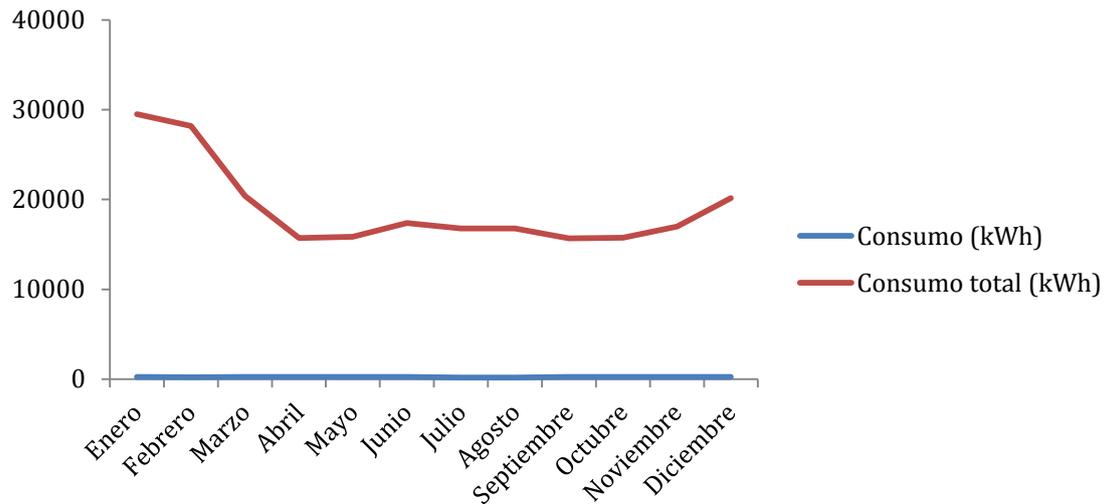


Figura 5.68: Consumo de los ascensores frente al total

5.11. OTROS

A parte de todas las unidades catalogadas hasta el momento, el edificio dispone de otras unidades, sin apenas peso en el consumo eléctrico o de agua, pero que deben de ser mencionadas.

- Lectores de tarjeta: son unidades de control de acceso a las áreas de acceso restringido, que desbloquean una cerradura para permitir el paso.
- Equipo anti incendios: hasta la fecha no ha sido usado, pero consta de un aljibe de 3000 litros de capacidad, con dos bombas, una eléctrica y una diesel. Además de estos aparatos, tienen dos presostatos, un depósito de combustible y un cuadro de mandos que regula toda la instalación. Esta situado en el sótano, al lado de las sala de bombeo de agua.

6. ANÁLISIS DE RIESGOS

El presente estudio se realiza para conocer los riesgos que tienen la realización del presente proyecto, para poder estimar la TIR mínima exigible al proyecto, de duración 10 años.

Riesgo de mercado

Que la electricidad no incremente su precio anualmente como se espera. Existen dos alternativas: que se incremente más de lo esperado o que se incremente menos de lo esperado. Si ocurre la primera, sería beneficioso para el proyecto, si se diese la segunda, el proyecto tendría menos beneficios de lo esperado. Esto nos llevará a tener una TIR mínima suficientemente alta como para compensar este riesgo. No obstante, es un riesgo sobre el que no se tiene ningún control. Se tiene que asumir sin optar a tomar más medidas.

Riesgo de crédito

Fundamentado en que una de las dos partes no cumpla su contrato. En este caso, el cliente es un edificio perteneciente a la administración pública, por lo tanto no existe tal riesgo. La administración está obligada a cumplir con el compromiso firmado.

Riesgo del sector:

Debido a la naturaleza del cliente, es posible que la administración decida reubicar ese servicio en otro edificio, y clausular el mismo, o que cambie la actividad o el dueño del mismo. Para evitar este riesgo, en el contrato se firmará una cláusula que nos garantice el pago del lucro cesante si alguna de estas cosas ocurriera. De esta manera se evita un riesgo del proyecto.

Riesgos técnicos

Que la inversión inicial sea superior a lo establecido o que las MAE no produzcan el ahorro calculado. Es un riesgo inherente para cada proyecto, para lo que se deberá de realizar una completa supervisión y revisión del mismo por parte del responsable del proyecto, para evitar y controlar este riesgo.

6.1. CONCLUSIÓN

Después de estudiar todos los riesgos asociados a este proyecto, se llega a la conclusión de que la TIR mínima exigida en el mismo debe de ser del 18%, para poder gestionar de manera correcta los riesgos asociados al proyecto.

7. BIBLIOGRAFÍA Y CATÁLOGOS

- IDAE 2011. Guía Práctica de la Energía. Consumo eficiente y responsables. . Ministerio de Industria , Turismo y Comercio
- Oficina Catalana del Cambio CLimatico 2013. Guía práctica para el cálculo de emisiones de gases efecto invernadero (GEI). Generalitat de Catalunya. Gencat.cat
- Hitachi 2007. Catálogo técnico. TCE50048 rev.0 - 07/2007 - Impreso en España
- Emerson 2008. Liebert HPM. Manual de asistencia
- RITE 2013. Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios. Real Decreto 1027/2007. www.Madrid.org
- Ministerios de Industria, Energía y Turismo 2007 . Mercado liberalizado: Estructura de las tarifas de suministro. Orden ITC/2794/2007
- Especificaciones técnicas HP Compaq dc7800 Business PC. Versión 33, 29 Octubre 2008. HP
- Especificaciones técnicas HP Compaq LE2002x 20-inch LED Backlit LCD Monitor. Versión 8, 25 Mayo 2012. HP
- Especificaciones técnicas DIALOG Dual 3,3-6KVA single/single-phase. Riello UPS
- Especificaciones técnicas MGE Galaxy 5500, 20-120 kVA 400V. APC by Schneider Electric
- WWF España, 2008. Guía de ahorro y eficiencia energética en oficinas (Guía OFF)
- Comité Español de Iluminación e Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), 2001. Guía técnica de eficiencia energética en iluminación en oficinas.
- Especificaciones técnicas modelo lámpara fluorescente PHILIPS MASTER PL-L 24W/840/4P 1CT.
- Especificaciones técnicas modelo lámpara fluorescente PHILIPS TL- D 18W/840
- Especificaciones técnicas modelo lámpara OSRAM T8 L36W/840
- Especificaciones técnicas Lámparas halógenas de bajo consumo HALOPAR 16 ECO ST 28 W 230 V 30° GU10
- Especificaciones técnicas lámpara fluorescente PHILIPS MASTER PL-C 4P 18W/840.
- Especificaciones técnicas lámpara fluorescente PHILIPS Master colour SDM-T 150W/830
- Especificaciones técnicas lámpara fluorescente HITACHI F8T5-EX-CW
- Especificaciones técnicas lámpara fluorescente OSRAM T8 L36W/765
- Especificaciones técnicas lámpara fluorescente PHILIPS MASTER PL-L 55W/840/4P 1CT.
- Especificaciones técnicas soporte lámparas Celino TCS680 1X35W/840 HF-P D8 ALUM
- Especificaciones técnicas Detector de movimiento pasivo LRM8117/00 SENSR MOV
- Especificaciones técnicas balasto electrónico regulación HF-D
- Especificaciones técnicas balasto electrónico regulación HF-R

- Especificaciones técnicas sistema Actilume ACL
- Especificaciones técnicas sistema luxsense micro (LXM)
- Especificaciones técnicas lámpara LED MASTER LEDtube GA110 VLE 1200mm C
- Especificaciones técnicas lámpara LED MASTER LEDtube GA110 VLE 1200mm C
- Especificaciones técnicas lámpara LED MASTER LEDspot MV D 4-35W gU10 4000 K 40D
- Especificaciones técnicas lámpara LED MASTER LEDtube GA110 600mm C

