



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



Evaluación del Control Inteligente en Edificios Universitarios: Aplicación Innovadora de la Metodología SRI en el Campus de la UMA

Trabajo Fin de Grado

Autor: Nicolás Reyes Clemente
Tutor: Francisco Ángel Fernández Hernández
Cotutor: Javier María Rey Hernández

Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales
Itinerario de Ingeniería Térmica e Hidráulica
Universidad de Málaga

26 de mayo de 2025

Resumen

Debido al estado de transición energética que se está viviendo, en el año 2024 la Directiva Europea de Eficiencia Energética en Edificios (EPBD 2024/1275), impuso que todos los edificios no residenciales con una potencia nominal de sus equipos de ventilación y calefacción superior a 290 kW tendrían la obligación de ser evaluados mediante el coeficiente SRI, a partir del año 2027. Dicho coeficiente, estima la capacidad de los edificios para actuar de forma inteligente y automatizada en relación a diferentes ámbitos como calefacción, refrigeración, iluminación, etc. La puntuación obtenida proporciona información acerca de la capacidad del edificio de actuar de forma eficiente, proporcionar comodidad a sus ocupantes y adaptarse a las necesidades de la red eléctrica.

Los edificios son responsables del 36 % de la energía final consumida y del 37 % de las emisiones de CO_2 en el mundo. Por esta razón, hay una gran necesidad de reducir el consumo de energía a través de instalaciones más eficientes. La norma UNE-EN 50491-12-1:2019, hace referencia a los requisitos requeridos a los sistemas electrónicos y de automatización de viviendas, mientras que en el Reglamento Delegado (UE) 2020/2155 de la Comisión se explica la metodología de cálculo del SRI.

Por tanto, los edificios potenciales que deberán ser evaluados de forma obligatoria serán los hospitales, los centros comerciales, grandes oficinas, hoteles, colegios, universidades, etc. En España, más del 10 % de los edificios terciarios deberán tener un certificado del SRI. En este trabajo, se van a examinar numerosos edificios de la Universidad de Málaga, con el objetivo de evaluar la sostenibilidad energética del campus de Teatinos así como mejoras que se pueden proponer para incrementar su eficiencia. Para ello, se van a realizar distintas visitas a los edificios estudiados en las que el personal de mantenimiento van a proporcionar una explicación en detalle de las instalaciones existentes en los centros y el uso que de ellas se hace. Los resultados obtenidos serán de gran utilidad con el fin de realizar una comparativa de la inteligencia de los edificios evaluados, así como su influencia en la eficiencia energética y satisfacción de los ocupantes. De la misma manera se contrastará con otros edificios externos a la UMA de semejantes características.

Palabras clave: SRI, eficiencia, transición energética, Directiva Europea de Eficiencia en Edificios

Abstract

Due to the current state of energy transition, in 2024 the European Energy Performance of Buildings Directive (EPBD 2024/1275) imposed that all non-residential buildings with a rated output of their heating and ventilation equipment above 290 kW would have to be assessed by means of the SRI coefficient from 2027 onwards. This coefficient estimates the capacity of buildings to act in an intelligent and automated way in relation to different areas such as heating, cooling, lighting, etc. The score obtained provides information about the building's ability to act efficiently, provide comfort to its occupants and adapt to the needs of the electricity grid.

Buildings are responsible for 36 % of final energy consumption and 37 % of CO_2 emissions worldwide. For this reason, there is a great need to reduce energy consumption through more efficient installations. The standard UNE-EN 50491-12-1:2019, refers to the requirements for electronic and home automation systems, while the Commission Delegated Regulation (EU) 2020/2155 explains the methodology for calculating the SRI.

Therefore, potential buildings to be compulsorily assessed include hospitals, shopping centres, large offices, hotels, schools, universities, etc. In Spain, more than 10 % of tertiary buildings must have an SRI certificate. In this work, numerous buildings of the University of Malaga will be examined, with the aim of evaluating the energy sustainability of the Teatinos campus as well as improvements that can be proposed to increase its efficiency. To this end, several visits will be made to the buildings studied in which the maintenance staff will provide a detailed explanation of the existing installations in the centres and the use that is made of them. The results obtained will be very useful in order to make a comparison of the intelligence of the buildings evaluated, as well as their influence on energy efficiency and occupant satisfaction. In the same way, it will be compared with other buildings outside the UMA with similar characteristics.

Key words: SRI, efficiency, energy transition, European Directive on Building Efficiency.

Índice

1. Introducción	18
1.1. Antecedentes	18
1.2. Plan de trabajo	21
2. Definición de la metodología SRI	24
2.1. Cálculo de las puntuaciones	26
2.2. Impactos del SRI en los mercados	28
3. Descripción de la herramienta	30
4. Casos de estudio	34
4.1. Procedimiento	34
4.2. Escuela de Ingenierías Industriales	34
4.2.1. Climatización	37
4.2.2. Instalación solar fotovoltaica	37
4.2.3. Iluminación	38
4.2.4. Agua Caliente Sanitaria	38
4.2.5. Ventilación	39
4.2.6. Envolverte dinámica	39
4.3. Facultad de Comercio y Gestión	39
4.3.1. Sistema de climatización	41
4.3.2. Iluminación	43
4.3.3. Ventilación	43
4.3.4. Envolverte dinámica	44
4.4. Ciencias de la Salud	44
4.4.1. Climatización	45

4.4.2.	Ventilación	46
4.4.3.	Iluminación	47
4.4.4.	Envolvente dinámica	47
4.5.	Rectorado	48
4.5.1.	Climatización	48
4.5.2.	Iluminación	49
4.5.3.	Ventilación	49
4.5.4.	Producción solar fotovoltaica	50
4.5.5.	Envolvente dinámica del edificio	50
4.6.	Facultad de Psicología	50
4.6.1.	Climatización	51
4.6.2.	Iluminación	51
4.6.3.	Agua Caliente Sanitaria	51
4.6.4.	Ventilación	51
4.6.5.	Producción solar fotovoltaica	52
4.6.6.	Recarga de vehículos eléctricos	52
5.	Resultados	54
5.1.	Escuela de Ingenierías Industriales	54
5.2.	Facultad de Comercio y Gestión	60
5.3.	Ciencias de la Salud	65
5.4.	Rectorado	70
5.5.	Facultad de Psicología	75
5.6.	Comparaciones entre los edificios	80
5.7.	Comparativa con otros edificios estudiados por otros evaluadores	82
6.	Propuestas de mejora	88

6.1. Escuela de Ingenierías Industriales	88
7. Conclusiones	96
8. Actualidad y líneas de futuro del SRI	98
Referencias	100
Anexos	104

Índice de tablas

1.	Servicios del ámbito de calefacción y nivel de funcionalidad para EII	54
2.	Servicios del ámbito de ACS y nivel de funcionalidad para EII	55
3.	Servicios del ámbito de refrigeración y nivel de funcionalidad para EII	55
4.	Servicios del ámbito de iluminación y nivel de funcionalidad para EII	56
5.	Servicios del ámbito de ventilación y nivel de funcionalidad para EII	56
6.	Servicios del ámbito de envolvente dinámica y nivel de funcionalidad para EII	56
7.	Servicios del ámbito de vehículo eléctrico y nivel de funcionalidad para EII	57
8.	Servicios del ámbito de electricidad y nivel de funcionalidad para EII	57
9.	Servicios del ámbito de monitorización y control y nivel de funcionalidad para EII	58
10.	Servicios del ámbito de calefacción y nivel de funcionalidad para Facultad de Comercio y Gestión	60
11.	Servicios del ámbito de envolvente dinámica y nivel de funcionalidad para Facultad de Comercio y Gestión	60
12.	Servicios del ámbito de ventilación y nivel de funcionalidad para Facultad de Comercio y Gestión	61
13.	Servicios del ámbito de electricidad y nivel de funcionalidad para Facultad de Comercio y Gestión	61
14.	Servicios del ámbito de refrigeración y nivel de funcionalidad para Comercio y Gestión	62
15.	Servicios del ámbito de iluminación y nivel de funcionalidad para Facultad de Comercio y Gestión	62
16.	Servicios del ámbito de monitorización y control y nivel de funcionalidad para Facultad de Comercio y Gestión	63
17.	Servicios del ámbito de calefacción y nivel de funcionalidad para Facultad de Ciencias de la Salud	65
18.	Servicios del ámbito de iluminación y nivel de funcionalidad para Facultad de Ciencias de la Salud	65

19.	Servicios del ámbito de refrigeración y nivel de funcionalidad para Facultad de Ciencias de la Salud	66
20.	Servicios del ámbito de envolvente dinámica y nivel de funcionalidad para Facultad de Ciencias de la Salud	66
21.	Servicios del ámbito de ventilación y nivel de funcionalidad para Facultad de Ciencias de la Salud	67
22.	Servicios del ámbito de electricidad y nivel de funcionalidad para Facultad de Ciencias de la Salud	67
23.	Servicios del ámbito de monitorización y control y nivel de funcionalidad para Facultades de Ciencias de la Salud	68
24.	Servicios del ámbito de calefacción y nivel de funcionalidad para Rectorado .	70
25.	Servicios del ámbito de iluminación y nivel de funcionalidad para Rectorado	70
26.	Servicios del ámbito de refrigeración y nivel de funcionalidad para Rectorado	71
27.	Servicios del ámbito de envolvente dinámica y nivel de funcionalidad para Rectorado	71
28.	Servicios del ámbito de ventilación y nivel de funcionalidad para Rectorado .	72
29.	Servicios del ámbito de electricidad y nivel de funcionalidad para Rectorado	72
30.	Servicios del ámbito de vehículo eléctrico y nivel de funcionalidad para Rectorado	73
31.	Servicios del ámbito de monitorización y control y nivel de funcionalidad para Rectorado	73
32.	Servicios del ámbito de calefacción y nivel de funcionalidad para Facultad de Psicología	75
33.	Servicios del ámbito de iluminación y nivel de funcionalidad para Facultad de Psicología	75
34.	Servicios del ámbito de ACS y nivel de funcionalidad para Facultad de Psicología	76
35.	Servicios del ámbito de ventilación y nivel de funcionalidad para Facultad de Psicología	76
36.	Servicios del ámbito de refrigeración y nivel de funcionalidad para Facultad de Psicología	77

37.	Servicios del ámbito de envolvente dinámica y nivel de funcionalidad para Facultad de Psicología	77
38.	Servicios del ámbito de electricidad y nivel de funcionalidad para Facultad de Psicología	78
39.	Servicios del ámbito de vehículo eléctrico y nivel de funcionalidad para Facultad de Psicología	78
40.	Servicios del ámbito de monitorización y control y nivel de funcionalidad para Facultad de Psicología	79
41.	Recopilación de datos acerca de evaluaciones de SRI. Parte 1.	83
42.	Recopilación de datos acerca de evaluaciones de SRI. Parte 2.	84
43.	Servicios del ámbito de ventilación y nivel de funcionalidad para EII mejorada	90
44.	Servicios del ámbito de calefacción y nivel de funcionalidad para EII mejorada	91
45.	Servicios del ámbito de iluminación y nivel de funcionalidad para EII mejorada	91
46.	Servicios del ámbito de ACS y nivel de funcionalidad para EII mejorada . .	92
47.	Servicios del ámbito de refrigeración y nivel de funcionalidad para EII mejorada	92
48.	Servicios del ámbito de envolvente dinámica y nivel de funcionalidad para EII mejorada	93
49.	Servicios del ámbito de vehículo eléctrico y nivel de funcionalidad para EII mejorada	93
50.	Servicios del ámbito de electricidad y nivel de funcionalidad para EII mejorada	93
51.	Servicios del ámbito de monitorización y control y nivel de funcionalidad para EII mejorada	94

Índice de figuras

1.	Sectores para la neutralidad climática en 2050. Fuente: [2]	19
2.	Funcionalidades clave del SRI. Fuente: Propia	24
3.	Metodología de cálculo. Fuente: Propia	26
4.	Cálculo de puntuaciones desagregado. Fuente: SRI2MARKET [8]	27
5.	Previsiones para el año 2050. Fuente: Propia	29
6.	Datos generales del edificio requeridos por la herramienta. Fuente: SRI2MARKET [8]	30
7.	Información general del edificio. Fuente: SRI2MARKET [8]	31
8.	Elección de niveles de funcionalidad para los diferentes servicios. Fuente: SRI2MARKET [8]	32
9.	Análisis comparativo avanzado. Fuente: SRI2MARKET [8]	33
10.	Plano planta baja de EII. Fuente: UMA	35
11.	Plano primera planta de EII. Fuente: UMA	36
12.	Plano segunda planta de EII. Fuente: UMA	36
13.	Plano tercera planta de EII. Fuente: UMA	37
14.	Plano planta baja Facultad de Comercio y Gestión. Fuente: UMA	40
15.	Plano primera planta Facultad de Comercio y Gestión. Fuente: UMA	40
16.	Plano segunda planta Facultad de Comercio y Gestión. Fuente: UMA	41
17.	Plano tercera planta Facultad de Comercio y Gestión. Fuente: UMA	41
18.	Plano cuarta planta Facultad de Comercio y Gestión. Fuente: UMA	41
19.	Enfriadora Climaveneta 1000 kW. Fuente: [37]	42
20.	Climatizadores exteriores. Fuente: [37]	43
21.	UTA marca Termoven. Fuente: [37]	44
22.	Edificio Ciencias de la Salud. Fuente: Google Earth	44

23.	Equipo Rooftop marca CIAT. Fuente: [36]	45
24.	Recuperador de calor cruzado. Fuente: [36]	47
25.	Resultado obtenido en EII. Fuente: Propia	58
26.	Resultados desagregados obtenidos en EII. Fuente: Propia	59
27.	Resultado obtenido en Facultad de Comercio y Gestión. Fuente: Propia	64
28.	Resultados desagregados obtenidos en Facultad de Comercio y Gestión. Fuente: Propia	64
29.	Resultado obtenido en Ciencias de la Salud. Fuente: Propia	68
30.	Resultados desagregados obtenidos en Ciencias de la Salud. Fuente: Propia	69
31.	Resultado obtenido en Rectorado. Fuente: Propia	74
32.	Resultados desagregados obtenidos en Rectorado. Fuente: Propia	74
33.	Resultado obtenido en Psicología. Fuente: Propia	79
34.	Resultados desagregados obtenidos en Psicología. Fuente: Propia	80
35.	Comparativa de puntuación de SRI global. Fuente: Propia	81
36.	Comparativa de puntuación de los ámbitos técnicos. Fuente: Propia	81
37.	Comparativa de puntuación de los criterios de impacto. Fuente: Propia	82
38.	Recopilación de puntuaciones SRI de edificios en Europa. Fuente: Propia	85
39.	Comparativa de puntuación SRI entre edificios universitarios de la UMA y externos. Fuente: Propia	86
40.	Resultados de edificios educativos evaluados en España. Fuente: [8]	87
41.	Resultado de la evaluación SRI de la EII con mejoras implementadas. Fuente: Propia	94

Abreviaturas

- SRI: Smart Readiness Indicator.
- HVAC: Heating, Ventilation and Air Conditioning (Aire Acondicionado, Calefacción y Ventilación).
- UE: Unión Europea.
- EPBD: Energy Performance of Buildings Directive (Directiva de Eficiencia Energética en Edificios).
- CE: Comisión Europea.
- BMS: Building Management System (Sistema de Gestión de Edificaciones).
- VRF: Sistema de caudal refrigerante variable.
- COP: Coeficiente de rendimiento.
- ACS: Agua Caliente Sanitaria.
- VAV: Volumen de Aire Variable.
- EER: Energy Efficiency Ratio (Relación de Eficiencia Energética).
- LED: Light-emitting diode (diodo emisor de luz).
- BACS: Building Automation and Control Systems (Sistemas de Automatización y Control de Edificios).
- UTA: Unidad de Tratamiento de Aire.
- TABS: Thermally Active Building System (Sistemas del Edificio Térmicamente Activos).
- CEE: Certificado de Eficiencia Energética.

1. Introducción

1.1. Antecedentes

El cambio climático inducido por el hombre ya está causando efectos adversos y daños a la naturaleza y a las personas. Los riesgos a corto y largo plazo asociados a la superación del nivel de calentamiento global de 1,5 °C pueden provocar daños irreversibles en los ecosistemas y los seres humanos [1]. La UE tiene que llevar a cabo una transición energética para reducir de manera efectiva sus emisiones de gases de efecto invernadero y alcanzar la neutralidad climática. El Consejo ha acordado una orientación general relativa a la revisión de la Directiva de eficiencia energética. Esta es una de las propuestas presentadas por la Comisión en el marco del paquete de medidas «Objetivo 55», el plan de la UE para reducir las emisiones en al menos un 55 % con respecto a los niveles de 1990 de aquí a 2030 [2]. Para llevarlo a cabo nace el Pacto Verde Europeo con el Paquete de medida Objetivo 55, que es un paquete de iniciativas políticas cuyo objetivo principal es el de alcanzar la neutralidad climática de aquí a 2050. Pero la pregunta que hay que formular es: ¿Cómo reducirá la UE su emisión de gases de efecto invernadero en al menos un 55 %? La acción principal para llevarlo a cabo es mediante la descarbonización del sector de la energía, que implica a los diferentes sectores que aparecen en la figura 1, y cuyas acciones más importantes son:

- Apoyar el desarrollo y la adopción de fuentes de energía más limpias, como la energía marina y el hidrógeno;
- Fomentar la integración de los sistemas energéticos en toda la UE;
- Desarrollar infraestructuras energéticas interconectadas;
- Revisar la legislación vigente sobre eficiencia energética y energías renovables, en particular sus objetivos para 2030;



Figura 1: Sectores para la neutralidad climática en 2050. Fuente: [2]

Para ello se prevé que se van a invertir hasta 90.000 millones de euros para una transición justa, apoyando inversiones en:

- Pymes y nuevas empresas,
- Investigación e innovación,
- Tecnologías energéticas limpias y reducción de emisiones,

Entre los principales sectores afectados destacan, además del transporte y la industria, los edificios, que es donde se centra este proyecto. La UE estima que el 75 % de los edificios ya existentes son ineficientes desde el punto de vista energético y necesita una renovación energética a gran escala. En particular, el sector residencial es de gran interés en este tema, ya que la gran mayoría de edificios europeos son residenciales. En el sector residencial, la calefacción de espacios es el mayor uso de energía final hasta la actualidad, con un 68 %, aunque debido a la tendencia actual, esta situación se espera que cambie [3]. El aumento de la temperatura media mundial también tiene consecuencias en el tipo de sistemas de acondicionamiento de aire y calefacción a utilizar, con una disminución de la demanda de calefacción y un aumento del consumo de refrigeración [4]. Ante esta situación, además de las mejoras pasivas de la eficiencia energética de los edificios, la UE promueve la instalación de dispositivos de autorregulación para permitir el control de los servicios del edificio en función de la demanda [5]. Sin embargo, es fundamental que las mejoras de la eficiencia energética no comprometan el ambiente interior, en concreto el confort térmico y visual de los usuarios. Actualmente, ha habido un importante aumento de personas que trabajan desde casa desde el estallido de la pandemia del Coronavirus [6], por lo que la importancia del confort y la eficiencia en el sector residencial en particular es aún mayor.

En este marco, las recientemente publicadas Directivas de la UE sobre la eficiencia

energética de los edificios, apuestan en que la digitalización y la evolución del sector de las tecnologías de la información y la comunicación jueguen un papel fundamental en la mejora de la eficiencia del mercado energético europeo. Para ello, es importante que los Estados miembros de la Unión Europea establezcan un esquema común para evaluar las capacidades de los edificios y adaptar su funcionamiento a las necesidades de los ocupantes y de la red eléctrica, logrando un funcionamiento más eficiente. Este objetivo se determina con el parámetro SRI (Smart Readiness Indicator). Éste promueve la adopción de controles avanzados para evaluar la gestión inteligente de los edificios, aumentando no solo su eficiencia energética, sino también su flexibilidad energética con respecto a la disponibilidad de energía renovable y a las redes, así como el confort de los ocupantes y la conciencia de un uso eficiente de la energía. Con este objetivo, es fundamental que el papel de los sistemas de gestión inteligentes en los edificios tome un papel protagonista en este proceso de cambio. Los denominados Sistemas de Gestión de la Energía y Confort (ECMS) son sistemas de control inteligentes para edificios creados con el fin de proporcionar a los ocupantes los índices de confort deseados con el mínimo consumo de energía. Para ello los ECMS establecen controles avanzados a través de una red inteligente de dispositivos electrónicos diseñados para monitorizar y controlar los diferentes sistemas mecánicos, eléctricos y de iluminación en un edificio.

Con dicho objetivo, se necesita una mayor eficiencia energética, una mejor integración de las energías renovables y una red eléctrica inteligente. Para medir estos aspectos teniendo en cuenta además las necesidades de los ocupantes, se ha desarrollado el Smart Readiness Indicator(SRI).

El SRI es un coeficiente que evalúa la capacidad de actuación autónoma de un edificio sobre distintos ámbitos como la calefacción, refrigeración, agua caliente sanitaria, ventilación, iluminación, envolvente dinámica del edificio, electricidad, recarga de vehículos eléctricos y monitorización y control.

Su objetivo es el de reducir el consumo energético de los edificios mediante un mejor aprovechamiento de la energía, hecho fundamental para el estado de transición energética actual. Se han ido atravesando diferentes etapas en los últimos años, es un proyecto europeo denominado SRI2Market:

- En 2017, se produjo la definición del SRI junto con un borrador de la metodología para su cálculo.

- Fue propuesto en 2018 por la Directiva Europea de Eficiencia Energética en Edificios a los diferentes Estados miembros.

- Posteriormente, en 2019 se llevó a cabo el segundo estudio técnico del SRI para la CE, ajustando de esta manera el procedimiento a seguir para su cálculo.

- En el año 2020, se realizó tanto el Reglamento Delegado de la Comisión como el Reglamento de Ejecución de la Comisión.

- Creación del equipo de soporte del SRI, de mucha importancia para consultar en

la implementación de la metodología, en 2021.

- Entre los años 2022 y 2023 se han ido lanzando fases de prueba en distintos países voluntarios.

-Por último, en 2024, se ha incluido un nuevo artículo en la EPBD que pone de manifiesto que, en 2027, los edificios no residenciales con una potencia de ventilación y calefacción combinadas superior a 290 kW deberán ser evaluados por dicha metodología [7].

1.2. Plan de trabajo

El propósito del trabajo sería evaluar el estado de diversos edificios de la Universidad de Málaga mediante el procedimiento que se ha mencionado con anterioridad, hecho que tiene una repercusión directa en la sostenibilidad energética del campus de ampliación de Teatinos, donde se encuentran los edificios más modernos y con sistemas de control más avanzados. Se van a analizar cinco edificios. Los aspectos a considerar más importantes serán los que se recogen en el plan de trabajo, que es el siguiente:

1. Fase previa de formación en la temática a desarrollar que consiste en varias partes. La primera, revisión de diversos artículos científicos con cierta relación con el proyecto y la eficiencia energética. Después, la matriculación y finalización del curso del SRI2Market [8]. Por último, revisar la normativa relativa al SRI que es la UNE-EN ISO 52120-1:2022. Eficiencia energética de los edificios. Contribución de la automatización, el control y la gestión de los edificios [9].
2. La realización del curso nos proporcionará una herramienta online para ayudar a realizar la evaluación del SRI.
3. Descripción de los edificios e instalaciones a evaluar, superficie construida, usos generales, época de construcción, etc.
4. Evaluación de los edificios apoyándonos de la herramienta mencionada en el paso 2, según los siguientes aspectos.
 1. Eficiencia energética de las instalaciones.
 2. Respuesta de los sistemas a las necesidades de los ocupantes.
 3. Grado de automatización y conectividad de los sistemas.
 4. Integración con la red eléctrica para optimizar el consumo según los precios de la electricidad.
5. Estudio y revisión de los resultados obtenidos, precisión y coherencia de estos.

6. Una vez obtenidos y revisados los resultados, se va a proceder a diversas propuestas de mejoras con las que la eficiencia energética del edificio pueda mejorar.

7. Por último, se procederá a la redacción del informe.

2. Definición de la metodología SRI

El sistema de evaluación a través del SRI es el mismo para todos los miembros de la Unión Europea. El cálculo del mismo se guía a partir de una evaluación en base a diferentes criterios que se define en el Reglamento Delegado (UE) 2020/2155 de la Comisión [10].

El método se sustenta en 9 ámbitos técnicos y 7 criterios de impacto. Igualmente, se evalúa en base a 3 funcionalidades clave (véase Figura 2) y los resultados se clasifican en 7 clases de SRI según el valor obtenido. Todo lo definido anteriormente es de obligado cumplimiento para todos los países miembros y así se definen en el reglamento de la UE.



Figura 2: Funcionalidades clave del SRI. Fuente: Propia

Por otra parte, cada país puede adaptar a nivel nacional el catálogo de servicios, los factores de ponderación, así como otras adecuaciones que consideren como pueden ser inclusividad, conectividad, interoperabilidad, etc.

Con motivo de calcular las puntuaciones de la inteligencia de los edificios, los países facilitarán a los técnicos un catálogo para que sea usado por expertos, que pueden ser varios según el tipo de edificio a evaluar. Dicho catálogo incluye los servicios de preparación inteligente, la funcionalidad de los mismos y su ponderación individual según los diferentes criterios de impacto. Los servicios se incluyen dentro de nueve ámbitos técnicos, que son los siguientes:

1. Calefacción
2. Refrigeración
3. Agua Caliente Sanitaria

4. Ventilación
5. Iluminación
6. Envolvente dinámica del edificio
7. Electricidad
8. Carga del vehículo eléctrico
9. Monitorización y control

En el anexo II, se detallan los servicios de los ámbitos establecidos en el curso de SRI2MARKET[8]. Los resultados de los siete criterios de impacto se pueden incorporar según las tres funcionalidades clave que aparecen en la EPBD, mencionadas a continuación:

1. Eficiencia energética y funcionamiento
 - a) Eficiencia energética: hace referencia a la influencia que tienen los servicios al ahorro de energía
 - b) Mantenimiento y previsión de fallos: La localización y la especificación de los fallos contribuye a mejorar notablemente el mantenimiento y el correcto desempeño de los sistemas de los edificios
2. Respuesta a las necesidades de los ocupantes
 - a) Comodidad: se tiene en cuenta la repercusión que tienen los servicios en el confort de los ocupantes, según los aspectos térmicos, ópticos o acústicos
 - b) Facilidad de uso: Hace referencia a simplificar la estancia de los ocupantes, con menores dispositivos manuales, etc.
 - c) Salud, bienestar y accesibilidad: cómo los servicios influyen en la salud de las personas al mejorar las condiciones a las que están expuestas.
 - d) Información a los ocupantes: la comunicación de los servicios con los ocupantes para facilitar el entendimiento de su funcionamiento.
3. Flexibilidad energética
 - a) Flexibilidad energética y almacenamiento de energía: la influencia de los servicios para adaptarse al estado de la red eléctrica.

2.1. Cálculo de las puntuaciones

El parámetro se indica en forma de porcentaje y hace referencia al cociente entre la inteligencia del edificio con la inteligencia máxima que podría alcanzar. Para calcular las puntuaciones del edificio se evalúan los servicios de preparación inteligente que se incluyen en él, indicando su nivel de automatización. Para realizar el proceso se siguen los siguientes pasos:

1. A partir de una inspección de los servicios que se encuentran disponibles en el edificio se estipula el nivel de funcionalidad, que corresponde a una puntuación de impacto. Simultáneamente, a cada uno de ellos se le asigna además la puntuación de referencia que es la máxima posible. Un ejemplo sería el siguiente, referido al control de ocupación para iluminación interior:

- Nivel 0, si el encendido es manual a través de interruptores.
- Nivel 1, si además de lo anterior hay una señal de apagado general de las luminarias.
- Nivel 2, el encendido y apagado del sistema de iluminación se produce de forma automática a través de sensores de ocupación.
- Nivel 3, el encendido en este caso es manual, pero si no se apaga manualmente se atenúan las luminarias y se acaban apagando si no se detecta presencia.

Para el caso expuesto, el nivel de referencia sería el nivel 3, y si el encendido es manual con la opción de apagado general, el nivel de funcionalidad sería el 1.

2. Se realiza el cálculo de la suma de puntuaciones agregadas para cada ámbito considerado en el edificio objeto de estudio. Para ello, se evalúan todos los servicios que pertenezcan a un mismo ámbito y se divide la puntuación obtenida por el valor de referencia. Se suele representar en forma de porcentaje.

Ámbito : Electricidad								
Criterio de impacto: Información a los ocupantes								
Servicio	1	2	3	4	5	6	7	Total
Puntuación Obtenida	1	3	0	2	2	1	0	9
Puntuación de Referencia (máxima)	3	3	3	2	4	4	2	21

Porcentaje de electricidad en Información a los ocupantes: $(9/21) \times 100 = 42.86\%$

Figura 3: Metodología de cálculo. Fuente: Propia

2 DEFINICIÓN DE LA METODOLOGÍA SRI

3. Acto seguido, se calculan las puntuaciones de inteligencia de los ámbitos para cada criterio de impacto.
4. El cálculo de la puntuación en cada criterio de impacto se consigue haciendo uso de factores de ponderación. Según el ámbito técnico considerado, va a ponderar de una manera u otra a cada uno de los criterios de impacto, dependiendo de la influencia que tenga en ellos. Dichos factores de ponderación aparecen en forma de porcentaje y la suma de éstos para cada criterio de impacto será igual al 100%. Estos factores pueden ser distintos según se refieran a edificios residenciales y no residenciales. Aún no hay un valor oficial de dichos factores según la normativa, la norma UNE-EN ISO 52120-1:2022 [9].
5. De la misma manera, las puntuaciones que se van a obtener en las tres funcionalidades clave se van a calcular a través de la influencia que tienen los distintos criterios de impacto en ellas. Dicha influencia deberá ser definida por cada país miembro.

	IC1	IC2	IC3	IC4	IC5	IC6	IC7		
	SR1	SR2	SR3	SR4	SR5	SR6	SR7	SRI	
Ámbito 1	SR(1,1)	SR(1,2)					SR(1,7)	SRd1	
Ámbito 2	SR(2,1)	SR(2,2)						SRd2	
Ámbito 3	SR(3,1)	SR(3,2)						SRd3	
Ámbito 4	SR(4,1)	SR(4,2)						SRd4	
Ámbito 5	SR(5,1)	SR(5,2)		...				SRd5	
Ámbito 6	SR(6,1)	SR(6,2)						SRd6	
Ámbito 7	SR(7,1)	SR(7,2)						SRd7	
Ámbito 8	SR(8,1)	SR(8,2)					...	SRd8	
Ámbito 9	SR(9,1)	SR(9,2)				...	SR(9,7)	SRd9	
	SRf1		SRf2				SRf3		

Figura 4: Cálculo de puntuaciones desagregado. Fuente: SRI2MARKET [8]

En los aspectos a puntuar, también hay algunos que son subjetivos como pueden ser confort visual, acústico, calidad del aire, temperatura en el interior, etc. Se han planteado como opción, hacer encuestas a los usuarios de los edificios para que valoren su satisfacción acerca de estas cuestiones para así con una media ponderada poder conocer en que se puede mejorar la comodidad de los ocupantes.

La finalidad del SRI es suministrar una calificación del edificio en su totalidad, aunque también puede proporcionar una evaluación según los criterios de impacto, funcionalidades clave o ámbito técnico.

Actualmente, hay dos métodos de estudio diferentes, A y B. El primero es un método que incluye un menor número de servicios, válido para edificios simples ya que el coste de evaluación disminuye, y el tiempo de evaluación estimado es de aproximadamente 1 hora. El método B es utilizado para edificios más complejos, como pueden ser grandes edificaciones no habitables. En él se incluyen 54 servicios, lo que se corresponde con una mayor validación, y dependiendo de la complejidad requiere desde medio día a un día su examinación.

Además, hay partes interesadas en el proyecto que han propuesto que el SRI se lleve un paso más allá, como potencial desarrollo de cara al futuro. Para ello se desea adquirir datos de la eficiencia y ahorro energético que tienen los servicios pero de forma real, es decir, durante un largo periodo de uso como puede ser un año.

2.2. Impactos del SRI en los mercados

Se espera que el empleo de esta metodología tenga efectos en la adquisición de equipos inteligentes y tecnologías avanzadas. Hará el mercado de éstos más atractivo para los propietarios de edificios, ya que habrá una mayor conciencia acerca del valor que proporcionan. Por otra parte, se producirá un impulso debido a que el valor de los productos y los servicios ofrecidos son comunes para todos los países miembros de la Unión Europea.

Además, se ha analizado el impacto que tendrá la implementación del SRI en función de los gastos y ahorros que supone. Dicho impacto se puede dividir en dos partes:

- La primera se centra en la evolución de los edificios de la UE en concordancia con la normativa. Se tienen en cuenta la construcción de nuevos edificios, demolición de edificios anticuados o remodelación de los mismos para que incorporen las nuevas tecnologías para los sistemas HVAC.

- La segunda parte evalúa los impactos que tendrá la adquisición de tecnologías inteligentes. El impacto se puede cuantificar en función del nivel de inteligencia del edificio que se clasifica en cuatro niveles. Un aumento en el nivel significa ahorro económico, energético, mayor flexibilidad y menores emisiones de CO_2 .

Se prevee que para el año 2050, se ahorrará el 5% de la energía total. La inversión que se va a realizar hasta ese año será desde unos 75 billones de euros hasta unos 200 billones, que resultarían en un ahorro de 198 TWh en 2050 y 32 millones de toneladas menos de emisiones al año. La evaluación del SRI costará desde 560 millones de euros hasta sólo 2 millones, dependiendo si se evalúa según el método A o C, y el ahorro neto en ese mismo año estará en un rango desde los 12,9 billones y los 3.9 billones de euros y más de 72000 empleos creados[11].

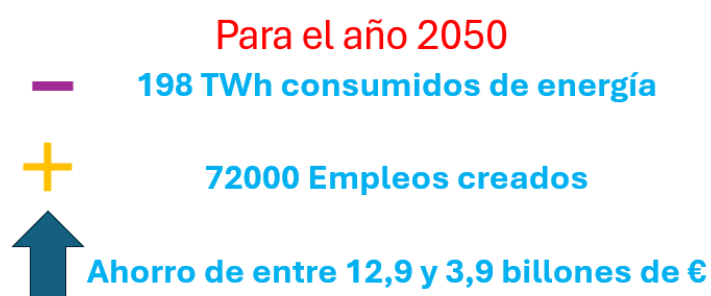


Figura 5: Previsiones para el año 2050. Fuente: Propia

Para emitir certificados de SRI, deberán ser llevados a cabo por expertos acreditados y cualificados en las competencias necesarias, que serán establecidas por los países miembros. Dichos países tendrán la obligación de hacer un listado con los profesionales autorizados para emitir certificados. El periodo de validez de evaluador no podrá superar los 10 años sin renovación, o menos si se producen variaciones notables en la metodología.

3. Descripción de la herramienta

La herramienta utilizada para realizar la evaluación acerca de la preparación inteligente de los edificios ha sido implementada a través de un proyecto a nivel de la UE denominado SRI2MARKET, en concordancia con la normativa actual.

La herramienta habilita a los usuarios a evaluar mediante la metodología SRI y permite almacenarlos. Para lograr el acceso a la plataforma, son necesarios un usuario y contraseña, que se consiguen habiendo superado el nivel 1 y 2 de la formación que ha sido impulsada por el proyecto mencionado anteriormente.

En un primer paso (véase figuras 6 y 7), es necesario proporcionar datos acerca del edificio objeto de estudio como es la superficie útil, país, si es o no es habitable, uso del edificio, la zona climática en la que se encuentra, año de construcción, potencia nominal efectiva de los sistemas HVAC, etc.

Datos generales

Nombre de proyecto:

País:

Tipo del edificio:

Uso del edificio:

Catálogo:

Clima:

Factores de ponderación predeterminados:

Propósito de la evaluación:

Los datos de esta evaluación reflejan el estado actual del edificio o un conjunto de medidas/recomendaciones para la actualización del BACS

Fase de prueba oficial:

Haga click si esta evaluación forma parte de un test oficial de un Estado Miembro

Figura 6: Datos generales del edificio requeridos por la herramienta. Fuente: SRI2MARKET [8]

3 DESCRIPCIÓN DE LA HERRAMIENTA

Información general del edificio

Superficie neta del edificio: Año de construcción:

Estado del edificio: Potencia nominal efectiva para los sistemas HVAC:

Descripción del edificio:

Dirección:

Clase energética:

Certificado de Eficiencia Energética (CEE) etiqueta/clase

Selección de la metodología

Calefacción:
 ¿Es evaluable el ámbito de calefacción?

ACS:
 ¿Es evaluable el ámbito de ACS?

Refrigeración:
 ¿Es evaluable el ámbito de refrigeración?

Ventilación:
 ¿Es evaluable el ámbito de ventilación?

Iluminación:
 ¿Es evaluable el ámbito de iluminación?

Envolvente dinámica del edificio:
 ¿Es evaluable el ámbito de envolvente dinámica del edificio?

Electricidad:
 ¿Es evaluable el ámbito de electricidad?

Carga de vehículos eléctricos:
 ¿Es evaluable el ámbito de carga de vehículos eléctricos?

Monitorización y control:
 ¿Es evaluable el ámbito de monitorización y control?

Figura 7: Información general del edificio. Fuente: SRI2MARKET [8]

Posteriormente, hay que indicar para cada uno de los servicios de todos los ámbitos técnicos, su nivel de inteligencia como aparece en la figura 8, para lo que será necesario un amplio conocimiento de las instalaciones que hay en la edificación evaluada. La herramienta permite realizar una diferenciación por zonas, de mucha utilidad en servicios que tengan distinto nivel de funcionalidad dependiendo del sector. Además, en cada servicio puntuado hay una sección en la que se pueden dejar justificaciones y comentarios para explicar la razón del nivel de funcionalidad escogido.



Figura 8: Elección de niveles de funcionalidad para los diferentes servicios. Fuente: SRI2MARKET [8]

Por último, una vez que se han realizado todas las puntuaciones, se pueden ver los resultados obtenidos tanto para las puntuaciones globales como para cada uno de los criterios de impacto y para cada funcionalidad clave. Cabe destacar que los resultados obtenidos con la plataforma descrita en esta sección no pueden ser utilizados para emitir un certificado del SRI, ya que los factores de ponderación y el método seguido deben ser indicados por el Estado Miembro correspondiente. La herramienta posee la opción de duplicar cualquier edificio evaluado anteriormente y modificar las puntuaciones en los servicios que se pretendan mejorar para así ver cómo afectaría a la puntuación global del SRI, comprobando por tanto si la inversión necesaria desde un punto de vista económico es factible en función de la mejora en la eficiencia que produciría.

Por último, la aplicación permite realizar análisis comparativos tanto básicos como avanzados (cómo se muestra en la figura 9), filtrando los edificios que ya han sido evaluados previamente en la herramienta según el país, clima, potencia instalada, uso del edificio, etc. Una vez implementados los criterios de búsqueda, aparece un histograma de los valores del coeficiente con datos de puntuación media, cuartiles y puntuaciones máxima y mínima.

3 DESCRIPCIÓN DE LA HERRAMIENTA

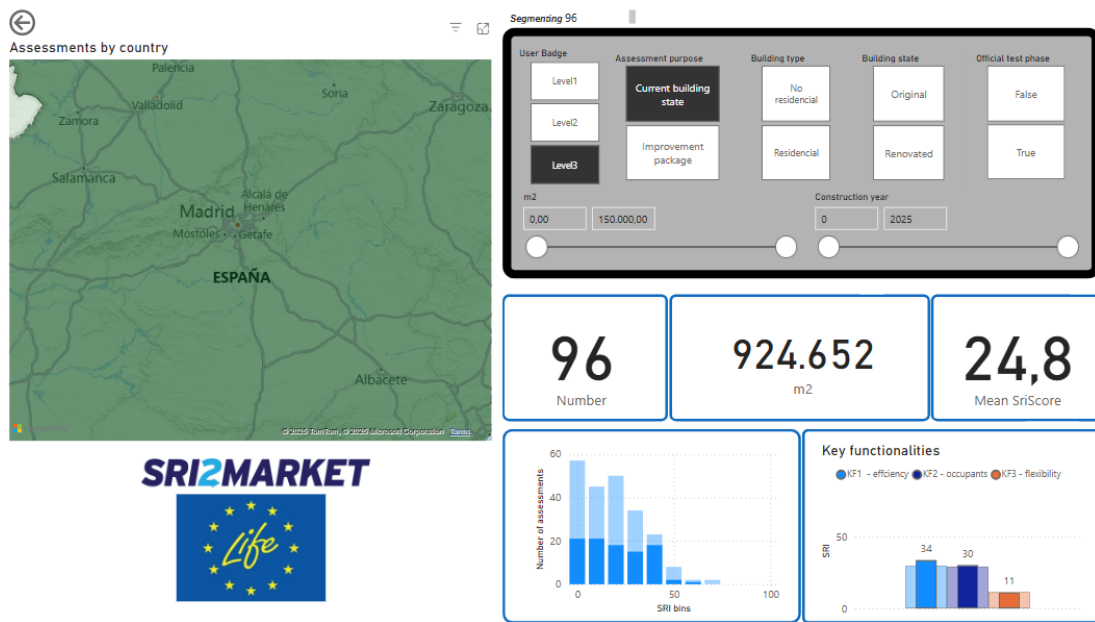


Figura 9: Análisis comparativo avanzado. Fuente: SRI2MARKET [8]

4. Casos de estudio

4.1. Procedimiento

Para realizar la evaluación de los diferentes edificios, se han seguido los siguientes pasos:

1. Recopilación de información. Para conocer datos acerca de las edificaciones inspeccionadas, previamente se ha realizado un proceso de búsqueda en la web de la Universidad de Málaga, información proporcionada por el tutor del presente trabajo y de otros profesores así como por el personal de mantenimiento de los distintos centros.
2. Contacto con el personal de mantenimiento. El tutor y cotutor se comunicaron con el personal de infraestructuras de la Universidad de Málaga, siendo éstos los que dieron las facilidades para poder concertar encuentros con el personal de mantenimiento de los centros evaluados proporcionándoles sus contactos. Las visitas han sido esenciales a la hora de conocer los dispositivos existentes y las capacidades de los mismos.
3. Visita al edificio. Una vez concertada la cita con el personal de mantenimiento, tiene lugar la visita del centro. En dichas visitas, se veían todas las instalaciones de interés para el proyecto junto con las explicaciones pertinentes por parte del personal, proporcionando así una idea acerca del funcionamiento global del complejo y la dificultad del mismo. Para un mejor aprovechamiento de las visitas, previamente se había preparado un material para poder anotar los servicios disponibles y las funcionalidades de las que disponen. Dicho material se adjunta en el Anexo I.
4. Inspección del BMS (Building Management System). En conserjería o salas del personal de mantenimiento se inspeccionaba el BMS, que es un sistema centralizado que supervisa, controla y optimiza los sistemas técnicos y operativos de un edificio. En él se gestiona la climatización, la iluminación y en general todos los dispositivos automatizados del recinto como puede ser las bombas de calor. Además notifica si ocurre algún fallo en los dispositivos con el objetivo de que no se produzcan averías además de poder subsanarlo lo antes posible.

4.2. Escuela de Ingenierías Industriales

Debido a las condiciones del terreno, el edificio tiene una forma alargada. Por esta razón, el complejo se organiza en torno a un bloque central, que actúa como unión entre las dos alas del edificio. El ala Este se destina a los laboratorios de docencia mientras

que el ala Oeste a las aulas, laboratorios de investigación y despachos. En el bloque central es donde se encuentra la entrada al edificio, en el Sur del mismo está el Salón de Actos, al que se puede acceder tanto por la planta baja como por la primera planta, sobre él se encuentran los Salones de Grado que disponen de una terraza exterior. En la parte Norte se encuentran una cafetería, reprografía, conserjería y en la primera y segunda planta se encuentra la biblioteca.

En el ala Oeste, todas las estancias se distribuyen a ambos lados de la calle central, en la parte Sur hay 12 aulas con capacidad para 90 alumnos, mientras que en la segunda y tercera planta se encuentran los despachos para tutorías. En el Norte, hay 4 aulas de dibujo, y 6 aulas con capacidad de 50 asientos. En la segunda planta se encuentran los laboratorios de investigación, diseñados según las necesidades de cada uno, mientras que la tercera planta queda libre como azotea.

Por su parte, el ala Este es más corta, la planta baja, primera planta y la parte Sur de la segunda se destinan a laboratorios docentes, mientras que en la parte Norte de la segunda planta se encuentran ocho aulas de informática. En el sótano hay 565 plazas de aparcamiento estándar y 12 de discapacitados. La superficie del edificio es de 40736,62 m², sin contar con el sótano. La fachada Sur está diseñada para no recibir la luz directa del sol, debido a que la primera planta está desplazada unos metros hacia el exterior con respecto a la planta baja, y con la estratégica colocación de paneles solares sobre la fachada.



Figura 10: Plano planta baja de EII. Fuente: UMA

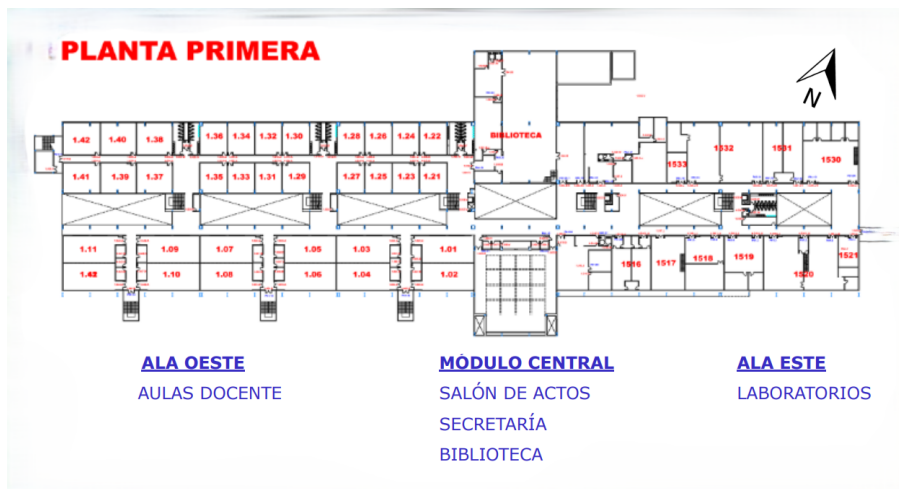


Figura 11: Plano primera planta de EII. Fuente: UMA

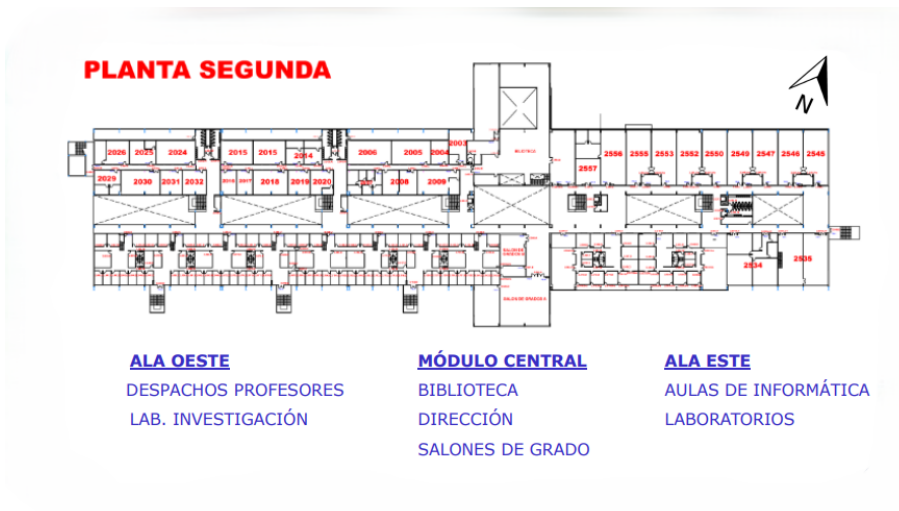


Figura 12: Plano segunda planta de EII. Fuente: UMA

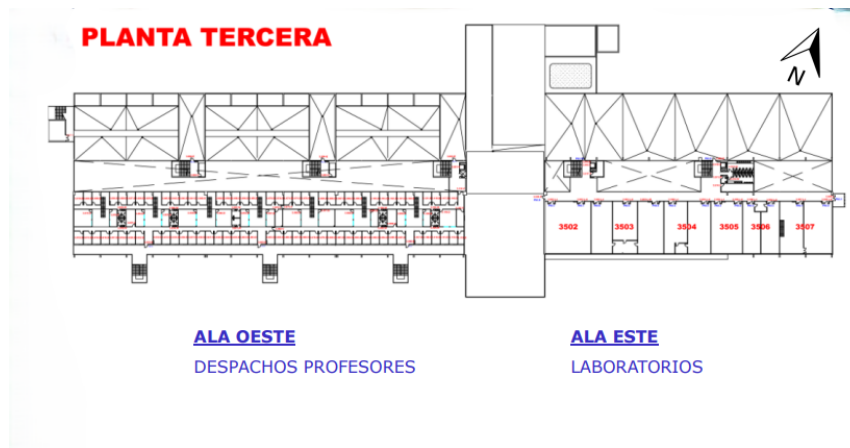


Figura 13: Plano tercera planta de EII. Fuente: UMA

4.2.1. Climatización

El sistema utilizado es el VRF (Sistema de caudal variable de refrigerante), como fluido se utiliza el refrigerante R-410A. La instalación se organiza en torno a grandes unidades exteriores ubicadas en la azotea, que pueden funcionar tanto en modo frío como en modo calor. Estas unidades exteriores se unen a las unidades interiores a través de circuitos frigoríficos que circulan por los falsos techos de los pasillos. Cada uno de los sistemas de climatización es alimentado desde un cuadro eléctrico. Cada zona tiene la capacidad de requerir frío o calor, además de una temperatura concreta según las necesidades. Al únicamente funcionar las unidades interiores que lo requieran, se consigue un gran ahorro energético. Algunas de las características de este sistema son:

- Control automático de todas las unidades interiores.
- Rápida puesta en funcionamiento.
- Mantenimiento sencillo y barato, dispone de detección de fallos y averías.
- Gran eficiencia energética con un COP de 3,8.
- Control y BMS a través de un software.
- Las unidades exteriores son bastante silenciosas.

4.2.2. Instalación solar fotovoltaica

En la cubierta hay una instalación fotovoltaica de una potencia pico de 704,8 kWp. Su potencia nominal es de 595 kW y su producción esperada a lo largo de un año es

de 1007,66 MWh/año. Los módulos se encuentran inclinados 30° en la cubierta y 90° la que se encuentran en la fachada del edificio.

Se monitoriza a través de un sistema que registra continuamente el rendimiento de la instalación. Almacena los datos, con la posibilidad de analizarlos mediante gráficos. Además, se puede ver la bonificación económica por la energía transmitida a la red, el dióxido de carbono que no se ha emitido a la atmósfera, así como comparaciones entre el rendimiento pronosticado y el real. La instalación vierte a la red a cambio de una bonificación económica, que queda registrada en el sistema, debido a que la gestión y explotación de las placas fotovoltaicas se lleva a cabo por una empresa externa a la Universidad.

4.2.3. Iluminación

Las luminarias empleadas son de bajo consumo y se integran dentro del sistema de control automático. Dependiendo de la estancia, según normativa se requieren unos niveles de iluminación media u otros.

El sistema de iluminación dispone de módulos de salida para el control y regulación de las luminarias. Se controla a través de una señal digital DSI. A partir de dicha señal, se pueden regular desde el 3 % al 100 % de la luminosidad. El sistema posee además control de fallos y control por infrarrojos para detectar la ocupación de las distintas zonas para realizar las operaciones de encendido, apagado y regulación.

Por otra parte, hay sensores encargados de captar la iluminación exterior que son enviados al sistema. Con el uso de procesadores, se regula la luminosidad en función del aporte de la luz natural que contribuirá al confort y a un ahorro energético considerable. El sistema funciona de forma que los niveles de luminosidad se mantienen constantes, hecho que es posible debido a la adaptación en tiempo real de la iluminación a la cantidad de luz natural disponible en cada instante. Otra capacidad es la de programar horarios de luminosidad en función de eventos, días festivos, vacaciones en cualquier habitación, sectores o salidas individuales.

En cuanto a la tecnología que se utiliza en las distintas estancias, los pasillos, laboratorios de investigación y zonas comunes se controlan a través de pulsadores manuales, aunque también se regula la luminosidad en función de la luz natural. En los salones de grados, bibliotecas, aulas y demás sí poseen tanto encendido manual como detección por infrarrojos. Por otra parte, los baños se encienden desde el control central y se mantienen encendidos durante el periodo programado.

4.2.4. Agua Caliente Sanitaria

Para la producción de ACS hay una instalación solar térmica formado por:

1. Un conjunto de captadores solares, que transforma la radiación solar en energía térmica calentando el fluido que circula por ellos.
2. Depósitos destinados a almacenar el agua caliente hasta que sea usada.
3. Un circuito hidráulico formado por bombas, válvulas y conductos para el movimiento de fluido hasta la zona de acumulación.
4. Un intercambiador de calor para transferir el calor del fluido de los colectores al agua.
5. Sistema de regulación y control encargado de que el funcionamiento sea óptimo y que no se produzcan sobrecalentamientos o congelaciones.
6. También se dispone de un equipo de energía que satisfaga la demanda en el caso de poca radiación solar o un exceso de demanda.

La contribución solar mínima establecida para la producción de ACS es del 70 %.

4.2.5. Ventilación

En la azotea del edificio figuran varias Unidades de Tratamiento de Aire, cuyo funcionamiento se encarga de adecuar el aire exterior a las condiciones interiores del edificio. Además, dispone de un sistema de free-cooling para aprovechar directamente el aire exterior sin consumo de energía.

4.2.6. Envolverte dinámica

En cuanto a las ventanas, todas las de la Escuela son fijas o de apertura y cierre manual. No hay sensores que detecten su apertura. Por otra parte, las protecciones solares son de mando manual, sin ningún tipo de automatización, por lo que este aspecto es claramente mejorable.

4.3. Facultad de Comercio y Gestión

El edificio que alberga la facultad de Comercio y Gestión se encuentra en la Ampliación de Teatinos y tiene una superficie útil de unos 31022 m². La distribución del edificio se organiza en torno a tres partes: una zona sur, una parte central y la zona norte.

En lo referente a plantas se encuentran la planta baja, primera, segunda, tercera y cuarta planta. En la planta baja se encuentran copistería, biblioteca, y una sala de estudio en la zona sur. En la zona central se encuentra copistería y 9 aulas de docencia.

Tanto en la primera como en la segunda planta, en la zona Sur además de cafetería y biblioteca se situán secretaría y salón de actos, zona central vuelve a estar destinada a aulas y en la parte norte se encuentran los departamentos y sala de profesores. Ya en la tercera planta en la parte central hay aulas y en la norte distintos departamentos. Por último en la cuarta planta hay cuatro aulas de informática.

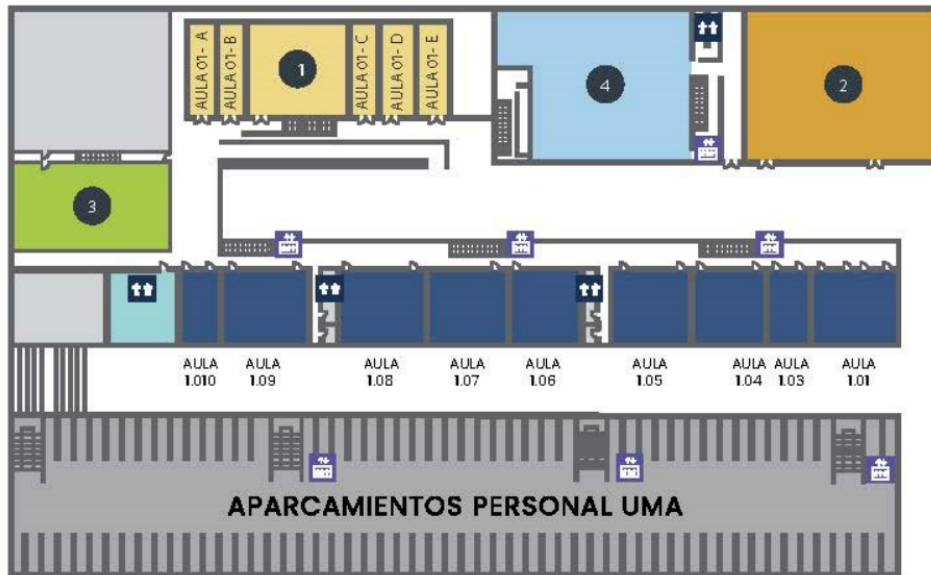


Figura 14: Plano planta baja Facultad de Comercio y Gestión. Fuente: UMA

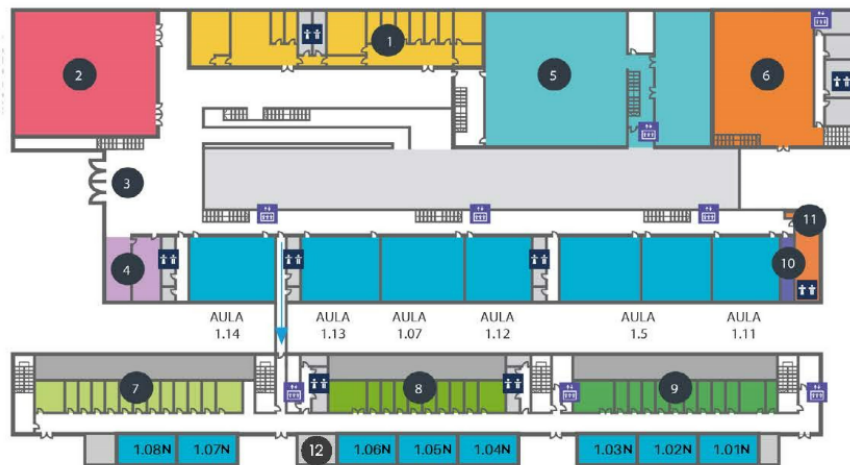


Figura 15: Plano primera planta Facultad de Comercio y Gestión. Fuente: UMA



Figura 16: Plano segunda planta Facultad de Comercio y Gestión. Fuente: UMA



Figura 17: Plano tercera planta Facultad de Comercio y Gestión. Fuente: UMA



Figura 18: Plano cuarta planta Facultad de Comercio y Gestión. Fuente: UMA

4.3.1. Sistema de climatización

El sistema existente en el edificio, excepto para el Salón de Actos, es un VAV de volumen variable. Las unidades de tratamiento de aire exteriores son las responsables

de filtrar y acondicionar el aire exterior para posteriormente enviarlo a los sistemas de climatización y ventilación. Se organizan de la siguiente manera [12]:

- En la cubierta de la zona Norte hay tres unidades de tratamiento de aire con potencias similares.

- Para la parte Central se destinan dos unidades de gran potencia para las aulas y dos menos potentes para los salones de grados.

- Para la cafetería, biblioteca, sala de estudio y aulas de informática hay unidades en el exterior, encargadas además de regular las cargas térmicas de las estancias, no haciendo falta para estos casos unidades terminales.

Hay dos unidades de enfriadoras Aire/Agua Climaveneta FOCS/LN4212 en la azotea de la parte Sur. El fluido de trabajo es el R-134 a, y tienen una potencia de 988.4 kW cada una, siendo su EER = 2.28.



Figura 19: Enfriadora Climaveneta 1000 kW. Fuente: [37]

Para proporcionar agua caliente al sistema, se dispone de tres calderas Adisa Duplex Evo con potencia total de 1299 kW, aunque está diseñado para que sólo funcionen dos de ellas de manera simultánea.

La climatización del salón de actos se lleva a cabo a partir de un sistema Roof-Top y sus potencias de calefacción y refrigeración son 166.8 kW y 165.3, kW respectivamente, marca Lennox y modelo FXK170N.

El sistema no puede aportar de manera simultánea frío y calor (diseño a dos tubos), sino que los responsables del mantenimiento del edificio son los encargados de cambiar el modo de funcionamiento. En todas las zonas se regula la temperatura desde conserjería, excepto en los despachos donde sus ocupantes pueden ajustarlo.



Figura 20: Climatizadores exteriores. Fuente: [37]

4.3.2. Iluminación

Las luminarias instaladas son LED para reducir el consumo energético, mantenimiento sencillo y se encuentran dentro del sistema automático del edificio. El funcionamiento de las luminarias situadas en las zonas cercanas a las ventanas se basa según sensores crepusculares que detectan la luz del exterior. Si es suficiente, las luces permanecen apagadas y en caso de no ser así, se encienden. El resto se controla mediante un horario programado desde el BACS. En ningún punto de la instalación hay detectores de presencia, por lo que la iluminación no se encuentra optimizada según la ocupación.

4.3.3. Ventilación

En lo referente a la ventilación del edificio, se dispone de Unidades de Tratamiento de Aire de la marca TERMOVEN, provistos de sistemas recuperadores de calor que permiten mejorar considerablemente la eficiencia del sistema al beneficiarse de la energía contenida en el aire extraído. También está provisto del sistema free-cooling, consistente en que el sistema aprovecha la temperatura del aire exterior para acondicionar el aire que se impulsa al interior del edificio, en caso de que las condiciones sean favorables. Hecho que permite un ahorro energético y por tanto, económico.



Figura 21: UTA marca Termoven. Fuente: [37]

4.3.4. Envoltente dinámica

Las ventanas del centro son fijas o manuales, no cuentan con sensores de ningún tipo. La persianas no están automatizadas por lo que hay margen de mejora en este aspecto.

4.4. Ciencias de la Salud

El centro es de tipo modular y cuenta con una superficie de aproximadamente $11000 m^2$. La parcela en la que se encuentra es de forma triangular, una superficie de $39705 m^2$, cuyos lados son de 253.48 metros, 605.50 y 659.03 [13,14], respectivamente. La superficie construida se reparte a través de 19 módulos rectangulares, la mayoría de ellos interconectados. El diseño permite que los edificios colindantes no produzcan sombras pero al mismo tiempo que la totalidad de los módulos se encuentren enlazados entre sí.



Figura 22: Edificio Ciencias de la Salud. Fuente: Google Earth

4.4.1. Climatización

El sistema de climatización instalado en el edificio está basado en una solución de caudal variable de refrigerante (VRV) utilizando gas refrigerante R-410A. Este sistema no permite la producción simultánea de frío y calor, es decir, únicamente puede operar en un modo a la vez para todas las unidades conectadas.

La producción de frío y calor se realiza de forma distribuida, mediante diversos equipos adaptados a las necesidades de cada zona del edificio, según el siguiente desglose:

- Sistema VRV a dos tubos PANASONIC: Se han instalado un total de 21 unidades exteriores, diseñadas para trabajar con caudal de refrigerante variable. Estas unidades alimentan un conjunto de 163 unidades interiores de tipo conducto, instaladas en falso techo. Estas unidades interiores están distribuidas por las aulas y despachos, proporcionando climatización eficiente en dichos espacios.

- Equipos Rooftop CIAT para grandes salas: Para las zonas de mayor volumen, como el salón de grados, el salón de actos y la biblioteca, se han dispuesto 3 equipos autónomos tipo Rooftop, modelo SPACE. Estos equipos están diseñados para manejar grandes caudales de aire y proporcionar una climatización adecuada en espacios amplios con alta ocupación.



Figura 23: Equipo Rooftop marca CIAT. Fuente: [36]

- Sistema partido con climatizadora TROX: Se ha instalado un equipo partido compuesto por una unidad interior tipo climatizadora de la marca TROX, modelo S22MF2ES, con un caudal de 2311 m³/h. Esta unidad dispone de batería de refrigerante y está conectada a una unidad exterior PANASONIC U250PE1E8. Este sistema proporciona climatización a un área específica del edificio que requiere ventilación mecánica y control térmico más detallado.

- Splits individuales para zonas técnicas: En áreas específicas como el cuarto de

instalaciones, el taller de podología y el rack de comunicaciones, se han instalado 3 unidades Split Inverter marca PANASONIC. Estos equipos proporcionan climatización independiente y precisa, asegurando el confort térmico y la estabilidad de temperatura en espacios técnicos y de servicio.

En conjunto, este sistema permite una gestión eficiente de la climatización del edificio, adaptándose a las necesidades de cada zona y optimizando el consumo energético gracias al uso de tecnologías inverter y VRV.

4.4.2. Ventilación

El sistema de ventilación del edificio incluye recuperación de calor por flujo cruzado, lo que permite mejorar la eficiencia energética del sistema y asegurar la renovación constante del aire interior.

Se han instalado un total de 18 unidades de recuperación de calor marca SOLER & PALAU, que funcionan a través de conductos de ventilación distribuidos por el edificio.

Cada una de estas unidades está equipada con filtros que tratan el aire primario antes de ser impulsado a los espacios interiores, contribuyendo a mantener una alta calidad del aire.

Algunos datos técnicos representativos de los recuperadores son:

- Filtro de impulsión: clase F8
- Filtro de aspiración: clase F6
- Ventilador de impulsión: 3 kW
- Ventilador de aspiración: 2,2 kW

Estas unidades permiten la extracción del aire viciado y el suministro de aire fresco exterior, recuperando parte de la energía térmica del aire extraído para precalentar o preenfriar el aire nuevo, reduciendo así la carga térmica del sistema de climatización.



Figura 24: Recuperador de calor cruzado. Fuente: [36]

4.4.3. Iluminación

El sistema de iluminación permite su programación por horarios, lo que facilita la gestión energética mediante el encendido y apagado automático en función del calendario de uso del edificio. No obstante, el sistema no dispone de detección de presencia ni ajuste automático según los niveles de luz natural, por lo que la iluminación no se adapta de forma dinámica a la ocupación de los espacios ni a la luminosidad ambiente.

Este sistema de control básico puede complementarse en el futuro con tecnologías de sensorización para optimizar el consumo energético.

4.4.4. Envolvente dinámica

Las ventanas instaladas son de apertura fija o manual, sin ningún tipo de motorización o integración con sistemas domóticos. Además, no existen persianas, lamas móviles ni otros elementos de protección solar exterior en ninguno de los módulos del edificio.

Esta ausencia de mecanismos de control solar ha generado problemas de confort térmico, especialmente en las zonas con orientación sur, donde la incidencia solar directa es más intensa. Como solución parcial, se ha optado por la instalación de vinilos adhesivos en los vidrios, con el objetivo de reducir la radiación solar entrante y minimizar el sobrecalentamiento de los espacios interiores.

Asimismo, las ventanas no disponen de sensores de apertura, por lo que no es posible integrar su estado en sistemas de control de climatización o ventilación, ni realizar una gestión automatizada del intercambio de aire o de la seguridad del edificio.

4.5. Rectorado

La superficie construida es de unos 16000 m^2 , distribuidos en dos plantas. En la planta baja se encuentran los administrativos de la Universidad, mientras que en la primera planta se encuentra el equipo del Rector junto con los Vicerrectores. Destaca además, el patio central en torno al que gira el edificio, visible a través de grandes ventanales haciendo agradable la estancia. El control del edificio se lleva a cabo a través de la plataforma de Schneider Electric denominada EcoStruxure Building Operation, capaz de gestionar los sistemas y dispositivos presentes en el edificio.

4.5.1. Climatización

El sistema de climatización está compuesto por dos bombas de calor agua-aire, diseñadas para proporcionar tanto calefacción como refrigeración al edificio de manera eficiente.

Una de las bombas de calor es de cuatro tubos, lo que permite suministrar calor y frío de forma simultánea, ideal para instalaciones con zonas que requieren diferentes condiciones térmicas al mismo tiempo, siendo su potencia de 453kW de calefacción y de 397,7 kW de refrigeración. La otra bomba es de dos tubos, por lo que opera alternativamente en modo de calefacción o refrigeración, según las necesidades generales del sistema, su potencia de refrigeración es de 444,5 kW y la de calefacción 512,9 kW.

Ambas bombas están equipadas con sistemas de caudal variable, lo que permite ajustar el flujo de agua en función de la demanda térmica en cada momento. Esta característica mejora la eficiencia energética y reduce el consumo, adaptando el funcionamiento del sistema a las condiciones reales de uso.

El control de los fancoils se realiza de forma inteligente, teniendo en cuenta tres factores clave:

1. **Temperatura exterior:** el sistema adapta automáticamente su funcionamiento según las condiciones climáticas exteriores, anticipando necesidades térmicas.
2. **Optimización energética:** el sistema busca el punto de operación más eficiente para minimizar el consumo sin comprometer el confort.
3. **Ocupación efectiva:** la climatización se activa únicamente en las zonas que están en uso, evitando el gasto energético en espacios vacíos.

Este enfoque integral permite una climatización flexible, confortable y energéticamente eficiente, adaptándose a distintos escenarios de uso dentro del edificio.

4.5.2. Iluminación

El sistema de iluminación del edificio está diseñado para ofrecer eficiencia energética y simplicidad operativa, mediante el uso de tecnologías modernas de detección y luminarias de bajo consumo.

La instalación cuenta con detectores de presencia, que controlan automáticamente el encendido y apagado de las luminarias en función de la ocupación de los espacios. Este sistema permite reducir el consumo energético, ya que las luces solo se activan cuando se detecta presencia en la zona correspondiente. El sistema no contempla programaciones horarias, por lo que la iluminación está completamente vinculada a la ocupación real, eliminando la necesidad de configuración manual o ajustes según horarios.

Toda la iluminación instalada está compuesta por luces LED, lo que garantiza una alta eficiencia, larga vida útil y bajo mantenimiento, además de una excelente calidad de luz.

4.5.3. Ventilación

El sistema de ventilación está compuesto por un total de seis Unidades de Tratamiento de Aire (UTA), distribuidas estratégicamente para cubrir de manera eficiente las distintas zonas del edificio: 2 UTAs dedicadas a la planta baja, 2 UTAs para la planta alta y 2 UTAs destinadas a las zonas interiores, sin acceso a ventilación natural.

Cada UTA está dimensionada para impulsar un caudal de 8.000 m³/h de aire de ventilación, garantizando una renovación constante del aire interior y un adecuado nivel de confort ambiental en todos los espacios.

El sistema cuenta con varias funcionalidades avanzadas que optimizan su rendimiento:

- **Control de la temperatura de consigna:** cada unidad regula la temperatura del aire impulsado en función de la consigna establecida, permitiendo adaptar las condiciones del aire a las necesidades térmicas del espacio.
- **Recuperador de calor:** integrado en cada UTA, este sistema permite aprovechar la energía del aire de extracción para precalentar o preenfriar el aire exterior, mejorando significativamente la eficiencia energética del sistema.
- **Free cooling:** cuando las condiciones exteriores son favorables, el sistema permite introducir directamente aire del exterior sin necesidad de enfriamiento mecánico, reduciendo el consumo energético y aprovechando la ventilación natural para climatizar el espacio.

En conjunto, estas UTAs proporcionan una solución de ventilación centralizada, eficiente y adaptable, garantizando calidad del aire interior y optimización energética a lo largo de todo el año.

4.5.4. Producción solar fotovoltaica

El edificio cuenta con un sistema de energía solar fotovoltaica, diseñado para generar electricidad de forma sostenible y favorecer el autoconsumo energético. El sistema incluye un sistema de monitorización y visualización que permite conocer en tiempo real la producción energética. Esta funcionalidad facilita el seguimiento del rendimiento del sistema, la detección de posibles incidencias y la concienciación de los usuarios sobre el uso de energía renovable.

El sistema está configurado para la optimización del consumo local, lo que significa que la energía generada es utilizada dentro del propio edificio, reduciendo así la dependencia de la red eléctrica convencional y mejorando la eficiencia del consumo energético, la potencia total es de más de 80 kW.

4.5.5. Envolvente dinámica del edificio

Las ventanas son fijas, por lo que no cuentan con sistemas de apertura motorizada ni de protección solar móvil. No se han incorporado protecciones solares exteriores, ya que el propio diseño arquitectónico incluye un retranqueo de la planta baja, el cual genera zonas de sombra natural que reducen la incidencia directa del sol sobre las fachadas acristaladas en determinadas horas del día. Las ventanas cuentan con sensores de apertura, que permiten detectar si una ventana está abierta o cerrada. Esta información puede ser utilizada por el sistema de gestión del edificio para ajustar otros sistemas, como la climatización, garantizando una operación más eficiente.

4.6. Facultad de Psicología

Se encuentra en una parcela de 9123,13 m^2 . La distribución se estructura en torno a dos partes diferenciadas: la oriental formada por un pabellón que incluye las zonas comunes y la occidental, destinada a las demás actividades. Ambas partes se encuentran unidas por un jardín descubierto.

Ubicados en la planta baja se encuentran cafetería, secretaría, sala de reuniones, sala de grados, salón de actos, biblioteca y el decanato. En la primera planta se sitúan reprografía, aulas de docencia, dos aulas de informática y zonas destinadas a laboratorios. Por otra parte, la segunda planta la forman una sala de juntas, la sala de profesores, laboratorios y despachos.

4.6.1. Climatización

El sistema de climatización es un VRV de marca Mitsubishi con control zonificado y fluido de trabajo R-410A. Dicha instalación se organiza en torno a grandes unidades exteriores que abastecen a los fan-coils de las diferentes estancias. Puede funcionar en modo frío, calor o ambas simultáneamente, además de adaptar su funcionamiento y temperatura de fluido en función de las consignas y de las cargas necesarias. Al ser un sistema 3 tubos tiene una mayor eficiencia energética al reutilizar calor de las zonas que están en modo frío para usarlo en las zonas que necesitan calefacción. Este sistema es de gran utilidad en edificios con necesidades variadas. Por último, hay señales que avisan si detectan algún fallo o anomalía en el funcionamiento.

4.6.2. Iluminación

El control de la iluminación se realiza de forma manual o con horarios programados, además, desde conserjería se puede realizar apagado y encendido general y por sectores. El tipo de luminarias empleado en todo el edificio es LED, lo que contribuye a la buena iluminación al mismo tiempo que al ahorro energético. Las luces no se atenúan dependiendo de la luz natural disponible ni incluyen detectores de presencia, hecho que puede desembocar en un gasto innecesario de energía al iluminar estancias que no están siendo ocupadas.

4.6.3. Agua Caliente Sanitaria

Este ámbito no se encuentra disponible en la totalidad del complejo, sino que únicamente hay un termo eléctrico que suministra a unos laboratorios específicos que requieren agua caliente. El sistema es apropiado para demandas puntuales y de bajo caudal debido a su sencillez y autonomía, además de un bajo mantenimiento y fácil reposición.

4.6.4. Ventilación

En los sectores colindantes al parking subterráneo, se encuentran situadas las Unidades de Tratamiento de Aire, cuya función es la de acondicionar el aire interior. Se trata de un sistema bastante avanzado provisto de recuperador de calor entálpico, free-cooling que supone un gran ahorro energético al no hacer uso de la ventilación mecánica cuando las condiciones del aire exterior son favorables y monitorización de CO_2 en ppm, teniendo información por tanto de la calidad del aire. El recuperador de calor entálpico recupera tanto energía térmica como humedad del aire que se extrae y lo envía al aire renovado, produciendo un mayor confort, permitiendo además reducir el tamaño de los

equipos de ventilación.

4.6.5. Producción solar fotovoltaica

La planta de producción fotovoltaica se encuentra en la azotea. La energía producida se autoconsume de forma optimizada debido a que no se puede verter a la red la energía sobrante. Por esta razón, cuando el consumo es pequeño, los inversores trabajan a una frecuencia menor. El sistema de control proporciona en tiempo real la energía que se está generando, y la potencia de la instalación es de 120 kW.

4.6.6. Recarga de vehículos eléctricos

En el parking subterráneo del complejo hay 16 puntos de recarga destinados a los coches eléctricos, siendo así el centro de la UMA con más facilidades para la movilidad sostenible. Además, se va a proceder a la instalación de cargadores para las motos en un futuro próximo.

5. Resultados

5.1. Escuela de Ingenierías Industriales

A continuación se van a especificar los niveles de funcionalidad existentes para cada servicio:

Servicio	Nivel de funcionalidad	Nivel de funcionalidad máximo
Control de la emisión de calor: (H1a)	3	4
Control de unidades terminales para TABS, sistemas termoactivos (modo calefacción): (H1b)	No aplicable	3
Control de la temperatura del fluido de distribución:	2	2
Control de las bombas en las redes de distribución: (H1d)	No aplicable	4
Acumulación de energía térmica (TES) para calefacción de edificios (excluyendo TABS):	No aplicable	3
Control del generador de calor (todos excepto la bomba de calor): (H2a)	No aplicable	2
Control del generador de calor (para bombas de calor):(H2b)	2	3
Secuenciación de diferentes generadores de calor: (H2d)	No aplicable	4
Información sobre el rendimiento del sistema de calefacción: (H3)	0	4
Flexibilidad e interacción con la red: (H4)	1	4

Tabla 1: Servicios del ámbito de calefacción y nivel de funcionalidad para EII

Servicio	Nivel de funcionalidad	Nivel de funcionalidad máximo
Control de la carga de acumulación de ACS (con calentamiento eléctrico directo o bomba de calor eléctrica integrada): (DHW1a)	No aplicable	3
Control de la carga de acumulación de ACS (utilizando un generador de agua caliente): (DHW1b_CatalogueB)	No aplicable	3
Control de la carga de acumulación de ACS (con captación solar y generación de calor suplementaria): (DHW1d)	1	3
Secuenciación en caso de diferentes generadores de ACS: (DHW2b)	2	4
Información sobre el funcionamiento del Sistema de Agua Caliente Sanitaria: (DHW3)	0	4

Tabla 2: Servicios del ámbito de ACS y nivel de funcionalidad para EII

Servicio	Nivel de funcionalidad	Nivel de funcionalidad máximo
Control de la emisión de refrigeración: (C1a)	3	4
Control de emisión para TABS (modo refrigeración): (C1b)	No aplicable	3
Control de la temperatura del agua fría de la red de distribución (impulsión o retorno): (C1c)	No aplicable	2
Control de las bombas en las redes de distribución: (C1d)	No aplicable	4
Enclavamiento: evitando la calefacción y refrigeración simultáneas en el mismo recinto: (C1f)	0	2
Control del funcionamiento de la acumulación de la energía térmica (TES): (C1g)	No aplicable	3
Control del generador para refrigeración: (C2a)	2	3
Secuenciación de diferentes generadores de frío: (C2b)	No aplicable	4
Información sobre el rendimiento del sistema de refrigeración: (C3)	0	4
Flexibilidad e interacción con la red: (C4)	1	4

Tabla 3: Servicios del ámbito de refrigeración y nivel de funcionalidad para EII

Servicio	Nivel de funcionalidad	Nivel de funcionalidad máximo
Control por ocupación de la iluminación interior: (L1a)	80 %superficie: 3 20 %superficie: 1	3
Control de la potencia de iluminación artificial en función de los niveles de luz natural: (L2)	80 %superficie: 4 20 %superficie: 1	4

Tabla 4: Servicios del ámbito de iluminación y nivel de funcionalidad para EII

Servicio	Nivel de funcionalidad	Nivel de funcionalidad máximo
Control del aire de impulsión a nivel de recinto: (V1a)	1	4
Control del caudal de aire o de la presión a nivel de la unidad de tratamiento de aire: (V1c)	1	4
Control de recuperación de calor: prevención de recalentamiento: (V2c)	No aplicable	2
Control de la temperatura del aire de impulsión a nivel de la unidad de tratamiento de aire: (V2d)	No aplicable	3
Enfriamiento gratuito con sistema de ventilación mecánica: (V3)	1	3
Informar sobre los datos de la calidad del aire interior (IAQ): (V6)	0	3

Tabla 5: Servicios del ámbito de ventilación y nivel de funcionalidad para EII

Servicio	Nivel de funcionalidad	Nivel de funcionalidad máximo
Control de las protecciones solares de las ventana: (DE1)	0	4
Control de la apertura/cierre de las ventanas, combinado con el sistema de HVAC: (DE2)	0	3
Informar sobre el rendimiento de los sistemas de la envolvente dinámica del edificio: (DE4)	0	4

Tabla 6: Servicios del ámbito de envolvente dinámica y nivel de funcionalidad para EII

Servicio	Nivel de funcionalidad	Nivel de funcionalidad máximo
Capacidad de carga del vehículo eléctrico: (EV15)	2	4
Equilibrio de la red de carga del vehículo eléctrico: (EV16)	0	2
Información y conectividad sobre la recarga de los vehículos eléctricos: (EV17)	1	2

Tabla 7: Servicios del ámbito de vehículo eléctrico y nivel de funcionalidad para EII

Servicio	Nivel de funcionalidad	Nivel de funcionalidad máximo
Información sobre la generación local de electricidad: (E2)	4	4
Almacenamiento de electricidad (generada localmente): (E3)	0	4
Optimización del autoconsumo de electricidad generada localmente: (E4)	0	3
Control de las centrales de cogeneración (CHP): (E5)	No aplicable	2
Soporte a los modos de funcionamiento de la (micro)red: (E8)	No aplicable	3
Dar parte de información sobre el almacenamiento de energía: (E11)	No aplicable	4
Dar parte de información sobre el consumo de electricidad: (E12)	0	4

Tabla 8: Servicios del ámbito de electricidad y nivel de funcionalidad para EII

Servicio	Nivel de funcionalidad	Nivel de funcionalidad máximo
Gestión de los tiempos de operación de los sistemas HVAC: (MC3)	1	3
Detección de los fallos de los sistemas técnicos del edificio y ayuda para el diagnóstico de dichos fallos: (MC4)	1	3
Detección de la ocupación: servicios conectados: (MC9)	1	2
Información centralizada sobre el rendimiento y el consumo energético de los TBS: (MC13)	0	3
Integración de una red inteligente: (MC25)	0	2
Reportar información sobre el rendimiento y la operación de la gestión de la demanda (DSM): (MC28)	0	2
Anulación del control de la gestión de la demanda (DSM): (MC29)	0	4
Plataforma única que permite el control automatizado y la coordinación entre el TBS + optimización del flujo de energía en función de la ocupación, del clima y las señales de red: (MC30)	1	3

Tabla 9: Servicios del ámbito de monitorización y control y nivel de funcionalidad para EII

La puntuación global obtenida del edificio es en torno al 30 %, que se encuentra por encima del SRI medio de los edificios educativos en España. Como se indica en la figura 25, la funcionalidad clave de flexibilidad energética y almacenamiento se encuentra mucho menos optimizada que las demás, debido sobre todo a las dificultades técnicas que conlleva tanto almacenar la electricidad como estar en contacto con la red, con el objetivo de que se consuma energía cuando la electricidad sea más barata o haya menos demanda.

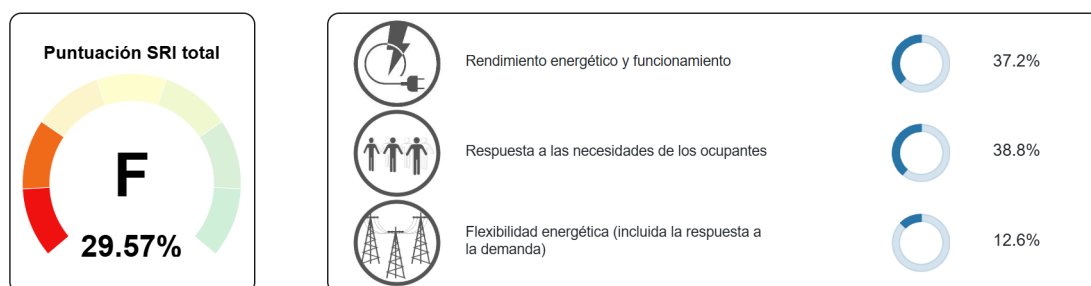


Figura 25: Resultado obtenido en EII. Fuente: Propia

Los resultados desagregados en función de los 7 criterios de impacto y los 9 ámbitos técnicos se representan en la siguiente tabla. En cuanto a los criterios de impacto, son bastantes susceptibles a mejoras la flexibilidad energética, el mantenimiento y la información a los ocupantes. Por otra parte, en los ámbitos técnicos hay mucha disparidad, la iluminación está prácticamente optimizada al máximo mientras que el vehículo eléctrico resta incluso puntuación. La envolvente dinámica, el ACS y la ventilación también se encuentran bastante por debajo de la puntuación media y por tanto serán el principal objetivo de las mejoras que se propondrán posteriormente.










	Eficiencia energética	Flexibilidad energética	Comodidad	Facilidad de uso	Salud	Mantenimiento	Información a los ocupantes	SRI
Puntuaciones de los impactos	51%	13%	63%	37%	39%	24%	17%	29.57%
 Calefacción	70%	17%	75%	62%	67%	25%	0%	38%
 ACS	43%	20%	-	33%	-	0%	0%	20%
 Refrigeración	45%	17%	71%	57%	67%	25%	0%	34%
 Ventilación	33%	-	67%	60%	29%	0%	0%	28%
 Iluminación	87%	-	88%	88%	80%	-	-	86%
 Envolvente dinámica	0%	-	0%	0%	0%	0%	0%	0%
 Electricidad	25%	0%	-	17%	-	50%	50%	22%
 Vehículo eléctrico	-	-50%	-	50%	-	-	67%	-14%
 Monitorización y Control	25%	10%	67%	24%	25%	27%	11%	23%

Figura 26: Resultados desagregados obtenidos en EII. Fuente: Propia

5.2. Facultad de Comercio y Gestión

Servicio	Nivel de funcionalidad	Nivel de funcionalidad máximo
Control de la emisión de calor: (H1a)	80 % superficie:1 20 %superficie: 2	4
Control de unidades terminales para TABS, sistemas termoactivos (modo calefacción): (H1b)	No aplicable	3
Control de la temperatura del fluido de distribución:	2	2
Control de las bombas en las redes de distribución: (H1d)	2	4
Acumulación de energía térmica (TES) para calefacción de edificios (excluyendo TABS):	No aplicable	3
Control del generador de calor (todos excepto la bomba de calor): (H2a)	2	2
Control del generador de calor (para bombas de calor):(H2b)	No aplicable	3
Secuenciación de diferentes generadores de calor: (H2d)	No aplicable	4
Información sobre el rendimiento del sistema de calefacción: (H3)	0	4
Flexibilidad e interacción con la red: (H4)	1	4

Tabla 10: Servicios del ámbito de calefacción y nivel de funcionalidad para Facultad de Comercio y Gestión

Servicio	Nivel de funcionalidad	Nivel de funcionalidad máximo
Control de las protecciones solares de las ventana: (DE1)	0	4
Control de la apertura/cierre de las ventanas, combinado con el sistema de HVAC: (DE2)	0	3
Informar sobre el rendimiento de los sistemas de la envolvente dinámica del edificio: (DE4)	0	4

Tabla 11: Servicios del ámbito de envolvente dinámica y nivel de funcionalidad para Facultad de Comercio y Gestión

Servicio	Nivel de funcionalidad	Nivel de funcionalidad máximo
Control del aire de impulsión a nivel de recinto: (V1a)	1	4
Control del caudal de aire o de la presión a nivel de la unidad de tratamiento de aire: (V1c)	0	4
Control de recuperación de calor: prevención de recalentamiento: (V2c)	0	2
Control de la temperatura del aire de impulsión a nivel de la unidad de tratamiento de aire: (V2d)	0	3
Enfriamiento gratuito con sistema de ventilación mecánica: (V3)	2	3
Informar sobre los datos de la calidad del aire interior (IAQ): (V6)	0	3

Tabla 12: Servicios del ámbito de ventilación y nivel de funcionalidad para Facultad de Comercio y Gestión

Servicio	Nivel de funcionalidad	Nivel de funcionalidad máximo
Información sobre la generación local de electricidad: (E2)	No aplicable	4
Almacenamiento de electricidad (generada localmente): (E3)	No aplicable	4
Optimización del autoconsumo de electricidad generada localmente: (E4)	No aplicable	3
Control de las centrales de cogeneración (CHP): (E5)	No aplicable	2
Soporte a los modos de funcionamiento de la (micro)red: (E8)	No aplicable	3
Dar parte de información sobre el almacenamiento de energía: (E11)	No aplicable	4
Dar parte de información sobre el consumo de electricidad: (E12)	0	4

Tabla 13: Servicios del ámbito de electricidad y nivel de funcionalidad para Facultad de Comercio y Gestión

Servicio	Nivel de funcionalidad	Nivel de funcionalidad máximo
Control de la emisión de refrigeración: (C1a)	80 %superficie:1 20 %superficie:2	4
Control de emisión para TABS (modo refrigeración): (C1b)	No aplicable	3
Control de la temperatura del agua fría de la red de distribución (impulsión o retorno): (C1c)	2	2
Control de las bombas en las redes de distribución: (C1d)	2	4
Enclavamiento: evitando la calefacción y refrigeración simultáneas en el mismo recinto: (C1f)	0	2
Control del funcionamiento de la acumulación de la energía térmica (TES): (C1g)	No aplicable	3
Control del generador para refrigeración: (C2a)	2	3
Secuenciación de diferentes generadores de frío: (C2b)	No aplicable	4
Información sobre el rendimiento del sistema de refrigeración: (C3)	1	4
Flexibilidad e interacción con la red: (C4)	1	4

Tabla 14: Servicios del ámbito de refrigeración y nivel de funcionalidad para Comercio y Gestión

Servicio	Nivel de funcionalidad	Nivel de funcionalidad máximo
Control por ocupación de la iluminación interior: (L1a)	1	3
Control de la potencia de iluminación artificial en función de los niveles de luz natural: (L2)	2	4

Tabla 15: Servicios del ámbito de iluminación y nivel de funcionalidad para Facultad de Comercio y Gestión

Servicio	Nivel de funcionalidad	Nivel de funcionalidad máximo
Gestión de los tiempos de operación de los sistemas HVAC: (MC3)	1	3
Detección de los fallos de los sistemas técnicos del edificio y ayuda para el diagnóstico de dichos fallos: (MC4)	1	3
Detección de la ocupación: servicios conectados: (MC9)	0	2
Información centralizada sobre el rendimiento y el consumo energético de los TBS: (MC13)	0	3
Integración de una red inteligente: (MC25)	0	2
Reportar información sobre el rendimiento y la operación de la gestión de la demanda (DSM): (MC28)	0	2
Anulación del control de la gestión de la demanda (DSM): (MC29)	0	4
Plataforma única que permite el control automatizado y la coordinación entre el TBS + optimización del flujo de energía en función de la ocupación, del clima y las señales de red: (MC30)	1	3

Tabla 16: Servicios del ámbito de monitorización y control y nivel de funcionalidad para Facultad de Comercio y Gestión

El valor del coeficiente SRI tras realizar la evaluación ha sido de 21.23 %, superando escasamente el 20 %, hecho que lo coloca en el estado de automatización y eficiencia más bajo evaluado hasta ahora. En lo respectivo a la figura 27, se extrae que la flexibilidad energética y la respuesta a la demanda no alcanza ni el 10 %, una puntuación realmente escasa considerando la fecha de construcción de dicho edificio. A partir de las puntuaciones desagregadas se puede concluir que los ámbitos de electricidad y envolvente dinámica no están nada optimizados, de la misma forma que monitorización y control y ventilación no alcanzan tampoco el 20 %. Dicha puntuación debe mejorar, y para el caso de la electricidad un paso clave sería con la instalación de placas fotovoltaicas dedicadas al autoconsumo. En cuanto a los criterios de impacto, los mejores puntuados son eficiencia energética y comodidad, mientras que los peores han sido flexibilidad energética, información a los ocupantes y mantenimiento.

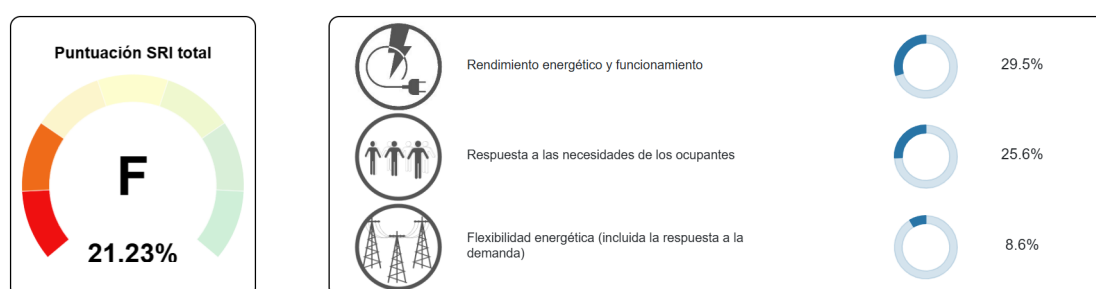


Figura 27: Resultado obtenido en Facultad de Comercio y Gestión. Fuente: Propia








	Eficiencia energética	Flexibilidad energética	Comodidad	Facilidad de uso	Salud	Mantenimiento	Información a los ocupantes	SRI
Puntuación de los impactos	47%	9%	44%	25%	25%	12%	9%	21.23%
 Calefacción	68%	0%	65%	40%	40%	0%	0%	23%
 Refrigeración	60%	17%	62%	40%	40%	25%	33%	34%
 Ventilación	21%	-	40%	38%	22%	0%	0%	18%
 Iluminación	50%	-	40%	40%	33%	-	-	43%
 Envoltura dinámica	0%	-	0%	0%	0%	0%	0%	0%
 Electricidad	0%	-	-	0%	-	0%	0%	0%
 Monitorización y Control	12%	10%	33%	18%	25%	18%	11%	16%

Figura 28: Resultados desagregados obtenidos en Facultad de Comercio y Gestión. Fuente: Propia

5.3. Ciencias de la Salud

Servicio	Nivel de funcionalidad	Nivel de funcionalidad máximo
Control de la emisión de calor: (H1a)	3	4
Control de unidades terminales para TABS, sistemas termoactivos (modo calefacción): (H1b)	No aplicable	3
Control de la temperatura del fluido de distribución:	No aplicable	2
Control de las bombas en las redes de distribución: (H1d)	No aplicable	4
Acumulación de energía térmica (TES) para calefacción de edificios (excluyendo TABS):	No aplicable	3
Control del generador de calor (todos excepto la bomba de calor): (H2a)	No aplicable	2
Control del generador de calor (para bombas de calor):(H2b)	2	3
Secuenciación de diferentes generadores de calor: (H2d)	No aplicable	4
Información sobre el rendimiento del sistema de calefacción: (H3)	0	4
Flexibilidad e interacción con la red: (H4)	1	4

Tabla 17: Servicios del ámbito de calefacción y nivel de funcionalidad para Facultad de Ciencias de la Salud

Servicio	Nivel de funcionalidad	Nivel de funcionalidad máximo
Control por ocupación de la iluminación interior: (L1a)	1	3
Control de la potencia de iluminación artificial en función de los niveles de luz natural: (L2)	1	4

Tabla 18: Servicios del ámbito de iluminación y nivel de funcionalidad para Facultad de Ciencias de la Salud

Servicio	Nivel de funcionalidad	Nivel de funcionalidad máximo
Control de la emisión de refrigeración: (C1a)	3	4
Control de emisión para TABS (modo refrigeración): (C1b)	No aplicable	3
Control de la temperatura del agua fría de la red de distribución (impulsión o retorno): (C1c)	No aplicable	2
Control de las bombas en las redes de distribución: (C1d)	No aplicable	4
Enclavamiento: evitando la calefacción y refrigeración simultáneas en el mismo recinto: (C1f)	0	2
Control del funcionamiento de la acumulación de la energía térmica (TES): (C1g)	No aplicable	3
Control del generador para refrigeración: (C2a)	2	3
Secuenciación de diferentes generadores de frío: (C2b)	No aplicable	4
Información sobre el rendimiento del sistema de refrigeración: (C3)	0	4
Flexibilidad e interacción con la red: (C4)	1	4

Tabla 19: Servicios del ámbito de refrigeración y nivel de funcionalidad para Facultad de Ciencias de la Salud

Servicio	Nivel de funcionalidad	Nivel de funcionalidad máximo
Control de las protecciones solares de las ventanas: (DE1)	0	4
Control de la apertura/cierre de las ventanas, combinado con el sistema de HVAC: (DE2)	0	3
Informar sobre el rendimiento de los sistemas de la envolvente dinámica del edificio: (DE4)	0	4

Tabla 20: Servicios del ámbito de envolvente dinámica y nivel de funcionalidad para Facultad de Ciencias de la Salud

Servicio	Nivel de funcionalidad	Nivel de funcionalidad máximo
Control del aire de impulsión a nivel de recinto: (V1a)	1	4
Control del caudal de aire o de la presión a nivel de la unidad de tratamiento de aire: (V1c)	1	4
Control de recuperación de calor: prevención de recalentamiento: (V2c)	1	2
Control de la temperatura del aire de impulsión a nivel de la unidad de tratamiento de aire: (V2d)	0	3
Enfriamiento gratuito con sistema de ventilación mecánica: (V3)	No aplicable	3
Informar sobre los datos de la calidad del aire interior (IAQ): (V6)	0	3

Tabla 21: Servicios del ámbito de ventilación y nivel de funcionalidad para Facultad de Ciencias de la Salud

Servicio	Nivel de funcionalidad	Nivel de funcionalidad máximo
Información sobre la generación local de electricidad: (E2)	No aplicable	4
Almacenamiento de electricidad (generada localmente): (E3)	No aplicable	4
Optimización del autoconsumo de electricidad generada localmente: (E4)	No aplicable	3
Control de las centrales de cogeneración (CHP): (E5)	No aplicable	2
Soporte a los modos de funcionamiento de la (micro)red: (E8)	No aplicable	3
Dar parte de información sobre el almacenamiento de energía: (E11)	No aplicable	4
Dar parte de información sobre el consumo de electricidad: (E12)	1	4

Tabla 22: Servicios del ámbito de electricidad y nivel de funcionalidad para Facultad de Ciencias de la Salud

Servicio	Nivel de funcionalidad	Nivel de funcionalidad máximo
Gestión de los tiempos de operación de los sistemas HVAC: (MC3)	1	3
Detección de los fallos de los sistemas técnicos del edificio y ayuda para el diagnóstico de dichos fallos: (MC4)	1	3
Detección de la ocupación: servicios conectados: (MC9)	0	2
Información centralizada sobre el rendimiento y el consumo energético de los TBS: (MC13)	0	3
Integración de una red inteligente: (MC25)	0	2
Reportar información sobre el rendimiento y la operación de la gestión de la demanda (DSM): (MC28)	0	2
Anulación del control de la gestión de la demanda (DSM): (MC29)	0	4
Plataforma única que permite el control automatizado y la coordinación entre el TBS + optimización del flujo de energía en función de la ocupación, del clima y las señales de red: (MC30)	1	3

Tabla 23: Servicios del ámbito de monitorización y control y nivel de funcionalidad para Facultades de Ciencias de la Salud

La puntuación del edificio de Ciencias de la Salud es de 23.44 %, que se encuentra un poco por debajo de la media de los edificios estudiados. Como ocurre en la totalidad de los recintos, la funcionalidad clave de flexibilidad energética es la menos optimizada debido a las dificultades técnicas y el desembolso económico que requiere.

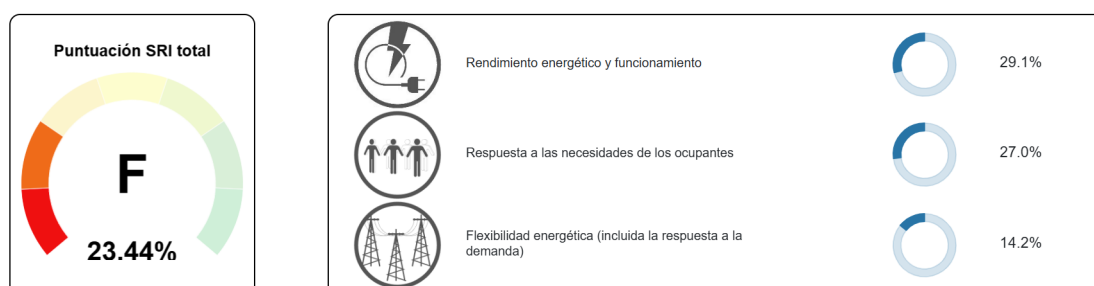


Figura 29: Resultado obtenido en Ciencias de la Salud. Fuente: Propia








	Eficiencia energética	Flexibilidad energética	Comodidad	Facilidad de uso	Salud	Mantenimiento	Información a los ocupantes	SRI
Puntuaciones de los impactos	38%	14%	44%	27%	28%	20%	9%	23.44%
 Calefacción	62%	17%	71%	57%	67%	25%	0%	36%
 Refrigeración	45%	17%	71%	57%	67%	25%	0%	34%
 Ventilación	27%	-	29%	33%	25%	0%	0%	18%
 Iluminación	33%	-	40%	40%	0%	-	-	29%
 Envoltente dinámica	0%	-	0%	0%	0%	0%	0%	0%
 Electricidad	0%	-	-	0%	-	0%	33%	6%
 Monitorización y Control	12%	10%	33%	18%	25%	18%	11%	16%

Figura 30: Resultados desagregados obtenidos en Ciencias de la Salud. Fuente: Propia

Al igual que en la Facultad de Comercio, el ámbito de electricidad se encuentra muy perjudicado por la ausencia de energías renovables que generen electricidad para el complejo. De la misma manera, no hay ningún ámbito que supere el 40 %, hecho que significa que todos ellos tienen un amplio rango de mejora. En lo referente a los criterios de impacto, la información de los ocupantes no llega al 10 %, hecho muy desfavorable considerando que se trata de un edificio con una alta ocupación.

5.4. Rectorado

Servicio	Nivel de funcionalidad	Nivel de funcionalidad máximo
Control de la emisión de calor: (H1a)	4	4
Control de unidades terminales para TABS, sistemas termoactivos (modo calefacción): (H1b)	No aplicable	3
Control de la temperatura del fluido de distribución:	1	2
Control de las bombas en las redes de distribución: (H1d)	3	4
Acumulación de energía térmica (TES) para calefacción de edificios (excluyendo TABS):	No aplicable	3
Control del generador de calor (todos excepto la bomba de calor): (H2a)	No aplicable	2
Control del generador de calor (para bombas de calor):(H2b)	2	3
Secuenciación de diferentes generadores de calor: (H2d)	No aplicable	4
Información sobre el rendimiento del sistema de calefacción: (H3)	1	4
Flexibilidad e interacción con la red: (H4)	2	4

Tabla 24: Servicios del ámbito de calefacción y nivel de funcionalidad para Rectorado

Servicio	Nivel de funcionalidad	Nivel de funcionalidad máximo
Control por ocupación de la iluminación interior: (L1a)	2	3
Control de la potencia de iluminación artificial en función de los niveles de luz natural: (L2)	3	4

Tabla 25: Servicios del ámbito de iluminación y nivel de funcionalidad para Rectorado

Servicio	Nivel de funcionalidad	Nivel de funcionalidad máximo
Control de la emisión de refrigeración: (C1a)	3	4
Control de emisión para TABS (modo refrigeración): (C1b)	No aplicable	3
Control de la temperatura del agua fría de la red de distribución (impulsión o retorno): (C1c)	1	2
Control de las bombas en las redes de distribución: (C1d)	3	4
Enclavamiento: evitando la calefacción y refrigeración simultáneas en el mismo recinto: (C1f)	50 %superficie:2 50 %superficie:0	2
Control del funcionamiento de la acumulación de la energía térmica (TES): (C1g)	No aplicable	3
Control del generador para refrigeración: (C2a)	2	3
Secuenciación de diferentes generadores de frío: (C2b)	No aplicable	4
Información sobre el rendimiento del sistema de refrigeración: (C3)	0	4
Flexibilidad e interacción con la red: (C4)	2	4

Tabla 26: Servicios del ámbito de refrigeración y nivel de funcionalidad para Rectorado

Servicio	Nivel de funcionalidad	Nivel de funcionalidad máximo
Control de las protecciones solares de las ventanas: (DE1)	0	4
Control de la apertura/cierre de las ventanas, combinado con el sistema de HVAC: (DE2)	1	3
Informar sobre el rendimiento de los sistemas de la envolvente dinámica del edificio: (DE4)	0	4

Tabla 27: Servicios del ámbito de envolvente dinámica y nivel de funcionalidad para Rectorado

Servicio	Nivel de funcionalidad	Nivel de funcionalidad máximo
Control del aire de impulsión a nivel de recinto: (V1a)	1	4
Control del caudal de aire o de la presión a nivel de la unidad de tratamiento de aire: (V1c)	3	4
Control de recuperación de calor: prevención de recalentamiento: (V2c)	1	2
Control de la temperatura del aire de impulsión a nivel de la unidad de tratamiento de aire: (V2d)	2	3
Enfriamiento gratuito con sistema de ventilación mecánica: (V3)	2	3
Informar sobre los datos de la calidad del aire interior (IAQ): (V6)	0	3

Tabla 28: Servicios del ámbito de ventilación y nivel de funcionalidad para Rectorado

Servicio	Nivel de funcionalidad	Nivel de funcionalidad máximo
Información sobre la generación local de electricidad: (E2)	1	4
Almacenamiento de electricidad (generada localmente): (E3)	0	4
Optimización del autoconsumo de electricidad generada localmente: (E4)	0	3
Control de las centrales de cogeneración (CHP): (E5)	No aplicable	2
Soporte a los modos de funcionamiento de la (micro)red: (E8)	No aplicable	3
Dar parte de información sobre el almacenamiento de energía: (E11)	No aplicable	4
Dar parte de información sobre el consumo de electricidad: (E12)	1	4

Tabla 29: Servicios del ámbito de electricidad y nivel de funcionalidad para Rectorado

Servicio	Nivel de funcionalidad	Nivel de funcionalidad máximo
Capacidad de carga del vehículo eléctrico: (EV15)	2	4
Equilibrio de la red de carga del vehículo eléctrico: (EV16)	0	2
Información y conectividad sobre la recarga de los vehículos eléctricos: (EV17)	1	2

Tabla 30: Servicios del ámbito de vehículo eléctrico y nivel de funcionalidad para Rectorado

Servicio	Nivel de funcionalidad	Nivel de funcionalidad máximo
Gestión de los tiempos de operación de los sistemas HVAC: (MC3)	2	3
Detección de los fallos de los sistemas técnicos del edificio y ayuda para el diagnóstico de dichos fallos: (MC4)	2	3
Detección de la ocupación: servicios conectados: (MC9)	2	2
Información centralizada sobre el rendimiento y el consumo energético de los TBS: (MC13)	0	3
Integración de una red inteligente: (MC25)	0	2
Reportar información sobre el rendimiento y la operación de la gestión de la demanda (DSM): (MC28)	0	2
Anulación del control de la gestión de la demanda (DSM): (MC29)	0	4
Plataforma única que permite el control automatizado y la coordinación entre el TBS + optimización del flujo de energía en función de la ocupación, del clima y las señales de red: (MC30)	1	3

Tabla 31: Servicios del ámbito de monitorización y control y nivel de funcionalidad para Rectorado

La puntuación SRI total del edificio del Rectorado es de 41.97%, la más alta de las evaluadas, que se justifica debido a que es el complejo más nuevo. En cuanto a las funcionalidades clave, el rendimiento energético casi alcanza el 60%, mientras que se

percibe una mejora notable en la flexibilidad energética que supera el 20 %.

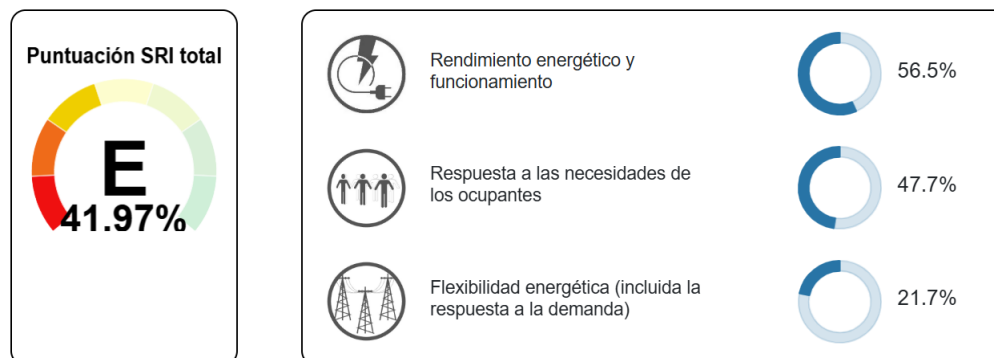


Figura 31: Resultado obtenido en Rectorado. Fuente: Propia

Las puntuaciones desagregadas de los ámbitos dejan constancia de la disparidad existente en ellos. Por una parte, la iluminación, la calefacción y la refrigeración obtienen puntuaciones bastante buenas, mientras que vehículo eléctricos, electricidad y envolvente dinámica no superan el 15 %. Estos últimos ámbitos son los más susceptibles a ser mejorados en un futuro próximo para conseguir mejorar en la automatización y eficiencia del complejo.









	Eficiencia energética	Flexibilidad energética	Comodidad	Facilidad de uso	Salud	Mantenimiento	Información a los ocupantes	SRI
Puntuaciones de los impactos	72%	22%	75%	46%	47%	41%	23%	41.97%
 Calefacción	92%	33%	88%	75%	67%	50%	33%	57%
 Refrigeración	70%	33%	88%	75%	67%	25%	0%	46%
 Ventilación	64%	-	70%	62%	33%	0%	0%	37%
 Iluminación	83%	-	80%	80%	67%	-	-	79%
 Envolvente dinámica	40%	-	20%	17%	0%	0%	0%	15%
 Electricidad	25%	0%	-	0%	-	25%	33%	13%
 Vehículo eléctrico	-	-50%	-	50%	-	-	67%	-14%
 Monitorización y Control	38%	10%	100%	35%	75%	45%	22%	37%

Figura 32: Resultados desagregados obtenidos en Rectorado. Fuente: Propia

5.5. Facultad de Psicología

Servicio	Nivel de funcionalidad	Nivel de funcionalidad máximo
Control de la emisión de calor: (H1a)	3	4
Control de unidades terminales para TABS, sistemas termoactivos (modo calefacción): (H1b)	No aplicable	3
Control de la temperatura del fluido de distribución:	No aplicable	2
Control de las bombas en las redes de distribución: (H1d)	No aplicable	4
Acumulación de energía térmica (TES) para calefacción de edificios (excluyendo TABS):	No aplicable	3
Control del generador de calor (todos excepto la bomba de calor): (H2a)	No aplicable	2
Control del generador de calor (para bombas de calor):(H2b)	2	3
Secuenciación de diferentes generadores de calor: (H2d)	No aplicable	4
Información sobre el rendimiento del sistema de calefacción: (H3)	0	4
Flexibilidad e interacción con la red: (H4)	1	4

Tabla 32: Servicios del ámbito de calefacción y nivel de funcionalidad para Facultad de Psicología

Servicio	Nivel de funcionalidad	Nivel de funcionalidad máximo
Control por ocupación de la iluminación interior: (L1a)	1	3
Control de la potencia de iluminación artificial en función de los niveles de luz natural: (L2)	1	4

Tabla 33: Servicios del ámbito de iluminación y nivel de funcionalidad para Facultad de Psicología

Servicio	Nivel de funcionalidad	Nivel de funcionalidad máximo
Control de la carga de acumulación de ACS (con calentamiento eléctrico directo o bomba de calor eléctrica integrada): (DHW1a)	0	3
Control de la carga de acumulación de ACS (utilizando un generador de agua caliente): (DHW1b_CatalogueB)	No aplicable	3
Control de la carga de acumulación de ACS (con captación solar y generación de calor suplementaria): (DHW1d)	No aplicable	3
Secuenciación en caso de diferentes generadores de ACS: (DHW2b)	No aplicable	4
Información sobre el funcionamiento del Sistema de Agua Caliente Sanitaria: (DHW3)	0	4

Tabla 34: Servicios del ámbito de ACS y nivel de funcionalidad para Facultad de Psicología

Servicio	Nivel de funcionalidad	Nivel de funcionalidad máximo
Control del aire de impulsión a nivel de recinto: (V1a)	1	4
Control del caudal de aire o de la presión a nivel de la unidad de tratamiento de aire: (V1c)	3	4
Control de recuperación de calor: prevención de recalentamiento: (V2c)	1	2
Control de la temperatura del aire de impulsión a nivel de la unidad de tratamiento de aire: (V2d)	2	3
Enfriamiento gratuito con sistema de ventilación mecánica: (V3)	3	3
Informar sobre los datos de la calidad del aire interior (IAQ): (V6)	1	3

Tabla 35: Servicios del ámbito de ventilación y nivel de funcionalidad para Facultad de Psicología

Servicio	Nivel de funcionalidad	Nivel de funcionalidad máximo
Control de la emisión de refrigeración: (C1a)	3	4
Control de emisión para TABS (modo refrigeración): (C1b)	No aplicable	3
Control de la temperatura del agua fría de la red de distribución (impulsión o retorno): (C1c)	No aplicable	2
Control de las bombas en las redes de distribución: (C1d)	No aplicable	4
Enclavamiento: evitando la calefacción y refrigeración simultáneas en el mismo recinto: (C1f)	0	2
Control del funcionamiento de la acumulación de la energía térmica (TES): (C1g)	No aplicable	3
Control del generador para refrigeración: (C2a)	2	3
Secuenciación de diferentes generadores de frío: (C2b)	No aplicable	4
Información sobre el rendimiento del sistema de refrigeración: (C3)	0	4
Flexibilidad e interacción con la red: (C4)	1	4

Tabla 36: Servicios del ámbito de refrigeración y nivel de funcionalidad para Facultad de Psicología

Servicio	Nivel de funcionalidad	Nivel de funcionalidad máximo
Control de las protecciones solares de las ventana: (DE1)	0	4
Control de la apertura/cierre de las ventanas, combinado con el sistema de HVAC: (DE2)	0	3
Informar sobre el rendimiento de los sistemas de la envolvente dinámica del edificio: (DE4)	0	4

Tabla 37: Servicios del ámbito de envolvente dinámica y nivel de funcionalidad para Facultad de Psicología

Servicio	Nivel de funcionalidad	Nivel de funcionalidad máximo
Información sobre la generación local de electricidad: (E2)	1	4
Almacenamiento de electricidad (generada localmente): (E3)	0	4
Optimización del autoconsumo de electricidad generada localmente: (E4)	0	3
Control de las centrales de cogeneración (CHP): (E5)	No aplicable	2
Soporte a los modos de funcionamiento de la (micro)red: (E8)	No aplicable	3
Dar parte de información sobre el almacenamiento de energía: (E11)	No aplicable	4
Dar parte de información sobre el consumo de electricidad: (E12)	1	4

Tabla 38: Servicios del ámbito de electricidad y nivel de funcionalidad para Facultad de Psicología

Servicio	Nivel de funcionalidad	Nivel de funcionalidad máximo
Capacidad de carga del vehículo eléctrico: (EV15)	2	4
Equilibrio de la red de carga del vehículo eléctrico: (EV16)	0	2
Información y conectividad sobre la recarga de los vehículos eléctricos: (EV17)	1	2

Tabla 39: Servicios del ámbito de vehículo eléctrico y nivel de funcionalidad para Facultad de Psicología

Servicio	Nivel de funcionalidad	Nivel de funcionalidad máximo
Gestión de los tiempos de operación de los sistemas HVAC: (MC3)	1	3
Detección de los fallos de los sistemas técnicos del edificio y ayuda para el diagnóstico de dichos fallos: (MC4)	1	3
Detección de la ocupación: servicios conectados: (MC9)	0	2
Información centralizada sobre el rendimiento y el consumo energético de los TBS: (MC13)	0	3
Integración de una red inteligente: (MC25)	0	2
Reportar información sobre el rendimiento y la operación de la gestión de la demanda (DSM): (MC28)	0	2
Anulación del control de la gestión de la demanda (DSM): (MC29)	0	4
Plataforma única que permite el control automatizado y la coordinación entre el TBS + optimización del flujo de energía en función de la ocupación, del clima y las señales de red: (MC30)	1	3

Tabla 40: Servicios del ámbito de monitorización y control y nivel de funcionalidad para Facultad de Psicología

La facultad de Psicología, por su parte, ha alcanzado un valor de 25.88 % en el SRI, situándose en torno a la media de los demás edificios de la UMA.

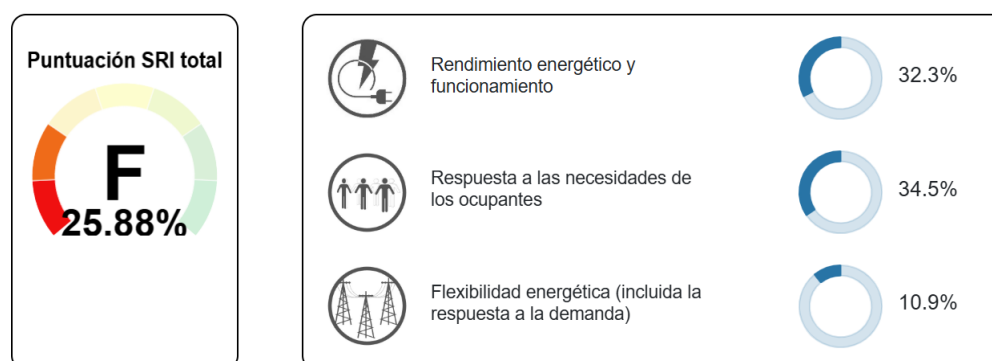


Figura 33: Resultado obtenido en Psicología. Fuente: Propia

El ámbito técnico con una mejor puntuación ha sido el de ventilación, con un 58 %, siendo el edificio con una mejor eficiencia debido a los recuperadores de calor entálpicos y free-cooling que están incorporados en el sistema. Mientras que el ACS, la envolvente dinámica, la electricidad, vehículo eléctrico y monitorización y control están muy poco optimizados.





	Eficiencia energética	Flexibilidad energética	Comodidad	Facilidad de uso	Salud	Mantenimiento	Información a los ocupantes	SRI
Puntuaciones de los impactos	43%	11%	54%	29%	38%	21%	17%	25.88%
 Calefacción	62%	17%	71%	57%	67%	25%	0%	36%
 ACS	0%	0%	-	0%	-	0%	0%	0%
 Refrigeración	45%	17%	71%	57%	67%	25%	0%	34%
 Ventilación	71%	-	70%	62%	56%	50%	33%	58%
 Iluminación	33%	-	40%	40%	0%	-	-	29%
 Envolvente dinámica	0%	-	0%	0%	0%	0%	0%	0%
 Electricidad	25%	0%	-	0%	-	25%	33%	13%
 Vehículo eléctrico	-	-50%	-	50%	-	-	67%	-14%
 Monitorización y Control	12%	10%	33%	18%	25%	18%	11%	16%

Figura 34: Resultados desagregados obtenidos en Psicología. Fuente: Propia

5.6. Comparaciones entre los edificios

Una vez se ha completado la evaluación de los edificios, se procede a realizar una comparativa de los resultados obtenidos. Por una parte, se va a comparar la puntuación global de los recintos y posteriormente, se van a contrastar los ámbitos técnicos y los criterios de impacto por separado. En el siguiente gráfico se representa la puntuación global que se ha obtenido, mostrando que el edificio del Rectorado es el de mayor puntuación, seguido de la Escuela de Ingenierías Industriales, quedando en último lugar la Facultad de Comercio y Gestión.

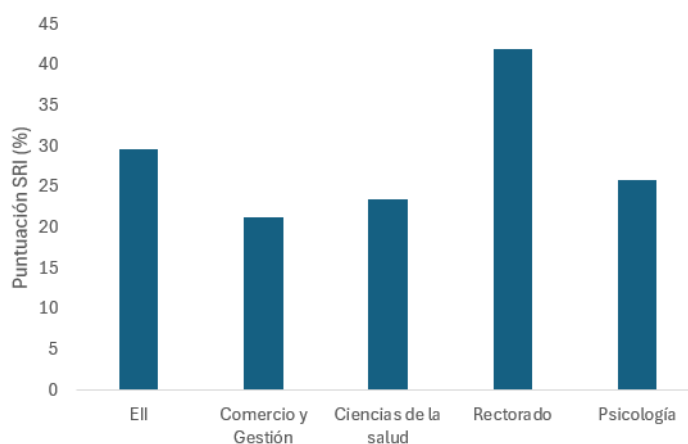


Figura 35: Comparativa de puntuación de SRI global. Fuente: Propia

A continuación, se realizará una confrontación de la inteligencia y eficiencia de cada ámbito dependiendo del edificio en el que se encuentre.

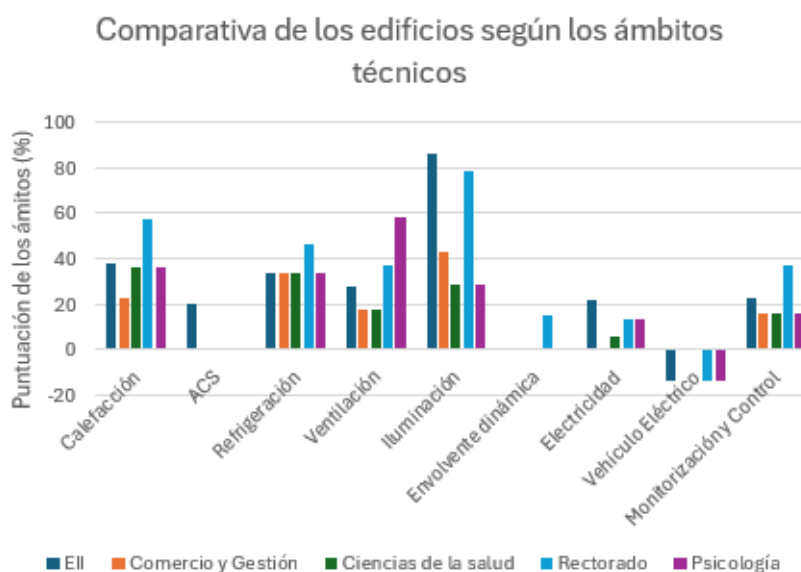


Figura 36: Comparativa de puntuación de los ámbitos técnicos. Fuente: Propia

En lo relativo al ámbito de calefacción, el sistema más optimizado es el del Rectorado, con un sistema de producción de dos bombas de calor, una de dos tubos y otra de cuatro tubos. Además del caudal variable, funciona teniendo en cuenta la ocupación efectiva y la temperatura exterior. En cuanto al ACS, se encuentra disponible únicamente en la EII y en la Facultad de Psicología, y sólo obtiene puntuación positiva en la primera debido a que la generación se realiza a partir de placas solares térmicas. La refrigeración vuelve a estar más mejorada en el Rectorado debido a los mismos motivos que la calefacción, mientras que la ventilación obtiene una mejor puntuación

en Psicología. Este hecho se debe a que el sistema de ventilación de dicho edificio está provisto de un sistema de recuperador de calor entálpico, que controla la humedad, además de free-cooling. La iluminación, por su parte, en la EII obtiene una puntuación casi perfecta como consecuencia del sistema avanzado de detección de presencia y atenuación de las luminarias dependiendo de la luz natural existente. La envolvente dinámica únicamente alcanza un valor positivo en el Rectorado debido al sensor de apertura que incorporan, mientras que el ámbito de vehículo eléctrico en los recintos donde están disponibles proporcionan puntuación negativa por no estar optimizados con la red. La electricidad se ha alcanzado una mayor inteligencia en la EII, debido a que las placas fotovoltaicas disponen de un sistema de detección de errores y previsión de fallos. Por último, monitarización y control el superior en el Rectorado, hecho que se debe a la plataforma de control de la instalaciones, más moderna y sofisticada.

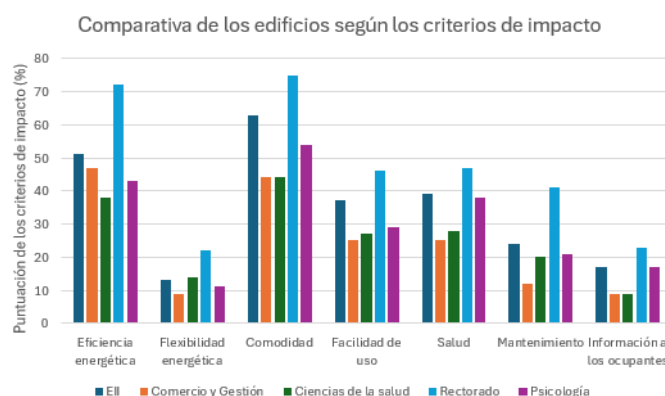


Figura 37: Comparativa de puntuación de los criterios de impacto. Fuente: Propia

En lo referente a los criterios de impacto, en todos ellos se encuentra mejor puntuado el Rectorado, hecho que tiene cierta coherencia teniendo en cuenta que es el edificio más nuevo entre los estudiados. La eficiencia energética se debe al control de ocupación efectiva que tienen los sistemas de calefacción y refrigeración a diferencia de los demás edificios, facilidad de uso y comodidad debido a que los ocupantes no tienen que accionar prácticamente nada manualmente y mantenimiento debido que los aparatos incluyen sistemas de detección de fallos.

5.7. Comparativa con otros edificios estudiados por otros evaluadores

Aunque la metodología para calcular el SRI no está aún totalmente confirmada, sino que se encuentra en fase de prueba, en diversos países de Europa se han realizado evaluaciones de distintos tipos de edificios como residencial, de uso educativo, etc.

Autor y Año	Descripción breve y objetivo	Tipo edificio -Uso, M2	Clima/Ciudad	Sistema de climatización	Valor SRI (método)
Ramezani-2021 [15]	Dos edificios terciarios con diferente ambiente interior	2 non-residencial: have office rooms and laboratory	Coimbra (Portugal)	Case1: Heat pump Case 2: VRV	Método 1. Case 1:20 %. Case2:29 % Metodo 2. Case1:16 %. Case2:22 %
Clara Vicioso Palacín - 2021 [16]	Aplicación del SRI al edificio universitario Lorenzo Normante de Zaragoza.	Uso no residencial. Superficie de 8675 m2	Zaragoza (España)	Dos bombas de calor	Método B. 16.35 %
Gvidas Plienaitis, Mindaugas Dauksys-2023 [17]	Building of the Kaunas University of Technology, Faculty of Civil Engineering and Architecture	No residencial, 14824 m2	Kaunas (Lituania)	VRV	Método B. 26 %
Vasilis Apostolopoulos, Paraskevi Giourka-2022 [18]	Aplicar el SRI en distintas zonas climáticas de Europa.	5 edificios residenciales	Caso 1: North Europe (Denmark) Caso 2: North-East Europe (Czech Republic) Caso 3: South Europe (Greece) Caso 4: South-East Europe (Bulgaria) Caso 5: West Europe (Austria)	Caso 1: District Heating Caso 2: District Heating Caso 3: New non-condensing fuel oil boiler with outdoor temp compensation Caso 4: District Heating Caso 5: Gas central Heating	Método B. Caso 1: 8 % Caso 2: 4 % Caso 3: 12 % Caso 4: 5 % Caso 5: 5 %

Tabla 41: Recopilación de datos acerca de evaluaciones de SRI. Parte 1.

Autor y Año	Descripción breve y objetivo	Tipo edificio -Uso, M2	Clima/Ciudad	Sistema de climatización	Valor SRI (método)
Cristina Becchio, Stefano Paolo Corgnati-2021 [19]	The Energy Center at the Politecnico di Torino	Edificio no residencial	Turín (Italia)	-	53 %
Francisco J.Aguilar, Pedro J.Martínez-2024 [20]	Evaluación de diversos edificios de la provincia de Alicante mediante metodología SRI	Edificio no residencial. Caso 1: 7941 m2 Caso 2: 8000 m2 Caso 3: 8587 m2	Elche (España)	Caso 1: VRV Caso 2: Plantas enfriadoras Caso 3: VRV	Caso 1: 49 % Caso 2: 28 % Caso 3: 42 %
Paris A.Fokaides, Christiana Panteli- 2020 [21]	Nuevo edificio de la Universidad Frederick de Chipre	Edificio no residencial. 2000 m2	Chipre	-	52 %

Tabla 42: Recopilación de datos acerca de evaluaciones de SRI. Parte 2.

En las tablas expuestas anteriormente, se han recopilado una variedad de construcciones en diferentes climas de Europa, con el objetivo de identificar el avance o retroceso que sigue la Universidad de Málaga con otras zonas. La mayoría son complejos de uso no residencial, únicamente se incluyen cinco edificios residenciales, que alcanzan una puntuación bajísima en relación a los demás, de uso terciario. En la siguiente gráfica aparecen todas las puntuaciones de SRI que aparecen en la tabla.

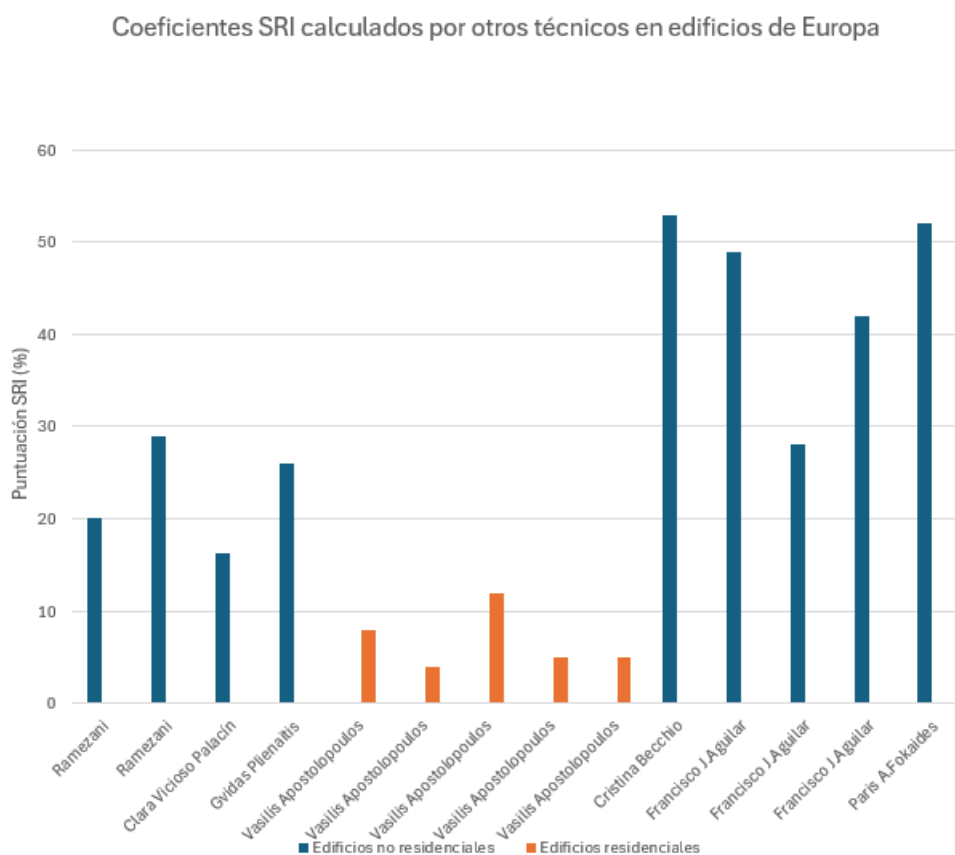


Figura 38: Recopilación de puntuaciones SRI de edificios en Europa. Fuente: Propia

En la gráfica anterior, las barras de color azul corresponden a los edificios de uso terciario, mientras que los de color naranja son evaluaciones realizadas en edificios residenciales. A partir de la recopilación de datos sobre el Smart Readiness Indicator en diversos países europeos, se ha observado una tendencia clara: los edificios residenciales tienden a obtener puntuaciones significativamente menores en comparación con los edificios no residenciales. Esta diferencia puede atribuirse a varios factores estructurales, funcionales y tecnológicos que distinguen estos dos tipos de inmuebles.

En primer lugar, los edificios no residenciales como oficinas, centros comerciales, hospitales o instituciones educativas suelen contar con sistemas técnicos más avanzados y automatizados. Estos edificios, por su uso intensivo y diversidad funcional, requieren soluciones integradas de climatización, iluminación, control de accesos, y gestión energética más sofisticadas. Esto facilita la implementación de tecnologías inteligentes que mejoran tanto el confort como la eficiencia energética, y en consecuencia, se traducen en mejores puntuaciones SRI.

En contraste, los edificios residenciales, especialmente los de uso unifamiliar o de pequeña escala, suelen tener infraestructuras técnicas más simples y menos digitalizadas. La automatización del hogar (domótica) aún no está generalizada, y muchas viviendas

carecen de sistemas avanzados de monitorización y control. Además, el coste de implementación de soluciones inteligentes puede ser una barrera importante en el sector residencial, donde no siempre hay incentivos económicos claros o urgencia percibida para realizar estas mejoras.

Otro factor clave es la conciencia y preparación técnica de los propietarios o gestores. En el sector no residencial, suele haber profesionales a cargo del mantenimiento y la optimización del edificio, mientras que en el ámbito residencial, las decisiones suelen depender de individuos sin conocimientos técnicos avanzados ni prioridad presupuestaria para mejoras inteligentes.

En resumen, las menores puntuaciones SRI en edificios residenciales reflejan tanto una menor penetración de tecnologías inteligentes como una diferencia estructural en los usos, necesidades y capacidades de gestión de los inmuebles. Esta disparidad sugiere una oportunidad clave para políticas públicas que fomenten la digitalización del parque residencial, a través de incentivos, normativas y concienciación ciudadana, con el objetivo de alcanzar una mayor sostenibilidad, eficiencia energética y resiliencia en todo el sector de la edificación.

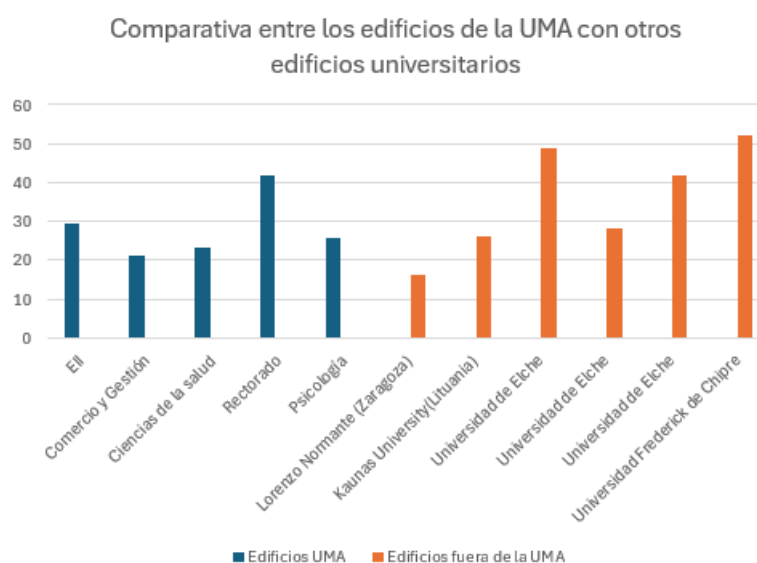


Figura 39: Comparativa de puntuación SRI entre edificios universitarios de la UMA y externos. Fuente: Propia

Al realizar la comparación de los resultados del Smart Readiness Indicator (SRI) entre los edificios de la Universidad de Málaga (UMA) y los de otras universidades europeas, se observa que la media de la UMA se sitúa ligeramente por debajo de la media general. Esta diferencia, aunque no excesiva, indica un cierto margen de mejora en cuanto a la integración de tecnologías inteligentes y sistemas de automatización en los edificios universitarios de la institución.

Por el contrario, repitiendo el análisis anterior con los edificios españoles de uso educativo que han sido calculados siguiendo la metodología, se puede ver como todas las infraestructuras del presente proyecto se encuentran por encima de la media nacional.

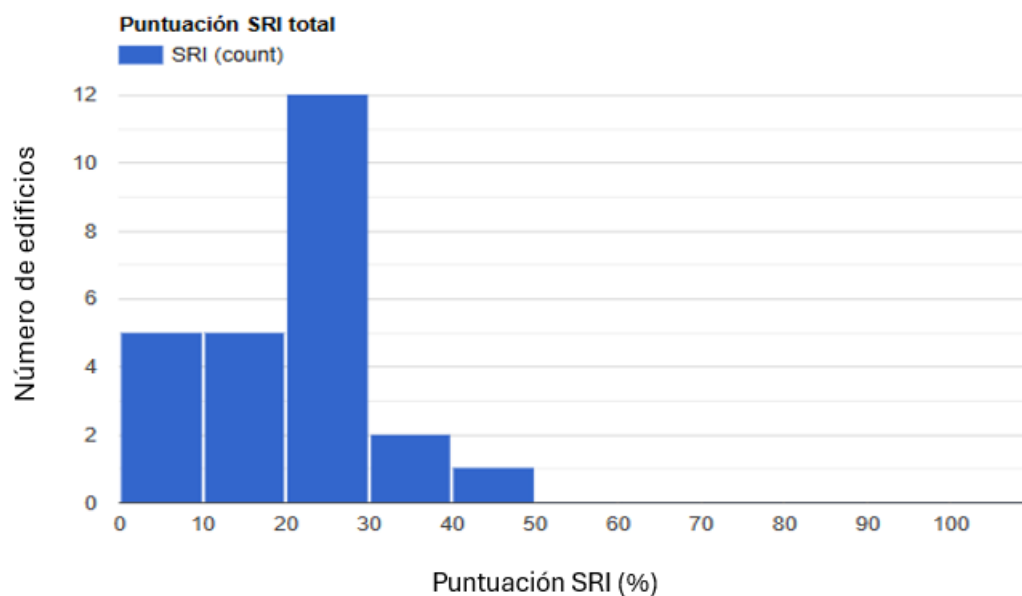


Figura 40: Resultados de edificios educativos evaluados en España. Fuente: [8]

En la imagen anterior se muestra el número de edificios que han obtenido el rango de puntuaciones correspondiente, resultando en una media del 20.57%.

6. Propuestas de mejora

El análisis de los resultados proporciona información acerca de las medidas que pueden ser tomadas para mejorar la eficiencia de los diferentes edificios evaluados así como la comodidad de sus ocupantes. El edificio que se va a tomar como modelo con el objetivo de analizar el efecto que tienen las mejoras en los servicios en la puntuación del SRI va a ser el de la Escuela de Ingenierías Industriales.

6.1. Escuela de Ingenierías Industriales

Viendo la puntuación desagregada según las tres funcionalidades clave, se puede apreciar el gran margen de mejora que hay en la flexibilidad energética y almacenamiento de energía, que se encuentra alrededor del 20%. A continuación se proponen mejoras según el ámbito técnico:

1. Calefacción y refrigeración.

- Detectores de ocupación a través de sensores que estén conectados con el sistema de climatización, con el objetivo que tengan influencia en su funcionamiento.
- Notificación del rendimiento del sistema de climatización al sistema de control en tiempo real y con almacenamiento de datos históricos.
- El funcionamiento del sistema de climatización se controle teniendo en cuenta las señales que llegan de la red, posible a partir de un algoritmo de control.

2. Agua Caliente Sanitaria.

3. Ventilación.

- Para mejorar la eficiencia en este campo, resulta esencial la instalación de sensores que midan la calidad del aire interior en las distintas zonas, tanto en tiempo real como los datos históricos y previsiones. De esta manera, el funcionamiento del sistema de ventilación se puede controlar en función de la calidad del aire interior, su temperatura, humedad, etc. Para ello se deberá establecer un control multietapa con el objetivo de gastar la energía necesaria.

4. Envolverte dinámica.

- Actualmente las protecciones solares del edificio funcionan de manera manual. Se propone instalar sensores en las mismas para que cuando detecten un cierto valor de radiación solar incidente se abran o por el contrario, se replieguen cuando dicha radiación se encuentre por debajo de un valor establecido.
- Con respecto a las ventanas, instalar sensores que detecten su apertura o cierre y que estén conectados con el sistema de climatización de manera que cuando se produzca la apertura de las ventanas en un espacio la climatización deje de funcionar.

5. Electricidad.

- La propuesta de mejora en este ámbito se basa en que desde el control central se tenga información del consumo de electricidad de cada instalación por separado, para de esta manera tener conciencia de los ámbitos que suponen un mayor gasto energético en el edificio.

6. Vehículo eléctrico.

- Para fomentar el uso de vehículos eléctricos será necesario que tengan unas infraestructuras adecuadas. Con este motivo, se plantea que el 10 % de las plazas de aparcamiento tengan punto de recarga.
- Para que la carga se realice de forma más eficiente, deberá haber comunicación entre el vehículo y la red, como puede ser la hora de salida deseada. De esta manera, la carga se realizará de forma inteligente, aportando energía cuando esté más barata o cuando la red se encuentre menos exigida.

7. Monitorización y Control.

- Incluir sistemas de detección de fallos en todas las instalaciones del edificio, así como también que sean capaces de predecirlos, por ejemplo en función de la vida media de cada componente.
- Instalar sensores que detecten la ocupación de los espacios, para regular así el funcionamiento del sistema de climatización.
- Gestionar el funcionamiento de los diferentes sistemas técnicos del edificio en función del estado de la red, hecho que resultaría en un importante ahorro económico. Para llevarlo a cabo, sería necesaria la instalación de una plataforma compleja a controlar desde el BACS del edificio.

Un asunto importante a considerar sería la inversión necesaria para llevar a cabo las distintas mejoras, para así ver si compensa o no su ejecución.

La instalación de sensores de CO_2 en la mayoría de las estancias supondría un coste que asciende hasta los 6150 €, considerando un precio por unidad de 205 euros [22] y la compra de 30 unidades para que las aulas donde va a haber una mayor confluencia de personas disponga de dichos dispositivos: 12 aulas de 90 alumnos, 4 aulas de dibujo, 6 aulas de capacidad para 50 personas y 8 aulas de informática. El control multietapa de ventilación tiene un valor estimado de unos 30000 €, con instalación incluida.

La cuantía de configurar persianas inteligentes basadas en la cantidad de radiación solar incidente en las ventanas del centro rondaría aproximadamente los 150000 €, considerando que se instalarían en las 240 ventanas de la fachada Sur que se encuentra expuesta a la radiación solar en la mayoría del día, con un precio por unidad de 625 euros[23], hecho que no sería rentable acometer para la mejora de rendimiento que supondría. Pero, la colocación de sensores de apertura y cierre de ventanas que se

comunique con la climatización si sería más asequible, ya que el precio por sensor ronda los 20 euros[24].

Para que el 10% de los aparcamientos estén provistos de puntos de recarga de vehículos eléctricos, la inversión sería importante, 4511,84 euros por cada dos puntos de recarga[25] y unos 20 puntos de recarga resultarían en unos 90236,8 €, que se podría acometer solicitando subvenciones por el fomento a la energía verde en las universidades.

La colocación de sensores que detecten la ocupación conectados con el sistema de climatización tendría un coste alrededor de unos 3000 €, debido a que se pueden aprovechar los ya existentes para el sistema de iluminación adaptándolos al sistema de climatización, muy rentable teniendo en cuenta la eficiencia y el ahorro que se podría conseguir con este sistema.

Una vez consideradas las mejoras que podrían ser realizadas en un futuro cercano de forma progresiva, se procede al cálculo del valor SRI que se obtendría una vez implementados dichos cambios.

Nota: Los números que aparecen en las siguientes tablas entre paréntesis se corresponden a las puntuaciones obtenidas para el caso actual.

Servicio	Nivel de funcionalidad	Nivel de funcionalidad máximo
Control del aire de impulsión a nivel de recinto: (V1a)	3 (1)	4
Control del caudal de aire o de la presión a nivel de la unidad de tratamiento de aire: (V1c)	2 (1)	4
Control de recuperación de calor: prevención de recalentamiento: (V2c)	No aplicable	2
Control de la temperatura del aire de impulsión a nivel de la unidad de tratamiento de aire: (V2d)	No aplicable	3
Enfriamiento gratuito con sistema de ventilación mecánica: (V3)	1 (1)	3
Informar sobre los datos de la calidad del aire interior (IAQ): (V6)	2 (0)	3

Tabla 43: Servicios del ámbito de ventilación y nivel de funcionalidad para EII mejorada

Servicio	Nivel de funcionalidad	Nivel de funcionalidad máximo
Control de la emisión de calor: (H1a)	4 (3)	4
Control de unidades terminales para TABS, sistemas termoactivos (modo calefacción): (H1b)	No aplicable	3
Control de la temperatura del fluido de distribución:	2 (2)	2
Control de las bombas en las redes de distribución: (H1d)	No aplicable	4
Acumulación de energía térmica (TES) para calefacción de edificios (excluyendo TABS):	No aplicable	3
Control del generador de calor (todos excepto la bomba de calor): (H2a)	No aplicable	2
Control del generador de calor (para bombas de calor):(H2b)	2 (2)	3
Secuenciación de diferentes generadores de calor: (H2d)	No aplicable	4
Información sobre el rendimiento del sistema de calefacción: (H3)	2 (0)	4
Flexibilidad e interacción con la red: (H4)	3 (1)	4

Tabla 44: Servicios del ámbito de calefacción y nivel de funcionalidad para EII mejorada

Servicio	Nivel de funcionalidad	Nivel de funcionalidad máximo
Control por ocupación de la iluminación interior: (L1a)	80 %superficie: 3 20 %superficie: 1	3
Control de la potencia de iluminación artificial en función de los niveles de luz natural: (L2)	80 %superficie: 4 20 %superficie: 1	4

Tabla 45: Servicios del ámbito de iluminación y nivel de funcionalidad para EII mejorada

Servicio	Nivel de funcionalidad	Nivel de funcionalidad máximo
Control de la carga de acumulación de ACS (con calentamiento eléctrico directo o bomba de calor eléctrica integrada): (DHW1a)	No aplicable	3
Control de la carga de acumulación de ACS (utilizando un generador de agua caliente): (DHW1b_CatalogueB)	No aplicable	3
Control de la carga de acumulación de ACS (con captación solar y generación de calor suplementaria): (DHW1d)	1	3
Secuenciación en caso de diferentes generadores de ACS: (DHW2b)	2	4
Información sobre el funcionamiento del Sistema de Agua Caliente Sanitaria: (DHW3)	0	4

Tabla 46: Servicios del ámbito de ACS y nivel de funcionalidad para EII mejorada

Servicio	Nivel de funcionalidad	Nivel de funcionalidad máximo
Control de la emisión de refrigeración: (C1a)	4 (3)	4
Control de emisión para TABS (modo refrigeración): (C1b)	No aplicable	3
Control de la temperatura del agua fría de la red de distribución (impulsión o retorno): (C1c)	No aplicable	2
Control de las bombas en las redes de distribución: (C1d)	No aplicable	4
Enclavamiento: evitando la calefacción y refrigeración simultáneas en el mismo recinto: (C1f)	0 (0)	2
Control del funcionamiento de la acumulación de la energía térmica (TES): (C1g)	No aplicable	3
Control del generador para refrigeración: (C2a)	3 (2)	3
Secuenciación de diferentes generadores de frío: (C2b)	No aplicable	4
Información sobre el rendimiento del sistema de refrigeración: (C3)	2 (0)	4
Flexibilidad e interacción con la red: (C4)	3 (1)	4

Tabla 47: Servicios del ámbito de refrigeración y nivel de funcionalidad para EII mejorada

Servicio	Nivel de funcionalidad	Nivel de funcionalidad máximo
Control de las protecciones solares de las ventanas: (DE1)	0 (0)	4
Control de la apertura/cierre de las ventanas, combinado con el sistema de HVAC: (DE2)	1 (0)	3
Informar sobre el rendimiento de los sistemas de la envolvente dinámica del edificio: (DE4)	0 (0)	4

Tabla 48: Servicios del ámbito de envolvente dinámica y nivel de funcionalidad para EII mejorada

Servicio	Nivel de funcionalidad	Nivel de funcionalidad máximo
Capacidad de carga del vehículo eléctrico: (EV15)	3 (2)	4
Equilibrio de la red de carga del vehículo eléctrico: (EV16)	1 (0)	2
Información y conectividad sobre la recarga de los vehículos eléctricos: (EV17)	1 (1)	2

Tabla 49: Servicios del ámbito de vehículo eléctrico y nivel de funcionalidad para EII mejorada

Servicio	Nivel de funcionalidad	Nivel de funcionalidad máximo
Información sobre la generación local de electricidad: (E2)	4 (4)	4
Almacenamiento de electricidad (generada localmente): (E3)	0 (0)	4
Optimización del autoconsumo de electricidad generada localmente: (E4)	0 (0)	3
Control de las centrales de cogeneración (CHP): (E5)	No aplicable	2
Soporte a los modos de funcionamiento de la (micro)red: (E8)	No aplicable	3
Dar parte de información sobre el almacenamiento de energía: (E11)	No aplicable	4
Dar parte de información sobre el consumo de electricidad: (E12)	1 (0)	4

Tabla 50: Servicios del ámbito de electricidad y nivel de funcionalidad para EII mejorada

Servicio	Nivel de funcionalidad	Nivel de funcionalidad máximo
Gestión de los tiempos de operación de los sistemas HVAC: (MC3)	1 (1)	3
Detección de los fallos de los sistemas técnicos del edificio y ayuda para el diagnóstico de dichos fallos: (MC4)	2 (1)	3
Detección de la ocupación: servicios conectados: (MC9)	2 (1)	2
Información centralizada sobre el rendimiento y el consumo energético de los TBS: (MC13)	0 (0)	3
Integración de una red inteligente: (MC25)	1 (0)	2
Reportar información sobre el rendimiento y la operación de la gestión de la demanda (DSM): (MC28)	0 (0)	2
Anulación del control de la gestión de la demanda (DSM): (MC29)	0 (0)	4
Plataforma única que permite el control automatizado y la coordinación entre el TBS + optimización del flujo de energía en función de la ocupación, del clima y las señales de red: (MC30)	1 (1)	3

Tabla 51: Servicios del ámbito de monitorización y control y nivel de funcionalidad para EII mejorada

El nuevo valor de SRI con las mejoras implementadas en el edificio de la EII sería:

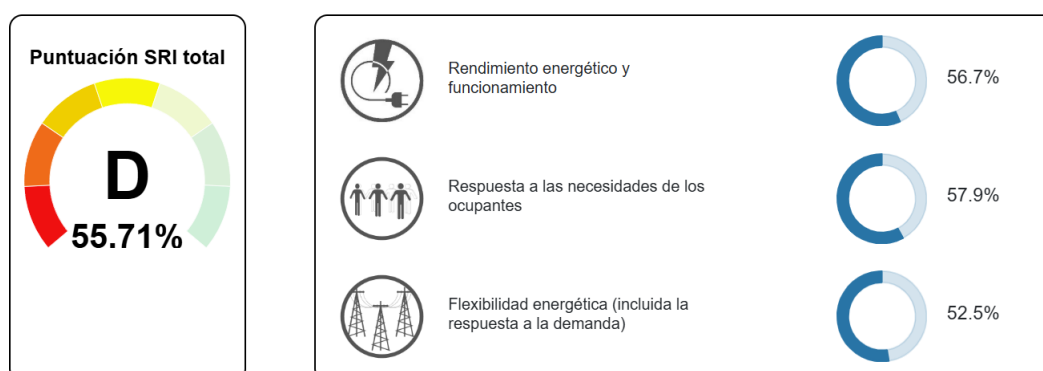


Figura 41: Resultado de la evaluación SRI de la EII con mejoras implementadas. Fuente: Propia

Se ha conseguido una mejora en la puntuación del SRI en más de un 25 %, siendo por tanto una infraestructura más eficiente, inteligente y sostenible. El cambio más sustancial se ha logrado en la funcionalidad clave de flexibilidad energética, debido a la implementación de una plataforma capaz de gestionar el funcionamiento de diversos equipos del complejo en base al estado de la red eléctrica. Para conseguirlo, ha sido necesaria una inversión de unos 133950€, que puede suponer un esfuerzo económico considerable, aunque a largo plazo resultaría rentable debido al ahorro energético. Esto muestra que para mejorar la inteligencia de un edificio, hay muchas mejoras que no interesa llevarlas a cabo por el desembolso monetario que se debe realizar.

7. Conclusiones

El cometido principal del presente trabajo ha sido tener conocimiento acerca del nivel de inteligencia y eficiencia energética existente en la ampliación del campus de Teatinos de la Universidad de Málaga. Una vez realizada la evaluación mediante la metodología SRI, el complejo con unas instalaciones de control más automatizadas ha sido el del Rectorado con una puntuación del 41.97 %, mientras que la puntuación mínima se ha obtenido en la Facultad de Comercio y Gestión con un 21.23 %, siendo la media de un 28.418 %. Teniendo en cuenta que la media de puntuación SRI en los edificios educativos evaluados hasta el momento en España es del 20.57 %, se puede considerar que el estado de automatización es bueno a nivel nacional, aunque si consideramos los distintos recintos universitarios europeos mencionados en este proyecto, la media es del 35.56 %, por lo que hay margen de mejora. Posteriormente se han propuesto avances para la Escuela de Ingenierías Industriales, que alcanzaría un SRI del 55.71 %, que significaría una mejora en más del 25 % con una inversión aproximada de unos 133950€.

Para la ejecución de mejoras en los edificios, será necesaria la cooperación y el compromiso de las administraciones públicas, el personal de la Universidad de Málaga, así como los usuarios de los edificios que son los encargados de hacer un uso correcto de las tecnologías disponibles.

Como posible proyecto futuro, se plantea realizar evaluaciones en otros edificios de la UMA con una fecha de construcción anterior, debido a que las infraestructuras evaluadas en el presente trabajo no han tenido una utilización superior a 20 años.

8. Actualidad y líneas de futuro del SRI

El Smart Readiness Indicator (SRI) se presenta como una herramienta clave para medir el grado de inteligencia de los edificios, es decir, su capacidad para adaptarse a las necesidades de los usuarios, mejorar la eficiencia energética y facilitar la integración con sistemas energéticos. A día de hoy, el SRI está bien valorado por los ingenieros evaluadores en términos de precisión, utilidad y grado de completitud, sin embargo, aún enfrenta importantes retos relacionados con la flexibilidad y adaptabilidad del sistema.

Uno de los principales desafíos que presenta el SRI es su dificultad para aplicarse con precisión en edificios con características no convencionales o variadas. Esto penaliza especialmente a edificaciones individuales, que pueden no incorporar ciertos servicios propios de grandes edificios, o que simplemente no requieren determinadas funcionalidades, como sucede en edificios nórdicos[21], donde no es necesaria la instalación de persianas. Este tipo de limitaciones evidencia la necesidad de desarrollar una herramienta más refinada, capaz de adaptarse a diferentes tipos, tamaños y configuraciones tecnológicas de edificios.

En este contexto, la retroalimentación de los evaluadores resulta fundamental para ajustar y mejorar la herramienta. Los programas piloto están desempeñando un papel esencial, ya que permiten poner a prueba el SRI y redefinir su utilidad y eficiencia en escenarios reales. Dinamarca e Irlanda se han posicionado como líderes europeos en este ámbito, gracias a su implicación activa en proyectos piloto, mientras que España se encuentra en la tercera de cuatro clases en cuanto a grado de implementación y de resultados obtenidos en las evaluaciones[26].

Otro aspecto relevante es que el SRI no está directamente ligado al funcionamiento real del edificio, lo cual genera ciertas discrepancias entre el nivel de inteligencia y la eficiencia energética real[27,28,29]. Un edificio puede ser muy inteligente tecnológicamente, pero no necesariamente eficiente en términos energéticos. Para corregir esta desconexión, se están planteando mecanismos para integrar el SRI en los Certificados de Eficiencia Energética (CEE), con el objetivo de ofrecer una evaluación más coherente y útil para los usuarios y responsables de edificios.

También se señala la necesidad de facilitar el acceso a los datos necesarios para realizar la evaluación del SRI, ya que en muchas ocasiones la información no está centralizada o es difícil de obtener[30]. En este sentido, se propone la creación de una entidad específica que sirva como fuente oficial de datos y facilite el proceso evaluador.

Por otra parte, la inversión en sistemas de automatización y control de edificios (BACS), aunque inicialmente elevada, se estima que se recupera en unos cinco años gracias al ahorro energético y al valor añadido que aporta al inmueble[31]. Sin embargo, las medidas a implementar dependerán siempre de las prioridades de cada usuario o gestor, ya sean de carácter económico, de confort, de sostenibilidad o de salud.

En el caso concreto de los edificios universitarios, donde la ocupación es intermitente y variable, se destaca la importancia de mejorar el control y funcionamiento de los sistemas de ventilación mecánica, además de planificar horarios o desarrollar mapas de calor que permitan optimizar el uso energético y el confort[32,33].

Finalmente, para que el SRI evolucione y se consolide, será esencial la implicación de todos los actores del sector: inversores, promotores, constructores, compradores, proveedores tecnológicos y administraciones públicas. Solo a través de un enfoque colaborativo podrá avanzarse hacia un sistema de evaluación más justo, eficaz y alineado con los objetivos europeos de descarbonización y digitalización del parque edificatorio[34,35].

Referencias

- [1] Intergovernmental Panel on Climate Change. (2014). Climate Change 2014 – Impacts, Adaptation and Vulnerability: Part A: Global and Sectoral Aspects: Working Group II Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report. Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9781107415379
- [2] Consejo de la UE. Objetivo 55: cómo conseguirá la UE aumentar su eficiencia energética. <https://www.consilium.europa.eu/es/infographics/fit-for-55-how-the-eu-will-become-more-energy-efficient/> (Acceso en 21.03.2023)
- [3] E. Commission, Building Stock Observatory: a new database of European building stock and its energy performance (Jan. 2017). URL:https://ec.europa.eu/energy/news/building-stock-observatory-new-database-europeanbuilding-stock-and-its-energy-performance_en..
- [4] Krayenhoff ES, Moustouli M, Broadbent AM, Gupta V, Georgescu M. Diurnal interaction between urban expansion, climate change and adaptation in US cities. *Nat Clim Change* 2018;8(12):1097–103. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0320-9>. ISSN 1758-678X.
- [5] E.P. a. the Council of the European Union, Directive (EU) 2018/844 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings and Directive 2012/27/EU on energy efficiency, Official Journal of the European Union (L 156) (2018) 75–91..
- [6] D. Ahrendt, J. Cabrita, E. Clerici, J. Hurley, T. Leoncikis, M. Mascherini, S. Riso, E.Sandor, Eurofound (2020), Living, working and COVID-19, COVID-19 series, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- [7] Directiva (UE) 2024/1275 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 24 de abril de 2024, relativa a la eficiencia energética de los edificios
- [8] <https://learning.sri2market.eu/moodle/>
- [9] UNE-EN ISO 52120-1:2022. Eficiencia energética de los edificios. Contribución de la automatización, el control y la gestión de los edificios.
- [10] Reglamento Delegado (UE) 2020/2155 de la Comisión de 14 de octubre de 2020 por el que se completa la Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo mediante el establecimiento de un régimen común voluntario de la Unión Europea para la valoración del grado de preparación para aplicaciones inteligentes de los edificios.
- [11] European Commission: Directorate-General for Energy, Vito, Verbeke, S., Aerts, D., Reynders, G., Ma, Y., & Waide, P. (2020). Final report on the technical support to the development of a smart readiness indicator for buildings : summary, Publications

Office.

[12] Pieroni Murguet, L., & Andrés Carrillo, A. (2020). Simulación energética del edificio de la Facultad de Comercio y Gestión de la Universidad de Málaga. [s. n.].

[13] Hoyos Sierra, J., & Fernandez Gutierrez, A. (2019). Cálculo y análisis del sistema de climatización de la facultad de Ciencias de la Salud de la UMA. [s. n.].

[14] López Peñas, A. B., & Carrillo Andrés, A. (2019). Modelado y simulación con energyplus del sistema de aire acondicionado de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Málaga. [s. n.].

[15] Ramezani, B., da Silva, M. G., & Simoes, N. (2021). Application of smart readiness indicator for Mediterranean buildings in retrofitting actions. *Energy and Buildings*, 249, 111173.

[16] NORMANTE, B. I. U. L. ANÁLISIS DE METODOLOGÍAS PARA EL ESTUDIO DE LA REHABILITACION DE EDIFICIOS UNIVERSITARIOS EN UNIZAR. CASO DE ESTUDIO EDIFICIO LORENZO NORMANTE.

[17] Plienaitis, G., Daukšys, M., Demetriou, E., Ioannou, B., Fokaidis, P. A., & Seduikyte, L. (2023). Evaluation of the smart readiness indicator for educational buildings. *Buildings*, 13(4), 888.

[18] Apostolopoulos, V., Giourka, P., Martinopoulos, G., Angelakoglou, K., Kourtzanidis, K., & Nikolopoulos, N. (2022). Smart readiness indicator evaluation and cost estimation of smart retrofitting scenarios-A comparative case-study in European residential buildings. *Sustainable Cities and Society*, 82, 103921.

[19] Becchio, C., Corgnati, S. P., Crespi, G., Pinto, M. C., & Viazzo, S. (2021). Exploitation of dynamic simulation to investigate the effectiveness of the Smart Readiness Indicator: application to the Energy Center building of Turin. *Science and Technology for the Built Environment*, 27(8), 1127-1143.

[20] Valero, F. J. A., Martínez, P. J., Lucas, M., Martínez, P., Ruiz, J., Crespi, D., ... & Vicente, P. G. (2024, October). APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SRI PARA LA EVALUACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES TÉCNICAS DEL EDIFICIO. In *Avances en Ciencias y Técnicas del Frío-12. Actas del XII Congreso Ibérico y X Congreso Iberoamericano de Ciencias y Técnicas del Frío CYTEF 2024*.

[21] Fokaidis, P. A., Panteli, C., & Panayidou, A. (2020). How are the smart readiness indicators expected to affect the energy performance of buildings: First evidence and perspectives. *Sustainability*, 12(22), 9496.

[22] https://poolcomet.com/normativa-de-piscina-publica/medidor-digital-de-co2-temperatura-y-humedad/?lighthousefeed_utm_source=GS+-+Google

+Shopping+(Via+LighthouseFeed)&lighthousefeed_utm_medium=cpc&lighthousefeed_utm_term=275388&gad_source=1&gad_campaignid=21932685833&gbraid=0AAAApnrYZcf7SeH2Ig0SpSJEFXUEFF8x&gclid=CjwKCAjw87XBBhBIEiwAxP3_A8ERadauFTwt3v9GebKbQJP0BvenkkyNDPLEeeqs_JrbFq4Fpb-L8RoCwBIQAvD_BwE

[23] https://www.leroymerlin.es/productos/persiana-ventana-de-tejad-o-con-apertura-solar-velux-de-55-x-98-cm-16487520.html?highlightedOfferCode=db55bc48f6b19f85ddfbcfce873e542e59efef43&gad_source=1&gad_campaignid=21458728784&gbraid=0AAAAADt3h9n0o0VPfS1qlllyFQcKdaCtrS&gclid=CjwKCAjw87XBBhBIEiwAxP3_Azt5Mld7znBRnmCMDHcrXw1Fs1XpBxrebIGwIW34DCVr00rZsul1oRoCNFUQAvD_BwE&gclsrc=aw.ds

[24] https://www.leroymerlin.es/productos/sensor-de-apertura-para-puerta-ventana-lexman-enki-con-vibracion-82428867.html?highlightedOfferCode=fd7f45f95cf587eae2063c1b7e1ecbdd253460d2&&utm_medium=cpc&utm_source=google-pmax&utm_campaign=lmes_conversion_ao_performance&utm_id=20438635825&utm_campaign_id=20438635825&utm_content=cv-lt-generic&gad_source=1&gad_campaignid=20438638684&gbraid=0AAAAADt3h9m0aItqRR9d0va6pti_LaQ1e&gclid=CjwKCAjw87XBBhBIEiwAxP3_AwM5sbN8_S-oxlyyMjd0o6dkSc4Q35gft8lrKvDKch_MEp9rVFFg0xoCkAsQAvD_BwE&gclsrc=aw.ds

[25] https://www.suministroselectricos.es/cargadores-vehiculos-electricos/cargadores-vehiculos-electricos-circutor/poste-cargador-vehiculo-electrico-inteligentecircutor-urban-t22-c2-gen3v10696?gad_source=1&gad_campaignid=21041139990&gbraid=0AAAAAqvcHiA7_Jo3qNGowxxfePB3_uImT&gclid=CjwKCAjw87XBBhBIEiwAxP3_Azxdjlx5y1q0mqx9g9X0rtNSUbSZc0vuH_UeF00zZpICwHBF-VRHhoCHusQAvD_BwE

[26] Autio, P., Borgentorp, E., Pulkka, L., & Junnila, S. (2024). Smart Readiness Indicator: Ready for Business? Evidence from a Northern EU Country. *Buildings*, 14(11), 3638.

[27] Vigna, I., Perneti, R., Pernigotto, G., & Gasparella, A. (2020). Analysis of the building smart readiness indicator calculation: A comparative case-study with two panels of experts. *Energies*, 13(11), 2796.

[28] Zamanidou, A., Kothona, D., Fokaidis, P., & Christoforidis, G. C. (2024, October). Enhancing the Smart Readiness Indicator Scheme: Methodology Assessment through 20 Use Cases. In *2024 3rd International Conference on Energy Transition in the Mediterranean Area (SyNERGY MED)* (pp. 1-5). IEEE.

[29] Martinez, L., Klitou, T., Olschewski, D., Melero, P. C., & Fokaidis, P. A. (2025). Advancing building intelligence: Developing and implementing standardized Smart Readiness Indicator (SRI) on-site audit procedure. *Energy*, 316, 134538.

[30] Samaras, P., Stamatopoulos, E., Arsenopoulos, A., Sarmas, E., & Marinakis,

E. (2024, June). Readiness to Adopt the Smart Readiness Indicator Scheme Across Europe: A Multi-Criteria Decision Analysis Approach. In 2024 IEEE International Workshop on Metrology for Living Environment (MetroLivEnv) (pp. 268-273). IEEE.

[31] Al Dakheel, J., Del Pero, C., Aste, N., & Leonforte, F. (2020). Smart buildings features and key performance indicators: A review. *Sustainable Cities and Society*, 61, 102328.

[32] Martínez, I., Zalba, B., Trillo-Lado, R., Blanco, T., Cambra, D., & Casas, R. (2021). Internet of things (Iot) as sustainable development goals (sdg) enabling technology towards smart readiness indicators (sri) for university buildings. *Sustainability*, 13(14), 7647.

[33] Eloranta, V. (2020). Applicability evaluation of smart readiness indicator for buildings.

[34] Lițiu, A. V., Seppänen, O., Pantelis, S., & Hogeling, J. (2021). The smart readiness indicator for buildings: current status and next steps. *REHVA Journal (Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning Associations-REHVA)*, 28-33.

[35] Garzia, F., Pernigotto, G., Menegon, D., Finozzi, L., Klammsteiner, U., & Gasparella, A. (2024). Assessment of the potential correlation between Smart Readiness Indicator and energy performance in a dataset of buildings in South Tyrol. *Energy and Buildings*, 321, 114623

[36] Certificado Energético Edificio Público "Facultad de Ciencias de la Salud", Herrera Saura Ingenieros.

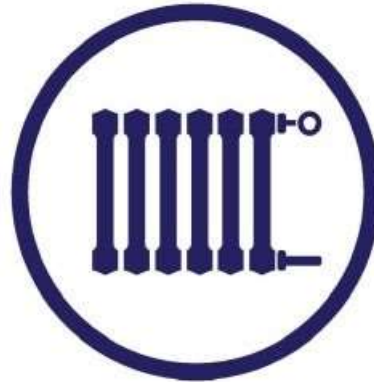
[37] Certificación Energética del edificio CESC, Eladio Herrera Gil, Francisco Plaza Gomáriz y Alberto Fernández Gutiérrez.

Anexos

SRI2MARKET

ANEXO II

CATÁLOGO DE SERVICIOS



ÁMBITO CALEFACCIÓN (H)

Control de emisores de calor (H1a) *Incluidos todos los emisores de calor, excepto TABS.*

Control de emisión de calor para TABS. Modo calefacción. (H1b) Solo TABS.

Control de la temperatura de distribución del fluido. Impulsión o retorno del caudal de aire o agua (H1c)

Control de las bombas en la red de distribución. (H1d)

Almacenamiento de energía térmica (TES) para la calefacción del edificio (H1f). *TABS no se consideran TES.*

Control del generador de calor (H2a). *Sólo para generadores de combustión y calefacción de distrito.*

Control del generador de calor (H2b) *Solo para bombas de calor.*

Secuenciación de diferentes generadores de calor (H2d)

Reporte de información sobre el funcionamiento del Sistema de Calefacción (H3)

Flexibilidad e integración con la red (H4)

ÁMBITO CALEFACCIÓN (H)

Control de emisores de calor (H1a) *Incluidos todos los emisores de calor, excepto TABS.*

OBJETIVO

El objetivo es ajustar el calor aportado a nivel de espacio, preferiblemente aplicando la función de control al emisor de calor.

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

Nivel 0. Sin control automático de la temperatura en el espacio.
<u>Control manual de encendido y apagado del emisor de calor</u> , sin ningún control automático de la temperatura en el espacio.
El emisor es controlado manualmente por el usuario actuando sobre los dispositivos instalados en el equipo. Por ejemplo: <ul style="list-style-type: none"> - Radiadores de agua caliente cuyas válvulas no termostáticas se accionan manualmente. - Chimeneas con suministro manual de combustible. - Calefactores eléctricos sin termostato.
Nivel 1. Control automático central, controlando indirectamente uno o más espacios, actuando sobre la distribución o sobre la generación sin considerar la demanda local de los diferentes espacios.
<i>El calor entregado en el espacio se regula mediante una función de control no exclusiva del espacio a controlar.</i>
Los emisores se controlan automáticamente a través de un controlador central automático, basado en una única temperatura de referencia. Por ejemplo: <ul style="list-style-type: none"> - Instalaciones de agua caliente con válvula termostática conforme a EN 215 a nivel de planta. - Instalaciones de agua caliente con controladores electrónicos no comunicantes conforme a EN 12098-1. - Instalaciones eléctricas con controladores electrónicos no comunicantes conforme a EN 12098-3.
Nivel 2. Control automático individual de ambientes sin comunicación entre controladores y BACS.
<i>El calor entregado en el espacio se ajusta mediante una función de control exclusiva del espacio a controlar, sin ningún intercambio de información fuera de dicho espacio.</i>
Control individual del espacio (por ejemplo, empleando válvulas termostáticas o un controlador electrónico): ofrece un mayor nivel de eficiencia energética, confort, comodidad y una mejor salud y bienestar para los ocupantes del edificio. Por ejemplo:

- Instalaciones de agua caliente con válvula termostática conforme a EN 215 a nivel de radiadores.
- Instalaciones de calefacción con controladores electrónicos no comunicantes según EN 1550-1 a nivel de habitación.

Nivel 3. Control individual por espacios con comunicación entre los controladores y BACS.

El calor entregado en el espacio se ajusta mediante una función de control exclusiva con intercambio de información fuera del espacio a controlar.

Como el nivel anterior, pero con funciones de comunicación. Las funciones de comunicación permitirán el intercambio de puntos de consigna, demanda y otra información de estado. Además, se podrá conocer la demanda de energía para su posterior uso para controlar la distribución y los generadores térmicos, manteniendo el tiempo de funcionamiento al mínimo y los setpoints óptimos.

Nivel 4. Control individual por espacios con comunicación entre controladores y BACS y detección/control de demanda.

El calor entregado en el espacio se ajusta mediante una función de control, junto con la detección de ocupación, exclusiva del espacio a controlar con intercambio de información fuera de dicho espacio.

Como el nivel anterior, pero incluyendo funciones con detectores de presencia. La función de control de detección de presencia generalmente no se aplica a emisores de calor con elevada inercia térmica (por ejemplo, calefacción por suelo radiante, calefacción por pared, etc.).

Control de emisión de calor para TABS. Modo calefacción. (H1b) Solo TABS.

OBJETIVO

El objetivo es ajustar el calor entregado a nivel del espacio, preferiblemente aplicando la función de control al emisor de calor.

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

Nivel 0. Sin control automático de la temperatura del espacio. Nivel 1. Control automático central.
<i>El calor entregado al TABS de la zona se regula mediante una función de control no exclusiva del ambiente a controlar.</i>
<i><u>Control manual del emisor de calor</u>, sin ningún control automático de la temperatura del espacio. El emisor se controla manualmente mediante la operación humana de los actuadores vinculados al equipo.</i>
Nivel 1. Control automático central.
<i>El calor entregado al TABS de la zona se regula mediante una función de control no exclusiva del ambiente a controlar.</i>
<i>Los emisores se controlan a través de un controlador central automático, en base a una única temperatura de referencia. Por ejemplo: - Control de temperatura del agua de suministro con compensación de temperatura exterior.</i>
Nivel 2. Control automático central avanzado.
<i>El calor entregado al TABS de la zona se regula mediante una función de control no exclusiva del ambiente a controlar, con el objetivo de mantener la temperatura interior dentro del rango de confort y minimizando, al mismo tiempo, la demanda de energía.</i>
<i>Los emisores se controlan a través de un controlador central automático, en base a una única temperatura de referencia. Adicionalmente, el control opera de forma que se consiga mantener la temperatura dentro de un rango de confort, a la vez que se minimiza la demanda energética. Por ejemplo: - Control de temperatura del agua de suministro con compensación de temperatura exterior junto con retroalimentación de temperatura ambiente.</i>
Nivel 3. Control automático central avanzado con funcionamiento intermitente y/o control de retroalimentación de temperatura ambiente.
<i>El calor suministrado a la zona TABS se ajusta mediante una función de control no exclusiva del espacio a controlar, con el objetivo de mantener la temperatura interior dentro del rango de confort y minimizar la demanda de energía. Además, la bomba de circulación se apaga periódicamente para ahorrar energía eléctrica y/o se corrige la</i>

temperatura del agua de suministro para adaptarse a la variación impredecible de la ganancia de calor día a día.

Los emisores se controlan automáticamente a través de un controlador central automático, basado en una única temperatura de referencia. Además, el control busca mantener la temperatura dentro de un rango de confort para minimizar la demanda de energía.

Este nivel de funcionalidad se puede alcanzar con una o ambas de las siguientes adiciones a la descripción anterior:

- *La bomba de circulación se apaga periódicamente para ahorrar energía eléctrica.*
- *La temperatura del agua de suministro se corrige para adaptarse a la variación diaria no predecible de la ganancia de calor.*

Por ejemplo:

- *Control de temperatura del agua de suministro compensada por temperatura exterior junto con retroalimentación de temperatura ambiente. Además, control de modulación de ancho de pulso.*

Control de la temperatura de distribución del fluido. Impulsión o retorno del caudal de aire o agua (H1c)

OBJETIVO

El objetivo es reducir la temperatura del fluido de distribución, ya sea en la impulsión o en el retorno. Se puede aplicar una función similar al control de redes de calefacción eléctrica directa.

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

Nivel 0. Sin control automático.

Nivel 1. Control compensado por temperatura exterior.

<i>La temperatura media distribuida del agua se reduce basándose en la compensación de la temperatura exterior.</i>

<i>La temperatura media distribuida del agua se reduce basándose en la compensación de la temperatura exterior. Por ejemplo:</i>
--

<i>- Controlador electrónico sin posibilidad de comunicación conforme a EN 120S8-1 o EN 120S8-3.</i>
--

Nivel 2. Control basado en la demanda.
--

<i>La temperatura media de distribución del agua se reduce en función de las lecturas de la temperatura interior.</i>

<i>La temperatura media de distribución del agua se reduce en función de las lecturas de la temperatura interior. Por ejemplo:</i>
--

<i>- Controlador electrónico sin posibilidad de comunicación conforme a EN 120S8-1 o EN 120S8-3. Además, los modos de funcionamiento del controlador se basan en mediciones de temperatura interior, como el modo de funcionamiento confort y/o económico.</i>
--

Control de las bombas en la red de distribución. (H1d)

OBJETIVO

El objetivo es reducir la demanda de energía auxiliar de las bombas aplicando la función de control a las bombas. Las bombas controladas se pueden instalar en diferentes niveles de la red.

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

Nivel 0. Sin control automático, solo funciones de protección.
--

Nivel 1. Control de marcha/paro.

<i>Las bombas se encienden y apagan automáticamente. Cuando están en marcha funcionan a máxima velocidad.</i>

Las bombas se encienden y apagan automáticamente. Cuando están en marcha funcionan a máxima velocidad.
--

Nivel 2. Control de varias etapas.

<i>Las bombas se encienden y apagan automáticamente. Cuando están en marcha pueden funcionar a diferentes velocidades por escalones fijos.</i>
--

Las bombas se encienden y apagan automáticamente. Cuando están en marcha pueden funcionar a diferentes velocidades por escalones fijos.

Nivel 3. Control de bomba de velocidad variable.
--

<i>Las bombas se encienden y apagan automáticamente. Cuando están en marcha pueden funcionar a diferentes velocidades según un Δp fijo o variable.</i>

Las bombas se encienden y apagan automáticamente. Cuando están en marcha pueden funcionar a diferentes velocidades según un Δp fijo o variable.

Nivel 4. Control de bomba de velocidad variable avanzado.

<i>Las bombas se encienden y apagan automáticamente. Cuando están en marcha pueden funcionar a diferentes velocidades según un Δp fijo o variable en función de una señal externa de demanda.</i>
--

Las bombas se encienden y apagan automáticamente. Cuando están en marcha pueden funcionar a diferentes velocidades según un Δp fijo o variable en función de una señal externa de demanda. La señal de demanda externa puede basarse, por ejemplo, en requisitos hidráulicos, diferencia de temperatura, optimización de energía o una evaluación de la demanda para reducir la demanda de energía auxiliar de las bombas.
--

Almacenamiento de energía térmica (TES) para la calefacción del edificio (H1f). TABS no se consideran TES.

OBJETIVO

El objetivo es gestionar la carga de sistemas de almacenamiento de energía térmica.

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

Nivel 0. Operación de almacenamiento continuo.
--

<i>La carga del TES está habilitada todo el tiempo.</i>

Nivel 1. Control por programación de horario.

<i>La carga del TES se habilita durante el tiempo definido por uno o varios horarios.</i>

Nivel 2. Control por predicción de carga.

<i>La carga de TES está habilitada todo el tiempo, pero el estado de carga se reduce cuando no es necesario según la predicción de carga.</i>

Nivel 3. Control flexible a través de señales de red.

<i>La carga del TES está habilitada todo el tiempo, pero se prioriza la carga según las señales recibidas desde la red.</i>

Control del generador de calor (H2a). Sólo para generadores de combustión y calefacción de distrito.

OBJETIVO

El objetivo es bajar la temperatura del generador aplicando la función de control al generador de calor.

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

Nivel 0. Control por temperatura constante.

La temperatura de producción del generador de calor se mantiene en un valor constante previamente establecido dentro de una desviación de control definida.

Nivel 1. Control de temperatura variable en función de la temperatura exterior.

La temperatura de producción del generador de calor se modifica en función de la temperatura exterior.

La temperatura de producción del generador de calor se modifica en función de la temperatura exterior. Por ejemplo:

- Controlador electrónico sin posibilidad de comunicación conforme a, por ejemplo, EN 120S8-1 o EN 120S8-3, ambos a nivel de generador.

Nivel 2. Control de temperatura variable en función de la carga.

La temperatura de producción del generador de calor se modifica en función de la carga del sistema.

La temperatura de producción del generador de calor se modifica en función de la carga del sistema, dependiendo de la temperatura de consigna del agua. Por ejemplo:

- Válvulas termostáticas conforme a la EN 215 o controlador electrónico sin comunicación conforme a, por ejemplo, EN 12098-1 o EN 12098-3, ambos a nivel de generador.

Control del generador de calor(H2b) Solo para bombas de calor.

OBJETIVO

El objetivo es maximizar la eficiencia del generador de calor aplicando la función de control al generador de calor.

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

Nivel 0. Control marcha/paro.
<i>El/los compresores/es se arrancan y paran de forma automática. Cuando están en marcha funcionan a velocidad máxima.</i>

Nivel 1. Control por etapas.
<i>El/los compresores/es se arrancan y paran de forma automática. Cuando están en marcha modifican su velocidad de giro por etapas o escalones.</i>
<p><i>Por ejemplo:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Dependiendo de la carga o la demanda se podrá gestionar el paro marcha de los compresores en escalón.</i>

Nivel 2. Control variable.
<i>El/los compresores/es se arrancan y paran de forma automática. Cuando están en marcha funcionan a velocidad variable en función de la carga o demanda.</i>
<p><i>Por ejemplo:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Dependiendo de la carga o demanda se podrá controlar el bypass de gas caliente o la frecuencia de giro del compresor invertir.</i>

Nivel 3. Control variable y flexible
<i>El/los compresores/es se arrancan y paran de forma automática. Cuando están en marcha funcionan a velocidad variable en función de la carga o demanda y de las señales (necesidades) de la red eléctrica exterior.</i>
El generador (en este caso bomba de calor) es capaz de regular o modular su potencia de salida y de entrada (consumo) en función de las necesidades reales del edificio (demanda) y de las necesidades de la red eléctrica, respondiendo de manera activa a las señales que recibe de ésta, desplazando su curva de consumo.

Secuenciación de diferentes generadores de calor (H2d)

OBJETIVO

El objetivo es priorizar el funcionamiento de varios generadores de calor, aplicando la función de control a uno o varios generadores de ellos.

Esta función de control solo se aplica a un sistema con varios generadores de calor.

Un generador determinado de la lista de prioridades se pone en marcha solo si los generadores de mayor prioridad están funcionando a plena carga.

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

<i>Nivel 0. Las prioridades solo se basan en el tiempo de funcionamiento.</i>

<i>A cada generador se le asigna una prioridad buscando igualar los tiempos de funcionamiento</i>

<i>Nivel 1. Control según una prioridad fija.</i>

<i>A cada generador se le asigna una prioridad fija de forma arbitraria.</i>
--

<i>Nivel 2. Control según lista dinámica de prioridades.</i>
--

<i>A cada generador se le asigna una prioridad dinámica en función de la carga, teniendo en cuenta las capacidades instantáneas de los generadores.</i>

<i>Nivel 3. Control según la lista de prioridades dinámicas basada en predicciones.</i>

<i>A cada generador se le asigna una prioridad dinámica basada en la carga, teniendo en cuenta las eficiencias instantáneas de los generadores.</i>

<i>Nivel 4. Control según la lista de prioridades dinámicas basada en predicciones. Además, se incluye un control basado en señales externas de la red.</i>

<i>A cada generador se le asigna una prioridad dinámica basada en la carga, considerando las eficiencias instantáneas de los generadores y las señales de la red externa.</i>

Reporte de información sobre el funcionamiento del Sistema de Calefacción (H3)

OBJETIVO

El objetivo es informar a los ocupantes del edificio y a los responsables de las instalaciones sobre el rendimiento del sistema de calefacción.

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

Nivel 0. Sin informes.

Nivel 1. Informes centrales o remotos de los Kepis de rendimiento actuales.

El rendimiento del sistema se informa en términos de indicadores instantáneos, ya sea de forma centralizada en un tablero físico que se muestra en un subsistema o de forma remota en un dispositivo móvil.

Por ejemplo:

- *La temperatura de producción de agua caliente se muestra en una pantalla en el generador de calefacción.*
- *Los indicadores, como la potencia de calefacción instantánea, se muestran en una aplicación móvil conectada mediante Wifi al sistema de calefacción.*

Nivel 2. Informes centrales o remotos de KPIs de rendimiento actuales y con datos históricos.

Como el anterior pero también con información de indicadores históricos.

Nivel 3. Informes centrales o remotos de los KPIs de funcionamiento, con datos históricos y de evaluación, incluidos pronósticos y/o evaluaciones comparativas.

Como el anterior, pero incluyendo análisis sobre previsión del rendimiento futuro y/o evaluación comparativa del rendimiento del sistema.

Nivel 4. Informes centrales o remotos de los KPIs de funcionamiento, con datos históricos y de evaluación, incluidos pronósticos y/o evaluaciones comparativas. Se incluyen también gestión predictiva y detección de fallos.

Como el anterior, pero incluyendo funcionalidades de gestión predictiva y detección de fallos.

Flexibilidad e integración con la red (H4)

OBJETIVO

El objetivo es proporcionar servicios de flexibilidad o interactuar con la red eléctrica, aplicando la función de control a uno o varios subsistemas o componentes del sistema de calefacción. Se minimizará el impacto sobre las condiciones de confort interior.

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

<i>Nivel 0. No se dispone.</i>

<i>Nivel 1. Operación programada del sistema de calefacción.</i>
--

<i>Se podrá programar el funcionamiento del sistema de calefacción, priorizando determinados tiempos, que pueden correlacionarse indirectamente con señales externas de la red.</i>

<i>Nivel 2. Control de autoaprendizaje del sistema de calefacción.</i>
--

<i>El funcionamiento del sistema de calefacción puede servir como parametrización de la respuesta térmica del edificio o unidad del edificio; dicha información puede aprovecharse para adaptar el funcionamiento del sistema de calefacción a las señales de la red.</i>

<i>Por ejemplo:</i>

<i>– El sistema de calefacción incorpora IA para ajustar automáticamente su funcionamiento, teniendo en cuenta indirectamente el retraso en la respuesta de la temperatura interior debido a la inercia térmica del edificio.</i>

<i>Nivel 3. Control flexible a través de señales de red.</i>
--

<i>El funcionamiento del sistema de calefacción podrá modificarse en función de las señales de la red.</i>
--

<i>– El sistema de calefacción puede incorporar en su algoritmo de control señales de la red (por ejemplo, precio de la electricidad) y ajustar su funcionamiento en consecuencia.</i>
--

<i>Nivel 4. Control optimizado basado en predicciones locales y señales de red.</i>

<i>El funcionamiento del sistema de calefacción puede modificarse en función de las señales de la red externa y del rendimiento previsto del sistema.</i>

<i>Como el anterior pero el rendimiento previsto del sistema se incorpora en el algoritmo de control del sistema de calefacción. Como resultado, el funcionamiento del sistema se optimiza según uno o varios parámetros, como por ejemplo los costes operativos.</i>



ÁMBITO REFRIGERACIÓN (C)

Control de emisión de refrigeración (C1a). Todos los emisores excepto TABS.

Control de emisión térmica para TABS. Modo refrigeración (C1b). Solo TABS.

Control de la temperatura del agua fría de la red de distribución. Impulsión y retorno (C1c)

Control de las bombas en las redes de distribución (C1d)

Enclavamiento: evitando calefacción y refrigeración simultáneas en el mismo espacio (C1f)

Control de operación del Almacenamiento de Energía Térmica (TES) (C1g). TABS no se consideran TES.

Control de generación para refrigeración (C2a). Solo para bombas de calor.

Secuenciación de diferentes generadores de refrigeración (C2b)

Reporte de información sobre el rendimiento del sistema de refrigeración (C3)

Flexibilidad e interacción con la red (C4)

ÁMBITO REFRIGERACIÓN (C)

Control de emisión de refrigeración (C1a). Todos los emisores excepto TABS.

OBJETIVO

El objetivo es ajustar el calor eliminado a nivel de espacio, preferiblemente aplicando la función de control al emisor de frío.

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

Nivel 0. Sin control automático de la temperatura en el espacio.

Control manual de marcha/paro del emisor térmico, sin ningún control automático de la temperatura en el espacio.

El emisor se controla manualmente mediante la operación humana de los actuadores vinculados al equipo.

Por ejemplo:

- Sistemas hidráulicos cuyas válvulas no termostáticas pueden accionarse manualmente.
- Refrigeradores eléctricos sin termostato.

Nivel 1. Control automático central, controlando indirectamente uno o más espacios, actuando sobre la distribución o sobre la generación sin considerar la demanda local de los diferentes espacios.

El calor extraído del espacio se regula mediante una función de control no exclusiva del espacio a controlar. Por tanto, se supone una demanda térmica similar en diferentes partes del edificio.

Solo control automático central, controlando indirectamente una o más estancias actuando sobre la distribución o sobre la generación sin tener en cuenta la demanda local de cada una de ellas. Los emisores se controlan automáticamente a través de un controlador central, en base a una única temperatura de referencia.

Por ejemplo:

- Instalaciones de agua fría con válvula termostática conforme a EN 215 a nivel de planta.
- Instalaciones de agua fría con controladores electrónicos no comunicados conforme a EN 120S8-1.
- Instalaciones eléctricas con controladores electrónicos no comunicados conforme a EN 120S8-3.

Nivel 2. Control automático individual de ambientes sin comunicación entre controladores y BACS.

El calor extraído del espacio se ajusta mediante una función de control exclusiva del espacio a controlar, sin ningún intercambio de información fuera de dicho espacio.

Control individual por espacios (por ejemplo, válvulas termostáticas o controlador electrónico): ofrece un mayor nivel de eficiencia energética, comodidad, facilidad de uso y mejor salud y bienestar para los ocupantes del edificio.

Por ejemplo:

- *Instalaciones de agua fría con válvula termostática conforme a EN 215 a nivel de radiadores.*
- *Instalaciones de refrigeración con controladores electrónicos no comunicantes según EN 1550-1 a nivel de espacio.*

Nivel 3. Control individual por espacios con comunicación entre los controladores y BACS.

El calor extraído del espacio se ajusta mediante una función de control exclusiva con intercambio de información fuera del espacio a controlar.

Como el anterior, pero con funciones de comunicación.

Las funciones de comunicación permitirán el intercambio de puntos de ajuste, demanda y otra información de estado. Además, obtener la demanda de energía para su posterior uso para controlar la distribución y los generadores, manteniendo el tiempo de funcionamiento al mínimo y los setpoints óptimos.

Nivel 4. Control individual por espacios con comunicación entre controladores y BACS y detección/control de demanda.

El calor extraído del espacio se ajusta mediante una función de control, junto con la detección de ocupación, exclusiva del espacio a controlar con intercambio de información fuera de dicho espacio.

Como el anterior, pero con funciones de control de detección de ocupación.

La función de control de detección de ocupación generalmente no se aplica a ningún sistema de emisión de frío de reacción lenta con masa térmica relevante (por ejemplo, vigas frías, etc.).

Control de emisión térmica para TABS. Modo refrigeración (C1b). Solo TABS.

OBJETIVO

El objetivo es modular el calor extraído del ambiente, preferiblemente aplicando la función de control al emisor de frío.

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

<i>Nivel 0. Sin control automático de la temperatura del espacio.</i>
<i>Encendido y apagado manual, sin ningún control automático de la temperatura ambiente.</i>
<i>El emisor se controla manualmente mediante la operación humana de los actuadores vinculados al equipo.</i>

<i>Nivel 1. Control automático central.</i>
<i>El calor extraído a nivel de TABS de la zona se regula mediante una función de control no exclusiva del ambiente a controlar, posiblemente basada en la temperatura exterior filtrada.</i>
<i>Los emisores se controlan automáticamente a través de un controlador central automático, en base a una única temperatura de referencia.</i>
<i>Por ejemplo:</i>
<i>- Control de temperatura del agua de impulsión con compensación de temperatura exterior.</i>

<i>Nivel 2. Control automático central avanzado.</i>
<i>El calor extraído a nivel de TABS de la zona se regula mediante una función de control no exclusiva del ambiente a controlar, con el objetivo de mantener la temperatura interior dentro del rango de confort y minimizando, al mismo tiempo, la demanda de energía.</i>
<i>Los emisores se controlan automáticamente a través de un controlador central automático, en base a una única temperatura de referencia. Además, el control busca mantener la temperatura dentro de un rango de confort para minimizar la demanda energética.</i>
<i>Por ejemplo:</i>
<i>- Control de temperatura del agua de impulsión con compensación de temperatura exterior junto con retroalimentación de temperatura ambiente.</i>

<i>Nivel 3. Control automático central avanzado con funcionamiento intermitente.</i>
<i>El calor extraído a nivel de TABS de la zona se regula mediante una función de control no exclusiva del ambiente a controlar, con el objetivo de mantener la temperatura interior dentro del rango de confort y minimizando, al mismo tiempo, la demanda de</i>

energía. Además, la bomba de circulación se apaga periódicamente para ahorrar energía eléctrica. Control automático central avanzado con control de retroalimentación de la temperatura ambiente.

El calor extraído a nivel de TABS de la zona se regula mediante una función de control no exclusiva del ambiente a controlar, con el objetivo de mantener la temperatura interior dentro del rango de confort minimizando al mismo tiempo la demanda de energía. Además, la temperatura del agua de suministro se corrige para adaptarse a la variación diaria no predecible de la ganancia de calor.

Control automático central avanzado con funcionamiento intermitente.

Los emisores se controlan automáticamente a través de un controlador central automático, en base a una única temperatura de referencia. Además, el control busca mantener la temperatura dentro de un rango de confort para minimizar la demanda energética. Además, la bomba de circulación se apaga periódicamente para ahorrar energía eléctrica.

Por ejemplo:

- Control de temperatura del agua de suministro con compensación de temperatura exterior junto con retroalimentación de temperatura ambiente.

Control de la temperatura del agua fría de la red de distribución. Impulsión y retorno (C1c)

OBJETIVO

El objetivo es ajustar la temperatura del agua de distribución, preferiblemente aplicando la función de control al generador de frío.

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

<i>Nivel 0. Sin control automático.</i>

<i>Control por temperatura constante</i>
--

<i>Nivel 1. Control compensado por temperatura exterior.</i>
--

<i>La temperatura media de distribución del agua aumenta en función de la compensación de la temperatura exterior.</i>
--

<i>La temperatura media de distribución del agua aumenta en función de la compensación de la temperatura exterior.</i>
--

Por ejemplo:

- Controlador electrónico no comunicante conforme a EN 120S8-1 o EN 120S8-3.

<i>.Nivel 2. Control basado en la demanda.</i>
--

<i>La temperatura media distribuida del agua aumenta según las mediciones de temperatura interior.</i>
--

<i>La temperatura media distribuida del agua aumenta según las mediciones de temperatura interior.</i>
--

Por ejemplo:

- Controlador electrónico no comunicante conforme a EN 120S8-1 o EN 120S8-3. Además, los modos de funcionamiento del controlador se basan en mediciones de temperatura interior, como el modo de funcionamiento confort y/o económico

Control de las bombas en las redes de distribución (C1d)

OBJETIVO

El objetivo es reducir la demanda de energía auxiliar de las bombas aplicando, para ello, la función de control a las mismas.

Las bombas controladas se pueden instalar en diferentes niveles de la red.

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

Nivel 0. Sin control automático, solo funciones de protección. Nivel 1. Control de marcha/paro.
Las bombas se encienden y apagan automáticamente. Cuando están encendidas, funcionan a máxima velocidad.
Nivel 1. Control de marcha/paro.
Las bombas se encienden y apagan automáticamente. Cuando están encendidas, funcionan a máxima velocidad.
Nivel 2. Control de varias etapas.
Las bombas se encienden y apagan automáticamente. Cuando están encendidas, pueden funcionar a diferentes velocidades según varios escalonamientos fijos.
Nivel 3. Control de bomba de velocidad variable.
Las bombas se encienden y apagan automáticamente. Cuando están encendidas, pueden funcionar a diferentes velocidades según un Δp constante o variable.
Nivel 4. Control avanzado de bomba de velocidad variable.
Las bombas se encienden y apagan automáticamente. Cuando están encendidas, pueden funcionar a diferentes velocidades según el Δp variable siguiendo una señal de demanda externa.
Las bombas se encienden y apagan automáticamente. Cuando están encendidas, pueden funcionar a diferentes velocidades según el Δp variable siguiendo una señal de demanda externa. La señal de demanda externa puede basarse, por ejemplo, en requisitos hidráulicos, diferencia de temperatura, optimización de energía o una evaluación de la demanda para reducir la demanda de energía auxiliar de las bombas.

Enclavamiento: evitando calefacción y refrigeración simultáneas en el mismo espacio (C1f)

OBJETIVO

El objetivo es evitar el aporte de calefacción y refrigeración en un espacio de forma simultánea. Depende del principio del sistema.

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

<i>Nivel 0. Sin enclavamiento.</i>

<i>Los dos sistemas se controlan de forma independiente.</i>
--

<i>Nivel 1. Enclavamiento parcial.</i>
--

<i>Se minimiza la posibilidad de calentamiento y enfriamiento simultáneos.</i>
--

<i>Por ejemplo:</i>

<i>- Cuando el aire acondicionado sirve a varios espacios con una temperatura de aire de suministro, pero las emisiones se controlan a nivel de espacio, los puntos de ajuste para el suministro de aire centralizado se pueden cambiar para reducir el enclavamiento.</i>
--

<i>Nivel 2. Enclavamiento total.</i>

<i>La función de control permite garantizar que no habrá calefacción y refrigeración simultáneas.</i>

<i>Por ejemplo:</i>

<i>- La configuración hidráulica o el cambio total del funcionamiento del sistema de generación impiden la calefacción y la refrigeración simultáneas.</i>
--

Control de operación del Almacenamiento de Energía Térmica (TES) (C1g). TABS no se consideran TES.

OBJETIVO

El objetivo es gestionar la carga de sistemas de almacenamiento de energía térmica.

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

<i>Nivel 0. Operación de almacenamiento continuo.</i>

<i>La carga del TES está habilitada todo el tiempo.</i>

<i>Nivel 1. Control programado en el tiempo.</i>
--

<i>La carga del TES se habilita durante el tiempo definido por uno o varios horarios.</i>

<i>Nivel 2. Control de predicción de carga.</i>

<i>La carga del TES está habilitada todo el tiempo, pero el estado de carga se reduce cuando no es necesario, de acuerdo a la predicción de carga.</i>
--

<i>Nivel 3. Control flexible mediante señales de red.</i>

<i>La carga del TES está habilitada todo el tiempo, pero se prioriza la carga según las señales recibidas de la red.</i>
--

Control de generación para refrigeración (C2a). Solo para bombas de calor.

OBJETIVO

El objetivo es maximizar la eficiencia energética en el proceso de generación térmica aplicando, para ello, la función de control al generador de frío.

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

<i>Nivel 0. Control marcha/paro.</i>

<i>El compresor arranca y para automáticamente. Cuando está en funcionamiento, opera a máxima velocidad.</i>
--

<i>Nivel 1. Control multietapa.</i>

<i>El compresor arranca y para automáticamente. Cuando está en funcionamiento, puede modificar su velocidad de giro de acuerdo según un escalonamiento fijo.</i>
--

<i>Nivel 2. Control de velocidad variable.</i>
--

<i>El compresor arranca y para automáticamente. Cuando está en funcionamiento, puede modificar su velocidad de giro de forma proporcional según la carga o demanda térmica.</i>

<i>Por ejemplo:</i>

<i>- Dependiendo de la carga o de la demanda, el bypass de gas caliente o el control de frecuencia del inversor.</i>
--

<i>Nivel 3. Control de velocidad variable avanzado.</i>

<i>El compresor arranca y para automáticamente. Cuando está en funcionamiento, puede modificar su velocidad de giro de forma proporcional según la carga o demanda térmica, pudiendo adaptar su funcionamiento en base a señales externas de la red.</i>
--

Secuenciación de diferentes generadores de refrigeración (C2b)

OBJETIVO

El objetivo es priorizar el funcionamiento de varios generadores de frío, aplicando la función de control a uno o varios generadores de ellos. Esta función de control solo se aplica a un sistema con un conjunto de diferentes generadores de calor.

Un generador determinado en la lista de prioridades está funcionando solo si los generadores de mayor prioridad están funcionando a plena carga.

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

Nivel 0. Las prioridades solo se basan en el tiempo de funcionamiento.
A cada generador se le asigna una prioridad buscando igualar los tiempos de funcionamiento

Nivel 1. Control según prioridad fija.
A cada generador se le asigna una prioridad fija arbitraria.

Nivel 2. Control según lista dinámica de prioridades.
A cada generador se le asigna una prioridad dinámica en función de la carga, considerando las capacidades instantáneas de los generadores.

Nivel 3. Control según lista de prioridades dinámica basada en predicción.
A cada generador se le asigna una prioridad dinámica basada en la carga, considerando las eficiencias instantáneas de los generadores.

Nivel 4. Control según lista de prioridades dinámica basada en predicción. Además, existe un control basado en señales externas de la red.
A cada generador se le asigna una prioridad dinámica basada en la carga, considerando las eficiencias instantáneas de los generadores y las señales de la red externa.

Reporte de información sobre el rendimiento del sistema de refrigeración (C3)

OBJETIVO

El objetivo es informar a los ocupantes del edificio y al personal de mantenimiento y gestión de las instalaciones sobre el rendimiento del sistema de refrigeración.

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

Nivel 0. Ninguno.

Nivel 1. Información central o remota de los KPIs de funcionamiento en tiempo real.

El rendimiento del sistema se informa en términos de indicadores instantáneos, ya sea de forma centralizada en un tablero físico que se muestra en un subsistema o de forma remota en un dispositivo móvil.

Por ejemplo:

- La temperatura de producción de agua fría se muestra en una pantalla en el generador de refrigeración.
- Los indicadores, como la potencia de refrigeración instantánea, se muestran en una aplicación móvil conectada vía Wifi al sistema de refrigeración.

Nivel 2. Información central o remota de los KPIs de funcionamiento en tiempo real y con datos históricos.

Como el anterior pero también con información de indicadores históricos.

Nivel 3. Información central o remota de los KPIs de funcionamiento en tiempo real y con datos históricos, incluyendo previsiones y evaluación comparativa.

Como el anterior, pero incluyendo análisis sobre previsión del rendimiento futuro y/o evaluación comparativa del rendimiento del sistema.

Nivel 4. Información central o remota de los KPIs de funcionamiento en tiempo real y con datos históricos, incluyendo previsiones y evaluación comparativa. Se incluye también gestión predictiva y detección de fallos.

Como el anterior, pero incluyendo funcionalidades de gestión predictiva y detección de fallos.

Flexibilidad e interacción con la red (C4)

OBJETIVO

El objetivo es proporcionar servicios de flexibilidad o interactuar con la red eléctrica, aplicando la función de control a uno o varios subsistemas o componentes del sistema de refrigeración.

Se minimizará el impacto sobre las condiciones de confort interior.

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

<i>Nivel 0. Ninguno.</i>

<i>Nivel 1. Operación programada del sistema de refrigeración.</i>
--

<i>Se podrá programar el funcionamiento del sistema de refrigeración, priorizando determinados tiempos, lo que puede correlacionarse indirectamente con señales externas de la red.</i>

<i>Nivel 2. Control de autoaprendizaje del sistema de refrigeración.</i>
--

<i>El funcionamiento del sistema de refrigeración puede servir como parametrización de la respuesta térmica del edificio o unidad de edificio; dicha información puede aprovecharse para adaptar el funcionamiento del sistema de refrigeración a señales de la red externas.</i>

<i>Por ejemplo:</i>

<i>– El sistema de refrigeración incorpora IA para ajustar automáticamente su funcionamiento, teniendo en cuenta indirectamente el retraso en la respuesta de la temperatura interior debido a la inercia térmica del edificio.</i>

<i>Nivel 3. Control flexible mediante señales de red.</i>

<i>El funcionamiento del sistema de refrigeración podrá modificarse en función de señales externas de la red.</i>

<i>Por ejemplo:</i>

<i>– El sistema de refrigeración es capaz de incorporar en su algoritmo de control señales de la red (p. ej., precio de la electricidad), y ajustar su funcionamiento en consecuencia.</i>
--

<i>Nivel 4. Control optimizado basado en predicciones locales y señales de la red.</i>
--

<i>El funcionamiento del sistema de refrigeración puede modificarse según las señales de la red externa y el rendimiento previsto del sistema.</i>
--

<i>Como el anterior pero el rendimiento previsto del sistema se incorpora en el algoritmo de control del sistema de refrigeración. Como resultado, el funcionamiento del sistema se optimiza según uno o varios parámetros, como por ejemplo los costes operativos.</i>



ÁMBITO AGUA CALIENTE SANITARIA (DHW)

Control de carga del acumulador de ACS (con calefacción eléctrica directa o bomba de calor eléctrica integrada) (DHW1a)

Control de la carga del almacenamiento de ACS (DHW1b)

Control de la carga del almacenamiento de ACS (mediante generación de agua caliente) (DHW1b)

Control de carga del acumulador de ACS (con colector solar y generación de calor suplementaria) (DHW1d)

Secuenciación en caso de diferentes generadores de ACS (DHW2b)

Reporte de información sobre el funcionamiento del Sistema de Agua Caliente Sanitaria (DHW3)

ÁMBITO AGUA CALIENTE SANITARIA (DHW)

Control de carga del acumulador de ACS (con calefacción eléctrica directa o bomba de calor eléctrica integrada) (DHW1a)

OBJETIVO

El objetivo es reducir la temperatura media del almacenamiento de ACS, preferiblemente aplicando la función de control a la carga del almacenamiento de energía.

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

Nivel 0. Control automático de paro/marcha.

El almacenamiento se enciende y apaga automáticamente en función de la temperatura del almacenamiento de ACS.

Nivel 1. Control automático de paro/marcha con disponibilidad de programación de carga.

La carga del acumulador de ACS se habilita en horarios específicos, bloqueando la carga en las franjas horarias complementarias.

Nivel 2. Control automático de paro/marcha con disponibilidad de programación de carga, y gestión del almacenamiento con multisensor.

La carga del acumulador de ACS se habilita en horarios específicos, bloqueando la carga en las franjas horarias complementarias. Además, la detección multisensor identifica la capacidad calorífica restante del depósito, evitando una recarga anticipada.

Nivel 3. Control automático basado en la disponibilidad local de energías renovables o información de la red eléctrica.

La carga del almacenamiento de ACS está habilitada todo el tiempo, pero se prioriza la carga según las señales recibidas de la red.

Control de la carga del almacenamiento de ACS (DHW1b)

OBJETIVO

El objetivo es reducir la temperatura media del almacenamiento de ACS, preferiblemente aplicando la función de control a la carga del almacenamiento de ACS.

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

Nivel 0. Sin disponibilidad.

Nivel 1. Con disponibilidad de depósito/s de almacenamiento de agua caliente (HW).
--

Se dispone de depósitos de almacenamiento de agua caliente conectados a la instalación de ACS. Se controlan en función de configuraciones internas o señales sin capacidad de comunicarse con BACS o la red.
--

Por ejemplo,

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - El almacenamiento de agua caliente está habilitado todo el tiempo; - Se habilita el almacenamiento de agua caliente durante el tiempo definido por uno o varios horarios. |
|--|

Nivel 2. Control automático de carga basado en la disponibilidad local de renovables o información de la red eléctrica (DR, DSM).

Se dispone de depósitos de almacenamiento de agua caliente conectados a la instalación de ACS. Se controlan considerando señales externas con capacidad de comunicarse con BACS (por ejemplo, generación renovable in situ) o con la red (por ejemplo, respuesta a la demanda – DR).
--

Control de la carga del almacenamiento de ACS (mediante generación de agua caliente) (DHW1b)

OBJETIVO

El objetivo es reducir la temperatura media del almacenamiento de ACS, preferiblemente aplicando la función de control a la carga del almacenamiento de ACS.

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

<i>Nivel 0. Control automático de paro/marcha.</i>
--

<i>El almacenamiento se enciende y apaga automáticamente en función de la temperatura del almacenamiento de ACS.</i>
--

<i>Nivel 1. Control automático de paro/marcha con disponibilidad de programación de carga.</i>
--

<i>La carga del acumulador de ACS se habilita en horarios específicos, bloqueando la carga en las franjas horarias complementarias.</i>

<i>Nivel 2. Control automático de paro/marcha con disponibilidad de programación de carga, y gestión del almacenamiento con multisensor.</i>
--

<i>La carga del acumulador de ACS se habilita en horarios específicos, bloqueando la carga en las franjas horarias complementarias. Además, la detección multisensor identifica la capacidad calorífica restante del depósito, evitando una recarga anticipada. Alternativamente, se proporciona información sobre la temperatura del agua de suministro al generador de calor.</i>

<i>Nivel 3. Control automático basado en señales externas.</i>
--

<i>Por ejemplo, en respuesta a precios o tarifas dinámicas, licitaciones de demanda que responden a los precios, restricciones voluntarias y obligadas contractualmente, y control/cíclico directo de carga.</i>
--

Control de carga del acumulador de ACS (con colector solar y generación de calor suplementaria) (DHW1d)

OBJETIVO

El objetivo es maximizar la carga del almacenamiento de ACS a través de colectores solares, preferiblemente aplicando la función de control a la carga del almacenamiento de ACS.

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

<i>Nivel 0. Control de selección manual.</i>
--

<i>Nivel 1. Control automático de la carga de almacenamiento solar (prioridad 1) y de la carga de almacenamiento suplementario (prioridad 2).</i>
<i>La carga del acumulador de ACS está siempre habilitada, priorizándose la carga mediante el aporte solar a la carga mediante el sistema de generación de apoyo.</i>

<i>Nivel 2. Control automático de la carga de almacenamiento solar (prioridad 1) y de la carga de almacenamiento de apoyo (prioridad 2). Además, control de temperatura de suministro en función de la demanda o gestión de almacenamiento multisensor.</i>
<i>La carga del acumulador de ACS está siempre habilitada, priorizándose la carga mediante el aporte solar a la carga de almacenamiento del apoyo de ACS. Además, la detección multisonda identifica la capacidad calorífica restante del depósito, evitando una recarga anticipada. Alternativamente, se proporciona información sobre la temperatura del agua de suministro al generador de calor.</i>

<i>Nivel 3. Control automático de la carga de almacenamiento solar (prioridad 1) y de la carga de almacenamiento de apoyo (prioridad 2). Además, control de temperatura de suministro y retorno basado en la demanda y gestión de almacenamiento multisensor.</i>
<i>La carga del acumulador de ACS está siempre habilitada, priorizándose la carga mediante el aporte solar a la carga de almacenamiento del apoyo de ACS. Además, la detección multisonda identifica la capacidad calorífica restante del depósito, evitando una recarga anticipada. Alternativamente, se proporciona información sobre la temperatura del agua de suministro y retorno.</i>

Secuenciación en caso de diferentes generadores de ACS (DHW2b)

OBJETIVO

El objetivo es priorizar el funcionamiento de varios generadores de calor, aplicando la función de control a uno o varios generadores de calor.

Esta función de control solo se aplica a un sistema con un conjunto de diferentes generadores de calor. Un generador determinado en la lista de prioridades está funcionando solo si los generadores de mayor prioridad están funcionando a plena carga.

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

Nivel 0. Las prioridades solo se basan en el tiempo de funcionamiento.
--

A cada generador se le asigna una prioridad buscando igualar los tiempos de funcionamiento.

Nivel 1. Control según una prioridad fija.
--

A cada generador se le asigna una prioridad fija de forma arbitraria.

Nivel 2. Control según lista dinámica de prioridades.

A cada generador se le asigna una prioridad dinámica en función de la carga, teniendo en cuenta las capacidades instantáneas de los generadores.
--

Nivel 3. Control según la lista de prioridades dinámicas basada en predicciones.
--

A cada generador se le asigna una prioridad dinámica basada en la carga, teniendo en cuenta las eficiencias instantáneas de los generadores.
--

Nivel 4. Control según la lista de prioridades dinámicas basada en predicciones.
--

Además, se incluye un control basado en señales externas de la red.

A cada generador se le asigna una prioridad dinámica basada en la carga, considerando las eficiencias instantáneas de los generadores y las señales de la red externa.
--

Reporte de información sobre el funcionamiento del Sistema de Agua Caliente Sanitaria (DHW3)

OBJETIVO

El objetivo es informar a los ocupantes del edificio y a los responsables de las instalaciones sobre el rendimiento del sistema de agua caliente sanitaria.

NIVELES DE FUNCIONAMIENTO

Nivel 0. Sin informes.

Nivel 1. Indicación de valores en tiempo real (por ejemplo, temperaturas, submedición, uso de energía).

El rendimiento del sistema se informa en términos de indicadores instantáneos, ya sea de forma centralizada en un display físico que se muestra en un subsistema o de forma remota en un dispositivo móvil.

Por ejemplo:

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - La temperatura de producción de agua caliente se muestra en una pantalla en el generador de ACS. - Los indicadores, como la potencia de calefacción instantánea, se muestran en una aplicación móvil conectada vía WiFi al sistema de ACS. |
|---|

Nivel 2. Valores en tiempo real y datos históricos.

Como el anterior pero también con información de indicadores históricos.
--

Nivel 3. Evaluación del funcionamiento, incluida la previsión y/o la evaluación comparativa.
--

Como el anterior, pero incluyendo análisis sobre previsión de rendimiento futuro y/o evaluación comparativa del rendimiento del sistema.
--

Nivel 4. Evaluación del rendimiento, incluida la previsión y/o la evaluación comparativa, además de la gestión predictiva y la detección de fallos.

Como el anterior, pero incluyendo funcionalidades de gestión predictiva y detección de fallos.
--



ÁMBITO VENTILACIÓN (V)

Control del caudal de impulsión de aire a nivel del espacio (V1a)

Control de caudal o presión de aire a nivel de la unidad de tratamiento del aire (V1c)

Control de recuperación de calor: prevención del sobrecalentamiento (V2c)

Control de la temperatura del aire de impulsión a nivel de la unidad de tratamiento de aire (V2d)

Enfriamiento gratuito con sistemas de ventilación mecánica (V3)

Reporte de información relativa al IAQ (VC)

ÁMBITO VENTILACIÓN (V)

Control del caudal de impulsión de aire a nivel del espacio (V1a)

OBJETIVO

El objetivo es ajustar el flujo de aire suministrado a nivel del espacio.

La función de control se aplica al ventilador, preferentemente a nivel del espacio a ventilar, en función de la ocupación.

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

Nivel 0. Sin control automático.

El sistema funciona constantemente o está controlado por un interruptor operado manualmente.

Nivel 1. Control por programación temporal.

El sistema se ejecuta según una programación temporal determinada. El sistema se ejecuta en determinados momentos. Cuando funciona, normalmente lo hace a máxima velocidad.

Nivel 2. Control por nivel ocupación.

El sistema se regula dependiendo de la ocupación. La ocupación se puede detectar a través de un interruptor de luz, sensores infrarrojos, etc. El sistema funciona cuando hay ocupación. Cuando funciona, normalmente lo hace a máxima velocidad.

Nivel 3. Control centralizado basado en la demanda.

El sistema funciona dependiendo de la calidad del aire interior a nivel de edificio. La calidad del aire interior se puede medir en términos de CO₂, COV, etc. El sistema funciona de acuerdo con la demanda general del área de servicio. Cuando funciona, puede hacerlo a una velocidad variable proporcional a la demanda.

Nivel 4. Control basado en la demanda de la sala.

El sistema funciona dependiendo de la calidad del aire interior a nivel de espacio. El sistema funciona dependiendo de la calidad del aire interior local. La calidad del aire interior se puede medir en términos de CO₂, COV, etc. El sistema funciona según la demanda de cada zona del área de servicio. Cuando funciona, puede hacerlo a una velocidad variable proporcional a la demanda.

Control de caudal o presión de aire a nivel de la unidad de tratamiento del aire (V1c)

OBJETIVO

El objetivo es ajustar el caudal de aire a nivel del controlador de aire. La función de control se aplica al sistema de tratamiento de aire.

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

Nivel 0. Sin control automático.

El sistema funciona continuamente y suministra caudal de aire a la carga máxima de todos los espacios.

Nivel 1. Control por tiempo de la marcha/paro.

El ventilador de aire se controla mediante un mecanismo de tiempo de marcha/paro. Durante el tiempo de ocupación nominal, la presión del ventilador es máxima. El sistema se ejecuta en determinados momentos. Cuando funciona, normalmente lo hace a máxima velocidad.

Nivel 2. Control por múltiples etapas.

El ventilador de aire se controla mediante un mecanismo de control de varias etapas. Cuando está encendido, la presión del ventilador puede variar en escalones o etapas predefinidos. El sistema se ejecuta en determinados momentos. Cuando se ejecuta, puede hacerlo a velocidades incrementales de varias etapas.

Nivel 3. Control automático de caudal o presión sin reset de presión.

El ventilador de aire se controla mediante la demanda de caudal de aire de los espacios. No se realiza ninguna reconfiguración de presión ni de zona crítica. El ventilador se apaga cuando la calidad del aire detectada está dentro de los valores establecidos en la configuración, que pueden ser constantes o variables (es decir, dinámicos).

Nivel 4. Control automático de caudal o presión con reset de presión.

El ventilador de aire se controla mediante la demanda de caudal de aire de los espacios. Se lleva a cabo una reconfiguración de presión o zona crítica.

Control de recuperación de calor: prevención del sobrecalentamiento (V2c)**OBJETIVO**

El objetivo es evitar el sobrecalentamiento en la unidad de recuperación de calor. La función de control se aplica a la unidad de recuperación de calor.

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

<i>Nivel 0. Sin control de sobrecalentamiento.</i>
--

<i>Nivel 1. Con control de sobrecalentamiento.</i>
--

<i>El control de sobrecalentamiento se aplica basándose en los sensores de temperatura en la salida de aire. El control de sobrecalentamiento puede detenerse, modular o baipasear el intercambiador de calor.</i>
--

<i>Nivel 2. Con control avanzado de sobrecalentamiento.</i>

<i>El control de sobrecalentamiento se aplica basándose en sensores de temperatura en varias estancias o usando un control predictivo. El control de sobrecalentamiento puede detenerse, modular o baipasear el intercambiador de calor.</i>
--

Control de la temperatura del aire de impulsión a nivel de la unidad de tratamiento de aire (V2d)

OBJETIVO

El objetivo es determinar el punto de ajuste de la temperatura del aire de impulsión a nivel del controlador de aire.

La función de control se aplica preferentemente a nivel del controlador de aire.

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

<i>Nivel 0. Sin control automático.</i>

<i>Nivel 1. Punto de consigna constante.</i>
--

<i>Un circuito de control permite controlar la temperatura del aire de impulsión, el punto de ajuste es constante y solo puede modificarse mediante una acción manual.</i>
--

<i>Nivel 2. Punto de consigna variable con compensación de temperatura exterior.</i>
--

<i>Un circuito de control permite controlar la temperatura del aire de impulsión. El punto de ajuste es una función simple de la temperatura exterior (por ejemplo, función lineal).</i>
--

<i>Nivel 3. Punto de consigna variable con compensación dependiente de la carga.</i>
--

<i>Un circuito de control permite controlar la temperatura del aire de impulsión. El punto de ajuste se define en función de las cargas en la estancia. Normalmente, esto solo se puede lograr con un sistema de control integrado que permita recopilar las temperaturas o la posición del actuador en las diferentes estancias.</i>

Enfriamiento gratuito con sistemas de ventilación mecánica (V3)

OBJETIVO

El objetivo es enfriar el edificio usando la ventilación mecánica mientras este está en modo desocupado.

La función de control se aplica al sistema de ventilación mecánica.

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

<i>Nivel 0. Sin control automático.</i>

<i>Nivel 1. Refrigeración nocturna.</i>

<i>La cantidad de aire exterior se ajusta al máximo durante el período desocupado siempre que, en primer lugar, la temperatura ambiente esté por encima del punto de ajuste para el período de confort y, en segundo lugar, la diferencia entre la temperatura interior y la temperatura exterior esté por encima de un límite determinado.</i>

<i>Nivel 2. Enfriamiento gratuito.</i>
--

<i>La cantidad de aire exterior y de recirculación de aire se modulan durante todos los periodos de tiempo para minimizar la cantidad de energía consumida por el sistema de refrigeración mecánica. El cálculo se realiza en base a las temperaturas.</i>
--

<i>Nivel 3. Control por regulación entálpica.</i>

<i>La cantidad de aire exterior y de recirculación de aire se modulan durante todos los periodos de tiempo para minimizar la cantidad de energía consumida por el sistema de refrigeración mecánica. El cálculo se realiza teniendo en cuenta tanto la temperatura como la humedad del aire (entalpía).</i>

Reporte de información relativa al IAQ (VC)

OBJETIVO

El objetivo es informar a los ocupantes del edificio y al personal responsable del mantenimiento y gestión de las instalaciones sobre el funcionamiento del sistema de ventilación mecánica con relación a los parámetros de calidad del aire interior (IAQ).

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

Nivel 0. Sin informes.

Nivel 1. Sensores de calidad del aire y monitorización autónoma en tiempo real
--

<i>Presencia en el edificio de sensores de calidad del aire (por ejemplo, CO₂, COV...) y supervisión autónoma en tiempo real. La calidad del aire del edificio se informa en términos de indicadores instantáneos, ya sea de forma centralizada en un panel físico que se muestra en un subsistema o de forma remota en un dispositivo móvil.</i>

<i>Por ejemplo:</i>

<i>– Los indicadores, como la concentración de CO₂, se muestran en una aplicación móvil conectada mediante WiFi al sistema de ventilación.</i>

Nivel 2. Monitorización en tiempo real e información histórica de IAQ disponible para los ocupantes.
--

<i>Además de los sensores y monitorización en tiempo real, los ocupantes disponen de información histórica sobre la calidad del aire. Como el anterior pero también con información de indicadores históricos.</i>
--

Nivel 3. Monitoreo en tiempo real e información histórica de IAQ disponible para los ocupantes + información sobre necesidades de mantenimiento o acciones de los ocupantes

<i>Además de las funcionalidades incluidas en el nivel 2, el sistema proporciona alertas sobre necesidades de mantenimiento o acciones recomendadas para los ocupantes (por ejemplo, abrir ventanas).</i>

<i>Como el anterior, pero incluyendo alertas para activar la acción de los ocupantes. Por ejemplo, relacionados con necesidades de mantenimiento (por ejemplo, cambiar un filtro).</i>
--



ÁMBITO ILUMINACIÓN (L)

Control de ocupación para iluminación interior (L1a)

Control de la potencia de iluminación artificial en función de los niveles de luz natural (L2)

ÁMBITO ILUMINACIÓN (L)

Control de ocupación para iluminación interior (L1a)

OBJETIVO

A partir de estudios de campo sobre el comportamiento de los ocupantes en relación con el encendido y apagado manual de la iluminación en edificios del sector terciario (escuelas y oficinas) se concluyó que: la probabilidad de encender las luces en un área está relacionada con la iluminación mínima del área de trabajo, que las luces tienden a encenderse solo al entrar en un espacio y apagarse solo al salir y que, normalmente, cuando se encienden las luces, todas o ninguna de las luces de la habitación están encendidas.

En este servicio se evalúa el control del consumo de energía eléctrica del sistema de iluminación para evitar el encendido de luminarias cuando las estancias no están ocupadas.

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

La función de control se aplica a luminarias a nivel de habitación.

Nivel 0. Interruptor de encendido/apagado manual.

El control de iluminación del edificio es únicamente manual. Las luminarias se encienden y apagan mediante los interruptores de encendido/apagado de la estancia.

Nivel 1. Encendido/apagado manual + señal adicional de extinción de barrido

Las luminarias se encienden y apagan mediante los interruptores manuales de encendido/apagado de la habitación. Además de lo anterior, las luminarias deberán estar equipadas con, al menos, un sistema de apagado automático que funcione, al menos, una vez al día.

- *En edificios terciarios, este apagado automático estaría programado para apagar todas las luminarias por la noche cuando no haya usuarios en el edificio.*
- *El temporizador enciende las luminarias que se apagan automáticamente después de un período de tiempo definido.*

Nivel 2. Detección automática (auto encendido/atenuado o auto apagado)

El sistema de control enciende, atenúa o apaga las luces automáticamente siempre que hay presencia en la zona iluminada. Esto ofrece un mayor ahorro de energía, mayor confort y comodidad para los ocupantes del edificio.

Por ejemplo: siempre que la zona iluminada esté ocupada (detección de presencia), el sistema de control enciende las luces, 10 min después de que los ocupantes abandonen la zona, reduce la potencia luminosa en consecuencia y, por último, apaga totalmente las luces de forma automática 20 min después de detectar al último ocupante.

Nivel 3. Detección automática (encendido manual / atenuado o apagado automático)

La luz se enciende mediante un interruptor manual y, si no se apaga manualmente, las luces se atenúan automáticamente o se apagan por completo mediante el sistema de control automático. Este nivel ofrece la máxima eficiencia energética.

Por ejemplo: la iluminación de las luminarias se enciende manualmente y, si no se apaga manualmente, el sistema de control reduce la potencia luminosa en función de los ocupantes que salen de la habitación y, por último, 20 minutos después de la última ocupación de la habitación, se apagan todas las luminarias.

Control de la potencia de iluminación artificial en función de los niveles de luz natural (L2)

OBJETIVO

Los estudios de campo sobre el comportamiento de los ocupantes en relación con el encendido y apagado manual de la iluminación en edificios del sector terciario (escuelas y oficinas) concluyeron que: la probabilidad de encender las luces en un área está relacionada con la iluminación mínima del área de trabajo, que las luces tienden a estar encendida solo al entrar en un espacio y apagada solo al salir y que, en general, cuando se encienden las luces, se encienden todas o ninguna de las luces de la estancia.

Bajo este servicio se evalúa el control del consumo de energía eléctrica del sistema de iluminación con el fin de evitar el encendido de luminarias o regular su nivel lumínico en función de la disponibilidad de luz natural, aprovechando este recurso natural gratuito.

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

<i>Nivel 0. Manual (central)</i>
<i>Un único mando centralizado (interruptor) gestiona la iluminación de todo el edificio, no existen interruptores manuales en zonas o espacios.</i>
<i>Nivel 1. Manual (por zona del espacio)</i>
<i>Se dispone de un control manual para apagar las luces, sectorizado por zonas o estancias.</i>
<i>Nivel 2. Conmutación automática</i>
<i>Las luminarias se apagan automáticamente cuando hay suficiente luz natural para proporcionar la iluminación mínima requerida y se encienden cuando no hay suficiente luz natural.</i>
<i>Nivel 3. Regulación automática</i>
<i>Las luminarias se atenúan y finalmente se apagan por completo cuando hay luz natural. Las luminarias se encienden de nuevo y se atenúan si disminuye la cantidad de luz natural.</i>
<i>Nivel 4. Regulación automática de la luz, incluido el control de la iluminación basado en escenas</i>
<i>(durante intervalos de tiempo se configuran escenas de iluminación dinámicas y adaptadas, por ejemplo, en términos de nivel de iluminancia, diferentes temperaturas de color correlacionadas (CCT) y la posibilidad de cambiar la distribución de la luz dentro de la zona).</i>
<i>Por ejemplo, en función de las condiciones del espacio, diseño, necesidades humanas, tareas visuales, etc.).</i>



ÁMBITO ENVOLVENTE TÉRMICA DINÁMICA (DE)

Control de las protecciones solares de ventanas (DE1)

Control de apertura/cierre de ventanas, combinado con sistema HVAC (DE2)

Reporte de información sobre el rendimiento de los sistemas dinámicos de la envolvente del edificio (DE4)

ÁMBITO ENVOLVENTE TÉRMICA DINÁMICA (DE)

Control de las protecciones solares de ventanas (DE1)

OBJETIVO

Protección solar es el término utilizado para identificar una serie de sistemas empleados para controlar la cantidad de calor por radiación y luz solar que entra en un edificio. La radiación solar proporciona luz y calor de forma natural, lo que reduce la necesidad de iluminación y calefacción artificiales, aunque una radiación solar excesiva podría provocar un sobrecalentamiento, que debería contrarrestarse con el uso del aire acondicionado en modo refrigeración. Otro problema que alivia la protección solar es el deslumbramiento y otras molestias visuales causadas a los ocupantes del edificio.

En el marco de este servicio se evalúa la forma en que se controlan los dispositivos de protección solar, lo que puede tener un impacto significativo en la eficiencia energética y el confort de los ocupantes.

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

Se valora el control de la protección solar de las superficies acristaladas del edificio:

Nivel 0. Sin protección solar o solo con funcionamiento manual.

Las superficies acristaladas no están equipadas con dispositivos de protección solar o el funcionamiento de los dispositivos de protección solar solo puede realizarse manualmente.

Los dispositivos de sombreado operados manualmente incluyen:

- *brazos manuales para toldos*
- *correa de persiana enrollable*
- *cadena de persiana enrollable*

Nivel 1. Funcionamiento motorizado con control manual

Los elementos de protección solar (toldos, persianas, persianas enrollables) están equipados con un motor de apertura y cierre, que se acciona mediante un interruptor de accionamiento manual.

Nivel 2. Funcionamiento motorizado con control automático basado en datos de sensores

Los elementos de protección solar (toldos, persianas, persianas enrollables) están equipados con un motor de apertura y cierre que se controla y opera automáticamente en función de los datos recibidos de un sensor.

Por ejemplo:

- *Toldos que se abren cuando la radiación incidente en el sensor supera un límite establecido (sensor de radiación)*
- *Toldos que se retraen cuando hay viento excesivo (sensor de viento)*

Nivel 3. Control combinado luz/persianas/climatización

El control automático de los dispositivos de sombreado motorizados en combinación con el sistema de control de iluminación y HVAC de un espacio puede mejorar el confort térmico y visual, así como reducir el consumo de energía de calefacción, refrigeración e iluminación.

- *Para demanda de calefacción o iluminación: favorezca la máxima luz natural y radiación en la habitación.*
- *Para demanda de refrigeración: evitar el sobrecalentamiento bloqueando la entrada de radiación solar directa.*
- *En el caso de las persianas venecianas: en días despejados, pueden difundir la luz natural en la habitación reduciendo la demanda de iluminación.*

Nivel 4. Control predictivo (por ejemplo, basado en el pronóstico del tiempo)

Automatización integrada del control simultáneo de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC), así como de la iluminación eléctrica y la posición de los dispositivos de protección solar en una habitación, en combinación con el control predictivo de un modelo que tiene en cuenta la incertidumbre debida al uso de previsiones meteorológicas, de modo que la temperatura ambiente, el CO₂ y los niveles de luminancia se mantengan dentro de los rangos de confort especificados.

Control de apertura/cierre de ventanas, combinado con sistema HVAC (DE2)

OBJETIVO

Los usuarios del edificio abren y cierran ventanas practicables en busca de aire fresco en función de sus necesidades de confort (sensaciones térmicas, olores, etc.). El comportamiento del usuario en la operatividad de las ventanas es aleatorio, sin embargo, el impacto que tiene la apertura o cierre de las ventanas puede ser alto.

Las estrategias de diseño que integran ventanas operables y sistemas HVAC pueden ahorrar cantidades significativas de energía. Los escenarios de ventilación natural sin refrigeración mecánica ofrecen el mejor rendimiento energético.

Bajo este servicio se evalúa la disponibilidad de un sistema de control de apertura y cierre de ventanas que actúe en combinación con los sistemas HVAC del edificio.

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

En este servicio se evalúa la operatividad de todas las ventanas del edificio:

<i>Nivel 0. Funcionamiento manual o solo ventanas fijas.</i>
--

<i>Los usuarios solo pueden abrir o cerrar las ventanas manualmente; también se aplica al caso en el que las ventanas permanezcan fijas.</i>
--

<i>Nivel 1. Detección de abierto/cerrado para apagar sistemas de calefacción o refrigeración.</i>

<i>Las ventanas y/o puertas exteriores disponen de sensores de apertura o contactos magnéticos en comunicación con el sistema de control de climatización de la estancia que, cuando detecta que están abiertas, apaga el sistema de climatización para favorecer el ahorro energético.</i>

<i>Nivel 2. Nivel 1 + apertura mecánica automatizada de ventanas basada en datos de sensores del espacio.</i>

<i>Un sistema de automatización de apertura y cierre de ventanas que funciona automáticamente mediante un sensor (ubicado en la estancia donde están instaladas las ventanas). Este sensor puede medir, por ejemplo, CO₂, humedad y temperatura y monitoriza datos meteorológicos externos a través de aplicaciones en línea. Estos datos se utilizan para automatizar la apertura o cierre de las ventanas, lo que enciende o apaga el sistema HVAC (Nivel1).</i>

<i>Nivel 3. Nivel 2 + gestión centralizada de ventanas operables, p.e. para controlar el enfriamiento gratuito nocturno.</i>
--

<i>Además del nivel 2 descrito anteriormente, se añade la posibilidad de “refrigeración nocturna gratuita” a través de los sensores integrados en las ventanas automatizadas. Estos sensores de ventanas estarán acoplados con sensores de temperatura internos y externos permitiendo programar la apertura/cierre automático de las ventanas en función del tiempo y la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior.</i>
--

Reporte de información sobre el rendimiento de los sistemas dinámicos de la envolvente del edificio (DE4)

OBJETIVO

Un buen sistema de informes permite producir y analizar datos, comparar datos para análisis de tendencias, ver la evolución de los datos con el más alto nivel de detalle, crear informes específicos y personalizados y gestionar y monitorizar indicadores (KPIs). El reporte de información permite procesar y analizar la información en periodos personalizados de forma práctica o en tiempo real, proporcionando información valiosa en el momento en el que se produce y permitiendo así tomar acciones inmediatas, permitiendo una toma ágil de decisiones para resolver problemas o aprovechar oportunidades.

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

En este servicio se evalúa la operatividad de todas las ventanas del edificio:

Nivel 0. Sin reporte de información.

No se proporciona información alguna sobre la posición o el funcionamiento de los elementos constructivos dinámicos de la envolvente, como ventanas (en posición abierta o cerrada), dispositivos de sombreado (desplegados o retraídos),

Nivel 1. Posición de cada elemento y detección de fallos

El edificio dispone de un sistema que informa de la posición de los elementos dinámicos de la envolvente (por ejemplo, ventanas abiertas o cerradas, contraventanas bajadas o subidas, toldos desplegados o retraídos...) y los fallos de estos componentes.

Nivel 2. Posición de cada elemento, detección de fallos y mantenimiento predictivo

El edificio dispone de un sistema que informa de la posición de los componentes dinámicos de la envolvente (p. ej. ventanas abiertas o cerradas, persianas bajadas o subidas, toldos desplegados o replegados...), detecta fallos en el funcionamiento de los componentes y además dispone de un mantenimiento predictivo que permite verificar el estado de los dispositivos y pronosticar fallos y defectos potenciales de los dispositivos utilizando algoritmos analíticos y datos de sensores para estimar el tiempo restante antes de que ocurra el fallo del equipo.

Nivel 3. Posición de cada elemento, detección de fallos, mantenimiento predictivo y datos de sensores en tiempo real (viento, lux, temperatura...)

El edificio dispone de un sistema que incluye funcionalidades de nivel 2 (informa de la Posición de los componentes dinámicos de la envolvente + detección de fallos + mantenimiento predictivo) y también es posible consultar datos de sensores (p. ej. viento, luz o temperatura) en colaboración con el comportamiento dinámico del sobre en tiempo real.

Nivel 4. Posición de cada elemento, detección de fallos, mantenimiento predictivo, datos de sensores históricos y en tiempo real (viento, lux, temperatura...)

El edificio dispone de un sistema que incluye funcionalidades de nivel 2 (informa de la posición de los componentes dinámicos de la envolvente + detección de fallos + mantenimiento predictivo) y también es posible consultar datos históricos o en tiempo real de sensores (p. ej. viento, luz o temperatura) en colaboración con el comportamiento dinámico de la envolvente.



ÁMBITO ELECTRICIDAD (E)

Reporte de información sobre generación eléctrica local (E2)

Almacenamiento de electricidad (generada localmente) (E3)

Optimización del autoconsumo de electricidad generada localmente (E4)

Control de plantas de cogeneración (producción combinada de calor y electricidad) (CHP) (E5)

Soporte de modos de operación de (micro)red (E8)

Reporte de información sobre el almacenamiento de energía (E11)

Reporte de información sobre el consumo de electricidad (E12)

ÁMBITO ELECTRICIDAD (E)

Reporte de información sobre generación eléctrica local (E2)

OBJETIVO

El objetivo del servicio es proporcionar a los consumidores una visión detallada de la generación eléctrica local, para aumentar su utilización y resaltar las necesidades de mantenimiento.

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

La monitorización de la producción local de electricidad se puede realizar con los sistemas de seguimiento de energía. Las instalaciones locales de producción eléctrica suelen disponer de un hardware que se coloca en un punto adecuado de la instalación para realizar mediciones. Este hardware es (principalmente) inalámbrico con el software adecuado. Las mediciones se refieren a la producción de energía, así como a otra información relacionada con el buen funcionamiento del generador. El software suele cargar la información en la nube, aunque también pueden disponer de un display de visualización. El usuario puede acceder a estos datos a través de una aplicación web o mediante una aplicación móvil.

Nivel 0. Ninguno.

Sin reporte de información.

Nivel 1. Datos de generación en tiempo real.
--

Los datos se recopilan mediante contadores de electricidad. Luego, los datos se visualizan a través de paneles en tiempo real u otros métodos de visualización.

Nivel 2. Datos de generación en tiempo real e históricos.

Al igual que en el nivel 1, los datos se recogen mediante contadores. Esta vez, los datos se almacenan y se pueden recuperar. Los usuarios tienen acceso, tanto a los valores actuales, como a los datos históricos a través de la interfaz utilizada. Como resultado, se pueden identificar patrones y tendencias que brindan una mejor visión del uso y funcionamiento del sistema.

Nivel 3. Evaluación del funcionamiento, incluida la previsión y/o la evaluación comparativa.
--

Los datos se analizan utilizando modelos estadísticos para predicciones futuras. El hardware que se coloca en el sistema de producción de energía y otros medidores/sensores puede recopilar información útil adicional, como datos meteorológicos. Los datos se pueden enviar a un sistema de monitorización gestionado por terceros. Los métodos varían según los requisitos y la empresa elegida.
--

Nivel 4. Evaluación del funcionamiento, incluida la previsión y/o la evaluación comparativa. También se incluye mantenimiento predictivo y detección de fallos.

Similar al nivel 3. Además, se cuenta con capacidad para la detección de fallos. La detección de fallos se puede realizar comparando los valores recibidos de los distintos

medidores y sensores con los esperados (en funcionamiento sin fallos). También podrán integrarse mecanismos de notificación.

Almacenamiento de electricidad (generada localmente) (E3)

OBJETIVO

Cuando la electricidad producida localmente en un momento dado es superior a la demanda actual, el almacenamiento garantiza que no se desperdicie. La electricidad almacenada se puede utilizar durante las horas de altos precios de la electricidad. La utilización del exceso de energía ofrece beneficios ambientales, así como beneficios económicos para los usuarios.

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

Los métodos de almacenamiento incluyen baterías de iones de litio, de plomo-ácido y de flujo. También se puede utilizar aire comprimido o almacenamiento de energía térmica. En los casos en que se utiliza aire, el aire puede almacenarse en forma comprimida y luego liberarse. Para el almacenamiento térmico, la electricidad se almacena en forma de un medio caliente, como el agua. Los controladores conectados a la red pueden utilizar señales para fijar precios y responder a la demanda, optimizando el uso de energía y equilibrando las necesidades de la red, el estado de carga de la batería y la producción de electricidad. La comunicación entre la red y la batería puede emplear diversas tecnologías y protocolos como DNP3, MQTT, IEC C1850 y OpenADR.

Nivel 0. Ninguno.

Sin almacenamiento de electricidad.

Nivel 1. Almacenamiento in situ de electricidad (por ejemplo, batería eléctrica).

Cuando se genera un exceso de electricidad, se carga el sistema de almacenamiento de energía del sitio, generalmente una batería eléctrica, para su uso posterior. La energía almacenada, en forma de carga eléctrica de corriente continua, se puede utilizar cuando el sistema produce menos electricidad que la demanda actual. Las baterías conectadas a paneles solares requieren de un controlador de carga o una unidad de acondicionamiento de energía. La energía producida se encuentra en forma de corriente continua y debe convertirse a la forma adecuada para su consumo.
--

Nivel 2. Almacenamiento de energía in situ (por ejemplo, batería eléctrica o almacenamiento térmico) con controladores basados en señales de red.

El sistema de almacenamiento de energía está conectado a la red, teniendo la capacidad de recibir señales de la misma. La batería debe ser compatible y tener la capacidad de procesar las señales de la red. La conectividad se logra utilizando uno de los protocolos de comunicación relevantes. Las señales generalmente se relacionan con precios o períodos en los que se requiere un cambio de carga. El controlador actúa en función de las señales y sus ajustes.
--

Nivel 3. Almacenamiento de energía in situ (por ejemplo, batería eléctrica o almacenamiento térmico) con controlador que optimiza el uso de la electricidad generada localmente.
--

El controlador presenta un algoritmo integrado que aprovecha datos como la demanda del edificio, las horas pico de la red, el consumo, la capacidad de la batería y la producción de energía. Su objetivo principal es utilizar eficazmente la energía producida localmente (alinear el consumo con los períodos de alta producción de
--

energía mediante el desplazamiento de carga). Las decisiones se basan en datos históricos, condiciones actuales y señales de la red para determinar cuándo usar la energía producida actualmente, cuándo almacenarla en la batería o cuándo usar la energía almacenada.

Nivel 4. Almacenamiento de energía in situ (por ejemplo, batería eléctrica o almacenamiento térmico) con controlador que optimiza el uso de la electricidad generada localmente y la posibilidad de retroalimentarla a la red.

La misma funcionalidad que el nivel 3 y además existe la posibilidad de devolver energía a la red. Existen controladores interactivos con la red que permiten el flujo de energía bidireccional entre la batería y la red en función de las señales que reciben de la red. Estas señales transmiten información sobre la red, incluida la demanda de suministro eléctrico.

Optimización del autoconsumo de electricidad generada localmente (E4)

OBJETIVO

La optimización del autoconsumo de electricidad generada localmente aporta flexibilidad y comodidad energética. Al optimizar el autoconsumo, se reduce la dependencia de la red, especialmente en las horas punta, y se aumenta la utilización de fuentes renovables, beneficiando tanto a la red como a los usuarios.

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

El objetivo del servicio es mejorar el uso de energía renovable generada localmente. Los elementos necesarios para que esto suceda son el seguimiento de los patrones de consumo y producción. Además, una estrategia útil es regular el funcionamiento de los dispositivos durante los periodos en los que la energía generada es alta con temporizadores y sistemas domóticos inteligentes. Aquí también es útil utilizar métodos de almacenamiento de energía. Se pueden aprovechar algoritmos de optimización del autoconsumo para ajustar automáticamente las cargas y el almacenamiento de energía.

Nivel 0. Ninguno.

No se optimiza el autoconsumo de la electricidad generada.
--

Nivel 1. Programación del consumo eléctrico (cargas de enchufes, electrodomésticos, etc.).
--

Varios dispositivos están programados para operar durante los periodos en que hay disponibilidad del productor local y/o se espera que el precio de la red sea bajo. Es útil utilizar enchufes inteligentes cuya activación y desactivación se pueda programar.

Nivel 2. Gestión automatizada del consumo eléctrico local en función de la disponibilidad actual de energías renovables.
--

El consumo depende y se adapta a la disponibilidad de la energía renovable actual. Es necesario utilizar métodos de monitorización de la fuente de energía para que se conozca la disponibilidad en tiempo real. Mediante la automatización se pueden activar diferentes dispositivos.
--

Nivel 3. Gestión automatizada del consumo eléctrico local en función de las necesidades energéticas actuales y previstas y la disponibilidad de energía renovable.
--

Debe haber contadores adecuados que registren el consumo del edificio, así como la producción de energía. Además, debe existir un controlador automático que esté conectado a los dispositivos del edificio y que esté correctamente configurado para responder a las mediciones y activar/desactivar dispositivos específicos. Se requiere el uso de enchufes y dispositivos inteligentes. Además, el controlador debe tener integrado o poder comunicarse con un algoritmo apropiado que procesará información adicional recibida de otros sensores (clima, ocupación) y realizará predicciones sobre las necesidades energéticas del edificio.

Control de plantas de cogeneración (producción combinada de calor y electricidad) (CHP) (E5)

OBJETIVO

Los sistemas CHP producen simultáneamente electricidad y recuperan el calor residual de los ciclos de potencia con el fin de aprovecharlo para fines de calefacción, producción de ACS, etc., optimizando el uso de la energía y maximizando la eficiencia de los sistemas de producción de energía. Además, el control de las plantas CHP ofrece flexibilidad y comodidad energéticas, ya que una fuente controlada satisface los requisitos de energía eléctrica y térmica.

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

Una planta de cogeneración (CHP) produce electricidad y calor de forma combinada y, por lo general, se utiliza en grandes edificios, como hospitales e instalaciones comerciales con demandas simultáneas de calor y electricidad. El combustible se utiliza para generar electricidad en una planta de potencia (turbina de gas, motor, ciclo de vapor, etc.). Como subproducto de este proceso, se recupera el calor en lugar de liberarse al medio ambiente como residuo. La cogeneración es muy eficiente energéticamente. Además, conduce a una reducción de costes y una menor dependencia de la red.

Nivel 0. Control de la cogeneración basado en la gestión del tiempo de ejecución programado y/o la demanda actual de energía térmica.

En el nivel 0, el funcionamiento de la cogeneración se basa en periodos de funcionamiento predeterminados y/o en el seguimiento de la demanda energética en tiempo real. Los temporizadores se utilizan para activar o desactivar el funcionamiento de la cogeneración en intervalos de tiempo predefinidos (normalmente en función de necesidades preestablecidas y operaciones especiales).

Nivel 1. Control del tiempo de ejecución del sistema CHP influenciado por la disponibilidad fluctuante de EERR; la sobreproducción se inyectará a la red.

La operación se adapta a la disponibilidad de recursos energéticos renovables locales. Además, el generador CHP puede inyectar electricidad a la red.

Nivel 2. Control del tiempo de ejecución del sistema CHP influenciado por la disponibilidad fluctuante de EERR y señales de red; Control dinámico de carga y tiempo de ejecución para optimizar el autoconsumo de energías renovables.

La cogeneración funciona de forma similar al nivel 1 y además incorpora una tecnología de optimización para coordinar de forma óptima su funcionamiento con la generación renovable in situ, de forma que se maximice el autoconsumo de esta última.

Soporte de modos de operación de (micro)red (E8)

OBJETIVO

El soporte de los modos de operación de (micro)red ofrece flexibilidad de oferta y demanda, ya que existe la capacidad de cambiar entre energía de la red y energía producida localmente.

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

Una (micro)red es una red a pequeña escala que funciona independientemente de la red eléctrica o en conexión con ella. Cualquier edificio integrado en la red puede contribuir, tanto a la red eléctrica, como a una microrred. En un contexto más general, este apoyo puede referirse a la integración del uso de fuentes de energía renovables, a la participación de los edificios como medios de almacenamiento de energía, que serán utilizados por la red eléctrica cuando sea necesario o que los edificios puedan operar de forma independiente de la red eléctrica (por ejemplo, durante apagones).

Nivel 0. Ninguno.

Sin apoyo

Nivel 1. Gestión automatizada del consumo de electricidad (a nivel de edificio) en función de las señales de la red.
--

<i>Es necesaria la comunicación entre la red y el edificio, y el control automático ajusta el consumo en función del intercambio de información a través de esta comunicación. Un controlador central controla algunos o todos los sistemas individuales del edificio, como la iluminación, el funcionamiento de los dispositivos, el HVAC, de modo que el funcionamiento de ciertos sistemas y dispositivos se pueda cambiar cuando sea necesario.</i>

Nivel 2. Gestión automatizada del consumo eléctrico (a nivel de edificio) y del suministro de electricidad a edificios vecinos (microrred) o red.

<i>Los edificios vecinos pueden crear subredes, compartiendo el exceso de energía, ya sea de paneles solares u otras fuentes. Este concepto se extiende a la red más grande, donde el exceso de energía producida localmente puede devolverse a la red cuando sea necesario. Se requiere el uso de medidores, sensores y protocolos de comunicación específicos.</i>
--

Nivel 3. Gestión automatizada del consumo y suministro de electricidad (a nivel de edificio), con potencial para continuar con una operación limitada fuera de la red.
--

<i>El sistema funciona de manera similar a los niveles anteriores, pero además existe la posibilidad de operar independientemente de la red durante un período determinado.</i>

Reporte de información sobre el almacenamiento de energía (E11)

OBJETIVO

La presentación de informes sobre el almacenamiento de energía ofrece datos detallados que pueden utilizarse para optimizar la operación de almacenamiento. Además, la información reportada posibilita la detección temprana de fallos, facilitando el mantenimiento, reduciendo los costes asociados y minimizando el tiempo de inactividad.

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

Es particularmente útil para los usuarios tener acceso a información sobre el almacenamiento de energía, ayudando a monitorizar el correcto funcionamiento del sistema de almacenamiento, así como los patrones de carga y descarga. Los usuarios, al contar con la información relevante, pueden realizar un mantenimiento oportuno del sistema de almacenamiento y también mejorar su uso.

Nivel 0. Ninguno

Sin informes

Nivel 1. Datos disponibles del nivel de carga actual (SOC)
--

SOC se refiere a la cantidad de energía almacenada en el sistema de almacenamiento. Se pueden utilizar varios métodos, por ejemplo, basándose en la medición de tensión o corriente (en el caso de una batería de iones de litio). Esto se puede hacer a través del sistema de gestión de baterías y dispositivos de monitorización. Los datos relevantes se recopilan y están disponibles para que el usuario pueda conocer los niveles de energía actuales de la batería.

Nivel 2. Valores reales y datos históricos
--

Los valores reales se refieren a mediciones de SOC en tiempo real que brindan información sobre el estado actual del sistema. Los datos históricos se refieren al registro de datos durante un período de tiempo específico. Muchos sistemas vienen con una aplicación móvil donde el usuario puede acceder a información sobre las baterías. Al acceder a datos actuales e históricos, el usuario puede identificar patrones de carga/descarga, identificar fallos de operación y mejorar el uso de la batería.
--

Nivel 3. Evaluación del funcionamiento, incluyendo pronósticos y/o evaluaciones comparativas
--

Se integran algoritmos para evaluar el funcionamiento del sistema. Esto puede incluir evaluaciones comparativas que miden el rendimiento del sistema con respecto a los estándares de la industria. Además, se utiliza un algoritmo de previsión para proporcionar información sobre el estado futuro del sistema de almacenamiento. En base a esto, los usuarios pueden ajustar el funcionamiento del sistema.

Nivel 4. Evaluación del funcionamiento, incluyendo pronósticos y/o evaluaciones comparativas, además de gestión predictiva y detección de fallos.

Al igual que en el nivel 3, el software está integrado para monitorizar la forma en que funciona la batería. Además, utilizando un algoritmo de predicción adecuado que también se base en datos históricos, es posible detectar fallos en el funcionamiento
--

de la batería. También se puede integrar un mecanismo de notificación que informará oportunamente a los usuarios sobre estos fallos.

Reporte de información sobre el consumo de electricidad (E12)

OBJETIVO

La presentación de informes sobre el consumo de electricidad ofrece datos detallados que se pueden utilizar para identificar patrones útiles en el proceso de optimización del uso de la electricidad, aumentando así la eficiencia energética.

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

Este servicio se refiere a la capacidad del sistema para informar a los usuarios sobre el consumo eléctrico.

<i>Nivel 0. Ninguno</i>
<i>Sin reporte de información</i>

<i>Nivel 1. Informes sobre el consumo eléctrico actual a nivel de edificio</i>
<i>El uso de un contador adecuado en el circuito eléctrico del edificio informa a los usuarios sobre el consumo eléctrico actual. El medidor puede tener una pantalla adecuada y/o puede estar conectado a una aplicación móvil o a una plataforma que muestre las mediciones.</i>

<i>Nivel 2. Información en tiempo real o evaluación comparativa a nivel de edificio</i>
<i>Los datos del medidor se envían a una plataforma o aplicación móvil habilitada para proporcionar retroalimentación o evaluación comparativa. La evaluación puede compararse con el consumo habitual del edificio o con el consumo medio de edificios del mismo tipo. El sistema podrá ir acompañado de una aplicación donde el usuario pueda visualizar los datos.</i>

<i>Nivel 3. Retroalimentación en tiempo real o evaluación comparativa a nivel de electrodoméstico</i>
<i>Los enchufes inteligentes, que registran el consumo de cada dispositivo conectado a este, se emplean para monitorizar el consumo de cada dispositivo por separado.</i>

<i>Nivel 4. Información en tiempo real o evaluación comparativa a nivel de dispositivo con recomendaciones personalizadas automatizadas</i>
<i>El sistema de seguimiento funciona como antes. Esta vez, también existe la posibilidad de hacer recomendaciones. Esto se puede hacer con el uso de algoritmos de aprendizaje automático que aprenden el perfil de consumo del usuario, utilizan otros datos como las preferencias del usuario o datos de evaluación comparativa y hacen recomendaciones de consumo.</i>



ÁMBITO RECARGA DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO (EV)

Capacidad de Carga de VE (EV15)

Equilibrio de la red de carga de VE (EV1C)

Información y conectividad de carga de VE (EV17)

ÁMBITO RECARGA DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO (EV)

Capacidad de Carga de VE (EV15)

OBJETIVO

A diferencia de los típicos motores de combustión interna, en los que los vehículos solo pueden repostar combustible en las gasolineras, existen muchas opciones para la recarga de los vehículos eléctricos. Los puntos de carga pueden estar en una casa, en el lugar de trabajo, en puntos de carga públicos, en centros comerciales o en aparcamientos.

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

La Sociedad de Ingenieros Automotrices describe tres niveles de carga de vehículos eléctricos: Nivel 1, Nivel 2 y Nivel 3. Estos niveles no deben confundirse con los niveles de funcionalidad del servicio del SRI.

El Nivel 1 de carga de vehículos eléctricos se refiere a tomas de corriente estándar con un enchufe de alimentación de CA estándar (240 V para Europa). El nivel 2 se refiere a las estaciones de carga de CA (3,4 KW-22 KW) y admite capacidades de comunicación y características de seguridad. Esta es también la forma típica de cargar en Europa (hasta 22 kW para carga privada y hasta 43 kW para carga pública).

Finalmente, el Nivel 3 (50-350 kW) se refiere a la carga de CC, que también es la opción más rápida. Además, existen cuatro tipos de cables de carga. El Tipo 1 que se utiliza para vehículos pequeños, el Tipo 2 para carga en casa con una potencia máxima de 2,3 KW, el Tipo 3 que se conecta a estaciones de carga y es el más común, y el Tipo 4 para carga DC.

Los niveles de funcionalidad del SRI que corresponden al servicio de Capacidad de Carga de VE son:

Nivel 0. No hay disponibilidad de recarga de vehículos eléctricos.

Nivel 1. Disponibilidad de carga mediante conductos (o simple enchufe).

Nivel 2. 0-5% de las plazas de aparcamiento disponen de puntos de recarga.

Nivel 3. Entre el 10 y el 50% de las plazas de aparcamiento disponen de puntos de recarga.

Nivel 4. >El 50% de las plazas de aparcamiento cuentan con puntos de recarga.

Equilibrio de la red de carga de VE (EV1C)

OBJETIVO

La carga de vehículos eléctricos (VE) se puede lograr mediante un control adecuado que permita cargar el vehículo cuando los precios de la electricidad sean bajos y/o cuando hacerlo no suponga una carga significativa para la red eléctrica.

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

EV1C

El servicio en cuestión está relacionado con lo que se denomina carga inteligente y tiene como objetivo coordinar las operaciones de carga con las condiciones de la red. En la carga inteligente, la energía eléctrica entregada a la batería del vehículo eléctrico se ajusta dinámicamente en función de las señales de comunicación. El proceso de carga se puede ajustar automáticamente para reducir la sobrecarga de la red, utilizar energía procedente de recursos renovables o realizar cambios durante las horas de menor actividad, cuando el coste de la electricidad es menor. Se utilizan diversos protocolos y estándares dependiendo del nivel de comunicación y del tipo de información (ISO 15118 y OCPP).

<i>Nivel 0. No presente (carga no controlada).</i>
--

<i>No se imponen señales de control a la carga del vehículo.</i>
--

<i>Nivel 1. Carga controlada unidireccional (por ejemplo, incluyendo hora de salida deseada y señales de red para optimización).</i>
--

<i>La electricidad fluye desde la red hacia el vehículo eléctrico.</i>
--

<i>La optimización de la carga se basa en señales de comunicación que incluyen información sobre la disponibilidad de energía renovable, precios, demanda de electricidad, etc. El proceso de carga se adapta de forma inteligente a estos datos sin reducir la experiencia del usuario.</i>
--

<i>Nivel 2. Carga controlada bidireccional (por ejemplo, incluyendo la hora de salida deseada y las señales de la red para su optimización).</i>
--

<i>También conocido como Vehículo a red (V2G). Esta tecnología permite el camino bidireccional de la energía y de esta manera el vehículo puede aportar energía a la red cuando sea beneficioso. El vehículo funciona como un sistema de almacenamiento de energía que sirve a la red cuando hay una gran demanda.</i>
--

Información y conectividad de carga de VE (EV17)

OBJETIVO

Los usuarios pueden acceder a diversa información relacionada con el estado de carga del vehículo. Además, se puede lograr una conectividad segura entre los vehículos eléctricos y las estaciones de carga.

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

La información se puede obtener desde la propia pantalla del vehículo y desde las luces que indican la carga. Algunos vehículos cuentan con la posibilidad de disponer de sistema telemático con cuya ayuda es posible realizar un seguimiento y obtener información relacionada con el consumo y la carga del vehículo. Se puede integrar un módem celular en el vehículo con conectividad a Internet 4G o 5G. Se puede proporcionar información sobre los niveles y la capacidad de la batería, el estado de carga, la hora de inicio y finalización de la carga, la ubicación, etc.

Además, los puntos de recarga que utilizan protocolos de comunicación y pines de comunicación especiales pueden recibir información (ISO 15118, OCPP). La necesidad de una conectividad segura está garantizada mediante el cifrado utilizando el mismo protocolo.

Nivel 0. No hay información disponible.

No se proporciona información de carga al ocupante.

Nivel 1. Reportar información sobre el estado de carga del vehículo eléctrico al ocupante.
--

La información sobre el estado del vehículo eléctrico puede proporcionarse bien mediante displays en los puntos de recarga o bien mediante el uso de aplicaciones que están conectadas al vehículo.

Nivel 2. Reportar información sobre el estado de carga del vehículo eléctrico al ocupante e identificación y autorización automática del conductor a la estación de carga (cumple con ISO 15118).

ISO 15118 es un estándar de protocolo de comunicación diseñado para vehículos eléctricos. Define un método seguro para el intercambio de información entre la estación de carga y el vehículo. La estación de carga puede proporcionar información para el proceso de carga (por ejemplo, consumo de energía, tasa de carga, etc.). Además, la ISO 15118 facilita la identificación y autorización del conductor a la estación de carga (función Plug & Charge de ISO 15118).



MONITORIZACIÓN Y CONTROL (MC)

Gestión del tiempo de operación de los sistemas de climatización/HVAC (MC3)

Detección de fallos en sistemas técnicos del edificio y apoyo al diagnóstico de estos fallos (MC4)

Detección de ocupación: servicios conectados (MC3)

Información centralizada sobre el rendimiento y el uso de energía de los TBS (MC13)

Integración de redes inteligentes (MC25)

Información sobre el rendimiento y el funcionamiento de la gestión de la demanda (MC28)

Anulación del control DSM (MC23)

Plataforma única que permite el control y la coordinación automatizados entre TBS + optimización del flujo de energía en función de la ocupación, el clima y las señales de la red (MC30)

MONITORIZACIÓN Y CONTROL (MC)

Gestión del tiempo de operación de los sistemas de climatización/HVAC (MC3)

OBJETIVO

Los sistemas HVAC pueden funcionar de manera ineficiente, lo que resulta en un consumo de energía innecesario, facturas más altas y una huella de carbono significativa. Además, el funcionamiento inadecuadamente regulado del sistema HVAC puede provocar molestias y problemas de salud para los ocupantes del edificio. Al aplicar técnicas de gestión del tiempo de operación, se mejora la eficiencia energética, así como el confort y el bienestar de los ocupantes.

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

En el contexto de los sistemas HVAC (Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado), la gestión del tiempo de operación se refiere al control y optimización del funcionamiento del sistema en tiempo real. Se pueden utilizar dispositivos como sensores de temperatura (que miden la temperatura interior), termostatos que permiten establecer puntos de consigna de temperatura predefinidos, otros sensores que monitorizan el caudal de aire, o sensores de CO₂ (para el funcionamiento de la ventilación) o simples temporizadores. Además, los medidores de energía se utilizan para medir el consumo de energía del sistema HVAC con el fin de optimizar su uso. Finalmente, todos estos componentes individuales pueden formar parte de un BACS (Sistema de control de automatización de edificios). Un BACS se centra en automatizar y controlar varios sistemas del edificio (HVAC, iluminación, etc.) a través de un sistema de control centralizado para mejorar el confort y la eficiencia energética.

Nivel 0. Configuración manual.

La configuración del sistema HVAC se establece y ajusta manualmente.
--

Nivel 1. Configuración del tiempo de funcionamiento de plantas de calefacción y refrigeración según un horario predefinido.

El funcionamiento de los sistemas de calefacción y refrigeración (acciones de encendido/apagado y ajuste de los puntos de ajuste de temperatura) se basa en un horario predefinido. Esto se puede hacer usando temporizadores para que la configuración de control pueda diferir según el día o la hora del día. El edificio se puede separar en zonas con diferentes patrones de ocupación durante el día, por lo que se puede aplicar un horario predefinido diferente para cada una de ellas.
--

Nivel 2. Control de encendido/apagado de plantas de calefacción y refrigeración en función de las cargas del edificio.
--

El término carga del edificio se refiere a la energía necesaria para calentar y enfriar (también conocida como cargas térmicas). El control HVAC tiene como objetivo hacer coincidir la producción de la planta con la carga requerida.

Nivel 3. Control de encendido/apagado de plantas de calefacción y refrigeración basado en control predictivo o señales de red.
--

La aplicación del control predictivo requiere el uso de datos históricos y actuales sobre todos los factores (o, al menos, una parte representativa de ellos) que pueden
--

afectar al funcionamiento de la calefacción y refrigeración, así como al consumo energético. El optimizador utiliza los datos para predecir el estado futuro del sistema dada su condición actual. Luego, determina la estrategia de control que minimizará el coste esperado para llegar al estado futuro deseado.

Detección de fallos en sistemas técnicos del edificio y apoyo al diagnóstico de estos fallos (MC4)

OBJETIVO

Los fallos de funcionamiento de los sistemas técnicos de los edificios provocan un entorno insalubre y mayores costes. Este servicio se refiere a la detección oportuna de fallos y al suministro de información de diagnóstico para las mismas.

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

El término *Sistemas Técnicos del Edificio (TBS)* se refiere a todas las funciones individuales de un edificio, como iluminación, calefacción, refrigeración, sistemas de agua caliente, etc. Para un funcionamiento robusto de estos sistemas, se puede integrar tecnología de detección y diagnóstico de fallos. Un elemento necesario es la disponibilidad de sensores y contadores que registren los datos de funcionamiento de los elementos individuales. Estos sensores pueden monitorizar temperatura, presión, consumo de energía y otros elementos dependiendo del tipo de sistema y las necesidades de monitorización. Los datos pueden almacenarse (in situ o de forma remota en una tecnología basada en la nube) y analizarse. Se pueden utilizar ciertas comparaciones de umbrales predefinidas, o se pueden usar algoritmos estadísticos para considerar una visión holística de las partes individuales.

Nivel 0. No hay indicación central de fallos ni detección de alarmas
--

Nivel 1. Con indicación central de fallos detectados y alarmas para, al menos, 2 TBS relevantes

Los medidores se utilizan para tomar medidas de, al menos, 2 TBS. Utilizando los datos registrados, un sistema de gestión de edificios puede detectar fallos y generar alarmas.

Nivel 2. Con indicación central de fallos detectados y alarmas para todos los TBS relevantes.

Los medidores se utilizan para tomar medidas de todos los TBS relevantes. Utilizando los datos registrados, un sistema de gestión de edificios puede detectar fallos y generar alarmas.

Nivel 3. Con indicación central de fallos detectados y alarmas para todos los TBS relevantes, incluidas las funciones de diagnóstico.

Misma funcionalidad que el Nivel 2. Además de las alarmas, el sistema tiene la capacidad de realizar análisis de diagnóstico y proporcionar a los usuarios información sobre las razones o fuentes más probables de los fallos.

Detección de ocupación: servicios conectados (MC3)

OBJETIVO

La detección de ocupantes permite el ajuste automatizado de iluminación, calefacción y refrigeración. Esto mejora la eficiencia energética al reducir el consumo innecesario de energía durante periodos de tiempo y/o espacios desocupados del edificio.

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

La detección de ocupantes se basa en sensores adecuados. Algunos de los sensores de detección de ocupación más comunes son los sensores PIR que utilizan la radiación infrarroja causada por el movimiento y el calor corporal, sensores basados en video, sensores basados en microondas que funcionan emitiendo microondas y detectan la ocupación basándose en la reflexión.

En combinación con otros datos sobre el edificio, los datos de ocupación se pueden utilizar para hacer predicciones que mejorarán el uso futuro de la energía y el confort.

<i>Nivel 0. Ninguno</i>

<i>No hay detección de ocupantes.</i>

<i>Nivel 1. Detección de ocupación para funciones individuales, por ejemplo, la iluminación.</i>
--

<i>La detección de ocupación afecta a operaciones específicas, como la iluminación o la calefacción. Cada una de estas funciones se activa o regula en función de la ocupación.</i>

<i>Nivel 2. Detección de ocupantes centralizada que alimenta varios TBS, como iluminación y calefacción.</i>
--

<i>El sistema central recopila datos de ocupación de varios sensores. Estos datos son procesados y analizados por el sistema central y, en base a este procesamiento, se ajusta el funcionamiento de varios sistemas diferentes, como la iluminación, la calefacción y la ventilación. Tener un controlador central que utiliza datos de ocupación de muchas áreas del edificio garantiza una respuesta coordinada.</i>

Información centralizada sobre el rendimiento y el uso de energía de los TBS (MC13)**OBJETIVO**

El uso de información centralizada del rendimiento y el uso de energía de los TBS (Sistemas Técnicos del Edificio) puede conducir a una mayor eficiencia energética, comodidad y mantenimiento rentable

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

Este servicio se refiere a un sistema central que monitoriza y proporciona informes sobre el funcionamiento y rendimiento de sistemas individuales y la energía que consumen en un edificio. Al utilizar un método de generación de informes, es posible identificar tendencias y patrones, tanto en el rendimiento, como en el uso de la energía. Se puede integrar un mecanismo de evaluación comparativa.

<i>Nivel 0. Ninguno</i>

<i>Sin reporte de información</i>

<i>Nivel 1. Información centralizada o remota del consumo de energía en tiempo real por vector energético</i>

<i>La información centralizada o accesible de forma remota del uso de energía en tiempo real está disponible de forma desagregada por suministro o vector energético (ej. electricidad, gas natural, calor de calefacción urbana).</i>
--

<i>Nivel 2. Información centralizada o remota del uso de energía en tiempo real por vector energético, combinando TBS de al menos 2 ámbitos técnicos en una interfaz</i>
--

<i>Al igual que en el nivel 1, se recopilan y procesan datos de los suministros energéticos por vector energético. En este caso, se requiere una única interfaz de visualización para, al menos, dos ámbitos técnicos.</i>
--

<i>Nivel 3. Información centralizada o remota del uso de energía en tiempo real por vector energético, combinando TBS de todos los principales ámbitos técnicos en una interfaz</i>

<i>Como en el nivel 2, pero esta vez se informa en una única interfaz sobre todos los dominios o ámbitos técnicos principales.</i>
--

Integración de redes inteligentes (MC25)

OBJETIVO

El servicio de integración de redes inteligentes puede ayudar a monetizar la flexibilidad de la demanda, ya sea explotando precios dinámicos (señal de precios) o proporcionando servicios de balance a la red eléctrica a través de los futuros mercados locales de flexibilidad.

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

La integración inteligente de la red se refiere a la existencia de funcionalidades que pueden adaptar la demanda de energía a las necesidades y condiciones de la red. La gestión activa del lado de la demanda (DSM) desempeña un papel clave al equilibrar la oferta y la demanda, desplazar el consumo a períodos en los que hay menor demanda (fuera de las horas pico) y maximizar la utilización de fuentes de energía renovables.

<i>Nivel 0. Ninguna – No hay coordinación entre la red y los TBS; El edificio funciona independientemente de la carga de la red.</i>
--

<i>No existe armonización entre red y TBS.</i>
--

<i>Nivel 1. La gestión del lado de la demanda es posible para (algunos) sistemas técnicos del edificio (TBS) individuales, pero no está coordinada en varios ámbitos.</i>

<i>DSM se refiere a TBS individuales, como el sistema HVAC, la iluminación u otros TBS. Sin embargo, cada uno de los elementos individuales gestiona por separado las señales que recibe de la red.</i>

<i>Nivel 2. Gestión coordinada del lado de la demanda de múltiples TBS</i>
--

<i>Existe coordinación en el manejo de múltiples TBS. Esto se puede hacer de diferentes maneras (por ejemplo, plataformas BACS o IoT).</i>
--

Información sobre el rendimiento y el funcionamiento de la gestión de la demanda (MC28)

OBJETIVO

El objetivo de esta funcionalidad es proporcionar información sobre las acciones de gestión de la demanda (DSM) y su impacto.

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

El uso de la tecnología de información sobre el rendimiento y funcionalidad de la gestión activa de la demanda (DSM) proporciona a los usuarios una visión general de la eficacia de las acciones/operaciones pertinentes.

<i>Nivel 0. Ninguna.</i>

<i>No hay ninguna información automática al respecto.</i>

<i>Nivel 1. Información sobre el estado actual de DSM, incluidos los flujos de energía gestionados</i>
--

<i>Las acciones DSM y sus impactos se cuantifican y visualizan. Los informes pueden incluir información relacionada con el desplazamiento de la curva de consumo, el uso de energía procedente de fuentes de energía renovables y la reducción de la huella de carbono. Los informes también pueden incluir información sobre la reducción de costes lograda a través de la DSM.</i>
--

<i>Nivel 2. Información en tiempo real, histórico y previsto, del sistema de gestión de edificios, incluidos los flujos de energía gestionados.</i>

<i>Los datos pueden analizarse mediante algoritmos estadísticos y de aprendizaje automático. Se pueden notificar patrones, tendencias y anomalías. Además, pueden incluirse sistemas de notificación integrados para informar sobre comportamientos inesperados del sistema.</i>
--

Anulación del control DSM (MC23)

OBJETIVO

La gestión del lado de la demanda (DSM) a veces puede interferir con otros objetivos de gestión de la energía, como el confort. Este servicio está relacionado con la capacidad de los usuarios de anular la configuración de DSM si así lo desean.

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

Este servicio se refiere a la capacidad de los usuarios de anular la forma automatizada en la que se realiza la gestión de energía dentro de un marco DSM. Las razones pueden variar; por ejemplo, las preferencias de los puntos de ajuste de temperatura pueden ser diferentes de las impuestas por DSM o pueden surgir situaciones de emergencia.

Nivel 0. Sin control DSM

Nivel 1. Control DSM sin posibilidad de anular este control por parte del usuario del edificio (ocupante o administrador de la instalación)

Los usuarios no pueden interferir ni anular el funcionamiento y la configuración de DSM, excepto posiblemente en caso de emergencia. Las señales de respuesta a la demanda, como las de desconexión o cambio de carga durante los períodos de máxima demanda, se aplican sin que el usuario las anule.
--

Nivel 2. Anulación manual y reactivación del control DSM por parte del usuario del edificio

La activación y desactivación de DSM se puede realizar manualmente. Esto se puede hacer a través de interfaces de usuario, aplicaciones móviles o cualquier mecanismo que proporcione acceso al sistema DSM.
--

Nivel 3. Anulación programada del control (y reactivación) del DSM por parte del usuario del edificio

Este modo de operación es similar al nivel 2, pero esta vez la anulación/intervención se puede realizar utilizando horarios predeterminados. Los usuarios pueden elegir ciertos períodos dentro del día/semana para evitar el control DSM. Se puede utilizar un panel de control, una aplicación móvil o cualquier interfaz disponible.

Nivel 4. Anulación programada del control DSM y reactivación con control optimizado

La configuración de DSM se puede anular según una programación. Además, existe una funcionalidad que monitoriza las acciones del DMS para optimizar su impacto y tener en cuenta las preferencias del usuario para realizar un control optimizado de activación/desactivación y/o determinar los horarios de operación adecuados.

Plataforma única que permite el control y la coordinación automatizados entre TBS + optimización del flujo de energía en función de la ocupación, el clima y las señales de la red (MC30)

OBJETIVO

Este servicio requiere de una plataforma única que permita el control automatizado y la coordinación entre los TBS del edificio, así como la optimización del flujo de energía en función de la ocupación, la climatología y las señales de la red.

NIVELES DE FUNCIONALIDAD

Nivel 0. Ninguno

No existe una plataforma única para coordinar todos los TBS.

Nivel 1. Plataforma única que permite el control manual de múltiples TBS

Los componentes de TBS están interconectados con una plataforma que permite una descripción general unificada de las funciones del componente. Los datos se reciben a través de sensores dependiendo del dispositivo que se esté monitorizado. Los datos se envían a la plataforma a través de conexiones cableadas o inalámbricas. Los usuarios tienen acceso a datos unificados a través de aplicaciones móviles, paneles de control o portales web. Los usuarios pueden controlar manualmente el funcionamiento del TBS conectado.

Nivel 2. Plataforma única que permite el control y coordinación automatizados entre TBS

Existe una única plataforma que asegura el funcionamiento coordinado de todos los TBS.

Nivel 3. Plataforma única que permite control y coordinación automatizados entre TBS + optimización del flujo de energía en función de la ocupación, el clima y las señales de la red.

El sistema funciona de manera similar al Nivel 2. Además, utiliza datos como ocupación, clima (temperaturas, humedad, etc.) y señales de la red para optimizar todas las operaciones de TBS.