

Proyecto Fin de Grado

Ingeniería de la Energía

Diseño e implantación de un Sistema de Gestión de la Energía según Norma UNE-EN ISO 50001:2018 en centro hospitalario

Autor: Héctor Ruiz Arnau

Tutor: David Velázquez Alonso

Dpto. Ingeniería Energética
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2022



Proyecto Fin de Grado
Ingeniería de la Energía

Diseño e implantación de un Sistema de Gestión de la Energía según Norma UNE-EN ISO 50001:2018 en centro hospitalario

Autor:

Héctor Ruiz Arnau

Tutor:

David Velázquez Alonso

Profesor titular

Dpto. de Ingeniería Energética
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla
Sevilla, 2022

Proyecto Fin de Carrera: Diseño e implantación de un Sistema de Gestión de la Energía según Norma UNE-
EN ISO 50001:2018 en centro hospitalario

Autor: Héctor Ruiz Arnau

Tutor: David Velázquez Alonso

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2022

El Secretario del Tribunal

A mi familia

A mis maestros

Agradecimientos

Me gustaría agradecer a todas aquellas personas que me han acompañado y allanado el terreno en esta etapa de mi vida que con tango gusto y sacrificio está por terminar.

A mi tutor David Velázquez, encargado de tutelar este trabajo y que desde el principio ha sabido transmitir sus conocimientos y experiencias personales y esa pasión por el mundo de la ingeniería que resulta contagiosa.

A mamá, papá y Hugo, por su apoyo incondicional y esos mensajes de ánimo que siempre me han ayudado a seguir esforzándome. A mis abuelos, Jesús y Manuela. Espero haberos hecho sentir orgullosos. Habéis sido un pilar fundamental en todo esto.

A los compañeros y amigos que he hecho durante estos años. Gracias por las risas y todos los momentos que hemos pasado juntos todo este tiempo.

Y por supuesto gracias a ti Begoña. Por ser mi apoyo constante y lo mejor que me ha pasado en estos años. Sin ti no habría sido lo mismo.

Héctor Ruiz Arnau

Sevilla, 2022

Resumen

Existe una evidente problemática en cuanto al aumento constante del consumo energético y de emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial, para la cual, se deben adoptar medidas que ayuden a mitigarlo si no se quiere alcanzar un estado de no retorno respecto al Cambio Climático.

Para ello será necesario el uso conjunto de energías limpias como las renovables y de técnicas de ahorro y mejora de la eficiencia energética en los edificios ya existentes, y es ahí donde entra el presente trabajo.

El objetivo de este trabajo es el estudio y aplicación de la Norma UNE-EN ISO 50001:2018 Sistemas de Gestión de la Energía – Requisitos con orientación para su uso. Con la aplicación de esta Norma se busca conseguir una mejora de la eficiencia energética en las organizaciones, permitiendo reducir el consumo energético y las emisiones de CO₂ de los distintos procesos asociados a estas.

En concreto, se estudiará la implementación de un Sistema de Gestión de la Energía en un centro hospitalario. Como se verá con el estudio realizado, este sector tiene un gran potencial de mejora si se toman las medidas adecuadas, por lo que resultaría interesante que poco a poco todos los centros sanitarios vayan incluyendo en su estructura este tipo de Sistemas, aportando su granito de arena en la lucha contra el Cambio Climático.

Abstract

There is an evident problem regarding the constant increase in energy consumption and greenhouse gas emissions worldwide, so measures must be adopted to mitigate it and avoid reaching the point of no return concerning Climate Change.

This will require the combined use of clean energies such as renewable energies, and energy saving and efficiency increasing techniques for existing buildings, and this last topic is the one concerning this project.

This project's aim is the study and put into practice of the regulation UNE-EN ISO 50001:2018 Energy Management Systems - Requirements with guidance for use. The implementation of this regulation aims for the achievement of an increase of the organisations' energy efficiency, enabling the reduction of energy consumption and CO₂ emissions of the different processes associated with the organisations.

Particularly, in this project the implementation of an energy management system in a hospital is studied. As it will be exposed in the analysis undertaken, this sector has great improvement potential if the right measures are adopted, therefore it would be interesting for all health centres to gradually include this kind of System in their structures, doing their bit in fighting climate change.

Índice

Agradecimientos	ix
Resumen	xi
Abstract	xiii
Índice	xiv
Índice de Tablas	xvi
Índice de Figuras	xviii
Notación	xxi
1 Introducción	23
2 Norma UNE-EN ISO 50001:2018	32
2.1 <i>Introducción</i>	32
2.1.1 Generalidades	32
2.1.2 Ciclo “Planificar-Hacer-Verificar-Actuar” (PHVA)	33
2.1.3 Planificar	33
2.1.4 Hacer	33
2.1.5 Verificar	33
2.1.6 Actuar	33
2.1.7 Beneficios del SGen	34
2.1.8 Objeto y campo de aplicación	34
2.2 <i>Términos y definiciones</i>	34
2.2.1 Términos relacionados con la organización	34
2.2.2 Términos relacionados con el Sistema de gestión	35
2.2.3 Términos relacionados con los requisitos	35
2.2.4 Términos relacionados con el desempeño	36
2.2.5 Términos relacionados con la energía	37
2.3 <i>Liderazgo</i>	37
2.3.1 Liderazgo y compromiso	37
2.3.2 Política energética	38
2.3.3 Roles, responsabilidades y autoridades en la organización	38
2.4 <i>Etapas y requisitos</i>	38
2.4.1 Planificación	39

2.4.2 Apoyo	42
2.4.3 Operación	44
2.4.4 Evaluación del desempeño	44
2.4.5 Mejora	46
3 Revisión energética	49
3.1 Objeto y alcance	49
3.2 Información general	50
3.2.1 Identificación del Órgano Gestor	50
3.2.2 Equipo de Gestión de la Energía	50
3.2.3 Características generales	50
3.3 Fuentes de energía y usos generales	50
3.4 Usos específicos y equipos	52
3.5 Control de Consumos Energéticos	53
3.5.1 Control de Consumos Existentes	53
3.5.2 Datos de consumo	53
3.6 Factores y Variables a considerar	53
3.7 Indicadores de Desempeño Energético	54
3.8 Usos Significativos de la Energía	55
3.9 Línea de Base Energética	55
3.10 Acciones de mejora	55
4 Planificación energética	57
4.1 Plan de recopilación de datos	57
4.2 Datos Básicos	58
4.3 Indicadores de Desempeño Energético	58
4.4 Línea de Base Energética	58
4.5 Objetivos Energéticos	59
4.6 Análisis del Desempeño	59
5 Caso práctico	61
5.1 Revisión Energética	61
5.1.1 Objeto y alcance	61
5.1.2 Información general	61
5.1.3 Fuentes de energía y usos generales	63
5.1.4 Usos específicos y equipos	65
5.1.5 Control de consumos energéticos	65
5.1.6 Factores y variables a considerar	81
5.1.7 Indicadores de Desempeño Energético	81
5.1.8 Usos Significativos de la Energía	82
5.1.9 Línea de Base Energética	82
5.1.10 Acciones de Mejora	86
5.2 Planificación Energética	105
5.2.1 Plan de recopilación de datos	105
5.2.2 Datos Básicos	106
5.2.3 Indicadores de Desempeño Energético	108
5.2.4 Línea de Base Energética	115
5.2.5 Objetivos Energéticos	120
5.2.6 Análisis del Desempeño	121
6 Conclusiones	123
Referencias	124

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Fuentes de Energía y usos generales más comunes en los centros sanitarios	52
Tabla 2. Variables mínimas para el cálculo de los IDEn y la LBEn	53
Tabla 3. Ejemplo de tabla de Variables adicionales para el cálculo de los IDEn y la LBEn	54
Tabla 4. Indicadores de Desempeño Energético básicos	54
Tabla 5. Características generales del centro hospitalario	63
Tabla 6. Fuentes de energía, usos generales y específicos del centro hospitalario	65
Tabla 7. Control de Consumos Energéticos del centro hospitalario	66
Tabla 8. Equipos de Control de Consumos Energéticos del centro hospitalario	66
Tabla 9. Consumo de electricidad en 2020 y 2021 en el centro hospitalario	67
Tabla 10. Emisiones de CO ₂ por consumo eléctrico entre los años 2019 y 2021	69
Tabla 11. Consumo de gas natural en 2020 y 2021 en el centro hospitalario	70
Tabla 12. Emisiones de CO ₂ por consumo de gas natural entre los años 2019 y 2021	72
Tabla 13. Consumo de propano en 2020 y 2021 en el centro hospitalario	73
Tabla 14. Emisiones de CO ₂ por consumo de propano entre los años 2020 y 2021	74
Tabla 15. Consumo de gasoil C en 2020 y 2021 en el centro hospitalario	75
Tabla 16. Emisiones de CO ₂ por consumo de gasoil C entre los años 2020 y 2021	76
Tabla 17. Consumo de gasoil A en 2020 y 2021 en el centro hospitalario	76
Tabla 18. Emisiones de CO ₂ por consumo de gasoil A entre los años 2020 y 2021	77
Tabla 19. Resumen de consumos energéticos en 2020 y 2021 en el centro hospitalario	78
Tabla 20. Resumen de emisiones de CO ₂ en 2020 y 2021 en el centro hospitalario	79
Tabla 21. Variables mínimas para el cálculo de los IDEn y la LBEn del centro hospitalario	81
Tabla 22. Indicadores de Desempeño Energético del centro hospitalario	82
Tabla 23. Usos Significativos de la Energía del centro hospitalario	82
Tabla 24. Comparativa y desviación del consumo eléctrico real y de la LBEn	84
Tabla 25. Comparativa y desviación del consumo de gas natural real y de la LBEn	85
Tabla 26. Comparativa y desviación del consumo total real y de la LBEn	86

Tabla 27. Estimación del consumo eléctrico por usos principales en el centro hospitalario	87
Tabla 28. Estudio de viabilidad de sustitución de tubos fluorescentes de 18 W por tubos LED	88
Tabla 29. Estudio de viabilidad de sustitución de tubos fluorescentes de 36 W por tubos LED	89
Tabla 30. Estudio de viabilidad de sustitución de pantallas empotradas con fluorescentes de 18 W por paneles LED	90
Tabla 31. Estudio de viabilidad de sustitución de pantallas empotradas con fluorescentes de 14 W por paneles LED	91
Tabla 32. Estudio de viabilidad de sustitución de pantallas empotradas con fluorescentes de 36 W por paneles LED	91
Tabla 33. Estudio de viabilidad de sustitución de lámparas halógenas de 50 W por lámparas LED	92
Tabla 34. Estudio de viabilidad de sustitución de pantallas estancas con fluorescentes de 36 W por pantallas estancas LED	93
Tabla 35. Estudio de viabilidad de sustitución de pantallas estancas con fluorescentes de 36 W por pantallas estancas LED	93
Tabla 36. Estudio de viabilidad de sustitución de lámparas de valor de mercurio de 125 W por lámparas LED	94
Tabla 37. Estudio de viabilidad de sustitución de lámparas de valor de mercurio de 250 W por lámparas LED	95
Tabla 38. Estudio de viabilidad de sustitución de downlight UGR<19 por downlight LED	96
Tabla 39. Estudio de viabilidad de sustitución de downlight UGR>19 por downlight LED	97
Tabla 40. Estudio de viabilidad de sustitución de Rooftop Ciatesa IN-195 (R22) por Rooftop Carrier 50 EN/EH 180T (R410a)	98
Tabla 41. Estudio de viabilidad de sustitución de BdC Carrier 38TY84A9M (R22) por BdC calor Carrier 38ZF 100 (R410a)	99
Tabla 42. Estudio de viabilidad de sustitución de BdC Ciatesa Keyter ISH 65 (R22) por BdC Carrier 38ZF 090 (R410a)	99
Tabla 43. Estudio de viabilidad de sustitución de BdC Carrier MUBV460K933 (R22) por BdC Carrier 38ZF 200 (R410a)	100
Tabla 44. Estudio de viabilidad de sustitución de BdC Carrier (R22) por BdC Carrier 38ZF 160 (R410a)	100
Tabla 45. Estudio de viabilidad de sustitución de BdC Carrier (R22) por BdC Carrier 38ZF 090 (R410a)	101
Tabla 46. Estudio de viabilidad de sustitución de BdC Lennox KJB 5 (R22) por BdC Fujitsu ACY 140H UIAT-LH (R410a)	102
Tabla 47. Estudio de viabilidad de sustitución de BdC Carrier (R22) por BdC Fujitsu ACY 170H UIAT-LH (R410a)	102
Tabla 48. Estudio de viabilidad de sustitución de BdC Ciatesa ISV-250 (R22) por BdC Carrier 38ZF 320 (R410a)	103
Tabla 49. Estudio de viabilidad de sustitución de luminarias y equipos de climatización de R22	103
Tabla 50. Resumen de los resultados de desviación entre valores reales y esperados de los IDEn	122

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución del consumo de energía final mundial por sectores [Fuente: International Energy Agency (IEA)]	23
Figura 2. Evolución de las emisiones de CO ₂ mundiales por sectores [Fuente: International Energy Agency (IEA)]	24
Figura 3. Evolución del consumo de energía final en la UE por sectores [Fuente: International Energy Agency (IEA)]	24
Figura 4. Evolución de las emisiones de CO ₂ en la UE por sectores [Fuente: International Energy Agency (IEA)]	25
Figura 5. Evolución del consumo de energía final en España por sectores [Fuente: International Energy Agency (IEA)]	25
Figura 6. Evolución de las emisiones de CO ₂ en España por sectores [Fuente: International Energy Agency (IEA)]	26
Figura 7. Consumo de energía en el mundo por sectores en 2019 (% respecto del total) [Fuente: International Energy Agency (IEA)]	26
Figura 8. Consumo de energía en la UE por sectores en 2019 (% respecto del total) [Fuente: International Energy Agency (IEA)]	27
Figura 9. Consumo de energía en España por sectores en 2019 (% respecto del total) [Fuente: International Energy Agency (IEA)]	27
Figura 10. Emisiones de CO ₂ en el mundo por sectores en 2019 (% respecto del total) [Fuente: International Energy Agency (IEA)]	28
Figura 11. Emisiones de CO ₂ en la UE por sectores en 2019 (% respecto del total) [Fuente: International Energy Agency (IEA)]	28
Figura 12. Emisiones de CO ₂ en España por sectores en 2019 (% respecto del total) [Fuente: International Energy Agency (IEA)]	29
Figura 13. Tasa de dependencia energética en la UE (% de las importaciones netas en la energía disponible bruta, en toneladas equivalentes de petróleo) [Fuente: Eurostat]	29
Figura 14. Tasa de dependencia energética de la UE y los Estados miembros (% de las importaciones netas en la energía disponible bruta, en toneladas equivalentes de petróleo) [Fuente: Eurostat]	30

Figura 15. Intensidad energética primaria en la UE y España [Fuente: Libro de la Energía 2018. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. CE/IDAE]	30
Figura 16. Ciclo PHVA [Fuente: AENOR]	33
Figura 17. Etapas de un SGEEn según UNE-EN ISO 50001:2018	38
Figura 18. Proceso de planificación energética. Fuente: Norma UNE-EN ISO 50001:2018	39
Figura 19. Factores que afectan a la revisión energética [Fuente: Novotec]	40
Figura 20. Comparación del valor del IDEn de referencia y del valor actual del IDEn [Fuente: Norma UNE-EN ISO 50001:2018]	41
Figura 21. Procesos de una auditoría interna	45
Figura 22. Usos Principales de la potencia eléctrica instalada en el centro hospitalario en 2021	65
Figura 23. Comparativa del consumo eléctrico en 2020 y 2021 en el centro hospitalario	68
Figura 24. Tendencia del consumo eléctrico entre 2019 y 2021 en el centro hospitalario	68
Figura 25. Emisiones de CO ₂ por consumo eléctrico en el centro hospitalario entre 2019 y 2021	69
Figura 26. Comparativa del consumo eléctrico en 2020 y 2021 en el centro hospitalario	70
Figura 27. Tendencia del consumo de gas natural entre 2019 y 2021 en el centro hospitalario	71
Figura 28. Emisiones de CO ₂ por consumo de gas natural en el centro hospitalario entre 2019 y 2021	72
Figura 29. Comparativa del consumo de propano en 2020 y 2021 en el centro hospitalario	73
Figura 30. Emisiones de CO ₂ por consumo de propano en el centro hospitalario entre 2020 y 2021	74
Figura 31. Tendencia del consumo total de energía entre 2019 y 2021 en el centro hospitalario	78
Figura 32. Comparación del consumo global de energía entre los años 2019 y 2021 en el centro hospitalario	79
Figura 33. Tendencia de las emisiones de CO ₂ entre 2019 y 2021 en el centro hospitalario	79
Figura 34. Porcentajes del consumo por fuentes de energía empleadas en el centro hospitalario en el año 2021	80
Figura 35. Comparativa del consumo de energía eléctrica real y esperado de la LBEEn del centro hospitalario	83
Figura 36. Comparativa del consumo de gas natural real y de la LBEEn del centro hospitalario	84
Figura 37. Comparativa del consumo de energía total real y de la LBEEn del centro hospitalario	85
Figura 38. Tubos fluorescentes 3x18 W Figura 39. CorePro LEDtube 8W840 T8	88
Figura 40. Pantalla empotrada con fluorescente de 4x18 W Figura 41. Panel LED Start Flat Panel.	89
Figura 42. Lámpara de vapor de mercurio E40 125 Figura 43. Lámpara LED E40 54 W	94
Figura 44. Downlight UGR<19 Figura 45. Downlight DN060B LED	96
Figura 46. Planificación energética: Plan de recopilación de datos del centro hospitalario	105
Figura 47. Planificación Energética: datos básicos de consumo del año 2019	106
Figura 48. Planificación Energética: variables de cálculo del año 2019	107
Figura 49. Planificación Energética: datos básicos de consumo del año 2020	107
Figura 50. Planificación Energética: variables de cálculo del año 2020	107
Figura 51. Planificación Energética: datos básicos de consumo del año 2021	108
Figura 52. Planificación Energética: variables de cálculo del año 2021	108
Figura 53. Planificación Energética: Superficie del centro hospitalario y factores de conversión	108
Figura 54. Planificación Energética: IDEn 2019	109

Figura 55. Planificación Energética: IDEn 2020	109
Figura 56. Planificación Energética: IDEn 2021	110
Figura 57. Comparativa del IDEn Consumo de Energía total con su LBEn	110
Figura 58. Tendencia del IDEn Consumo de Energía total entre 2019 y 2021	111
Figura 59. Comparativa del IDEn Consumo de Energía total por superficie con su LBEn	111
Figura 60. Tendencia del IDEn Consumo de Energía total por superficie entre 2019 y 2021	112
Figura 61. Comparativa del IDEn Consumo de Energía total por temperatura con su LBEn	112
Figura 62. Tendencia del IDEn Consumo de Energía total por temperatura entre 2019 y 2021	113
Figura 63. Comparativa del IDEn Consumo de Energía total por estancias con su LBEn	113
Figura 64. Tendencia del IDEn Consumo de Energía total por estancias entre 2019 y 2021	114
Figura 65. Comparativa del IDEn Consumo de Energía total por camas con su LBEn	114
Figura 66. Tendencia del IDEn Consumo de Energía total por camas entre 2019 y 2021	115
Figura 67. Corrección de datos para LBEn de Consumo de Energía Eléctrica	116
Figura 68. Corrección de datos para LBEn de Consumo de Energía total	117
Figura 69. Corrección de datos para LBEn de Consumo de Energía total por superficie	118
Figura 70. Corrección de datos para LBEn de Consumo de Energía total por estancias	119
Figura 71. Corrección de datos para LBEn de Consumo de Energía total por camas	120

Notación

UNE	Una Norma Española
EN	Norma Europea
ISO	Organización Internacional de Normalización
CO ₂	Dióxido de carbono
TJ	Terajulio
Gt	Gigatonelada
IEA	Agencia Internacional de la Energía
UE	Unión Europea
PIB	Producto Interior Bruto
IDAE	Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía
SGEn	Sistema de gestión de la energía
IDEn	Indicador de desempeño energético
LBEn	Línea de base energética
PHVA	Planificar-Hacer-Verificar-Actuar
USE	Uso significativo de la energía
OG	Órgano Gestor

1 INTRODUCCIÓN

La Gestión Energética, así como las medidas de ahorro y eficiencia han cobrado gran importancia en los últimos años a causa de diversos motivos, como son el aumento del consumo energético y de emisiones de gases de efecto invernadero, la dependencia energética de los países, etc.

Desde el año 1990 se ha producido un incremento del consumo de energía final en todos los sectores, motivado por el gran aumento demográfico producido entre los años 1990 y 2020 (pasando de una población mundial de 5.33 mil millones a 7.80 mil millones de personas), el surgir de grandes potencias emergentes y las necesidades energéticas de estas. Este aumento del consumo energético lleva asociado un incremento en las emisiones de CO₂. Por citar un ejemplo, China ha aumentado el consumo de energía total en alrededor de un 217%, pasando de 27.749.351 TJ en 1990 a 87.974.025 TJ en 2019. Este incremento del consumo energético ha supuesto un aumento de las emisiones de CO₂ del 367% en el país asiático, pasando de 2.124 Gt CO₂ a un total de 9.920 Gt CO₂.

A nivel mundial el incremento del consumo energético ha sido menos acusado que en el ejemplo expuesto, aunque no por ello carece de importancia. El consumo de energía final ha pasado de un total de 250.223.925 TJ en 1990 a 411.319.390 TJ en 2019, produciéndose un incremento del 64%. Esto se traduce en un aumento de las emisiones del 63%. Esto se puede observar en las *Figuras 1 y 2*.

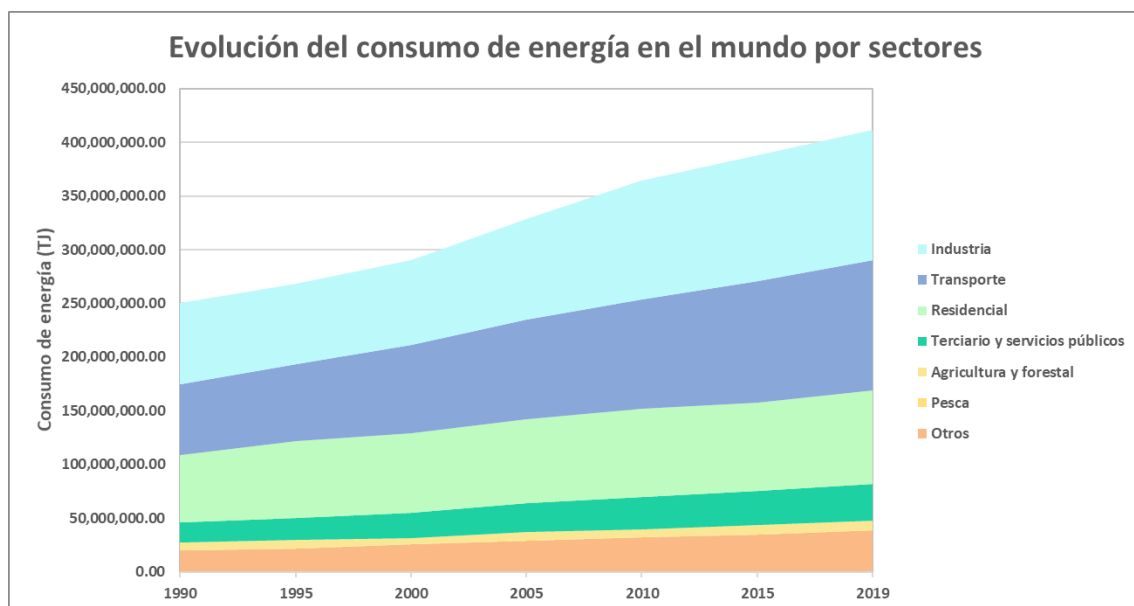


Figura 1. Evolución del consumo de energía final mundial por sectores [Fuente: International Energy Agency (IEA)]

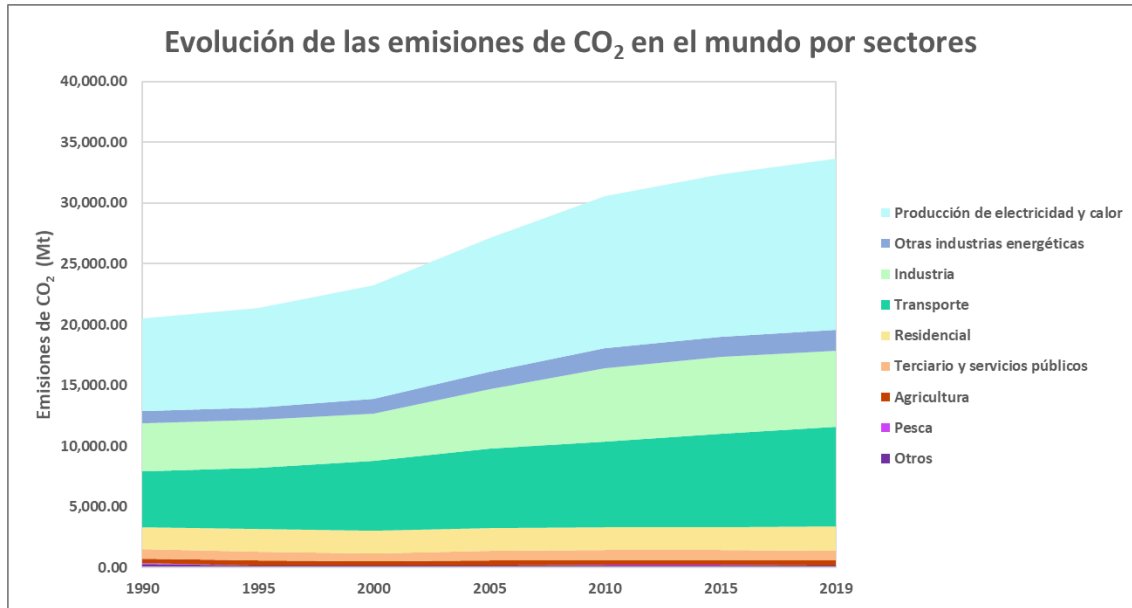


Figura 2. Evolución de las emisiones de CO₂ mundiales por sectores [Fuente: International Energy Agency (IEA)]

La Unión Europea ha conseguido que este incremento del consumo energético y de emisiones de CO₂ sea menos acusado. Esto se debe a las medidas adoptadas por la Comisión Europea en respuesta al cambio climático y al compromiso de los Estados miembros. Entre 1990 y 2019 el incremento del consumo de energía alcanza el valor del 1,58%, muy por debajo de la media mundial. Es importante matizar el efecto que tuvo la crisis económica de 2008, pues hasta entonces el incremento de la energía consumida alcanzó un valor del 10%. Las emisiones, sin embargo, se han reducido en un 25% en el periodo de tiempo mencionado. En las **Figuras 3 y 4** se representan estas variaciones.

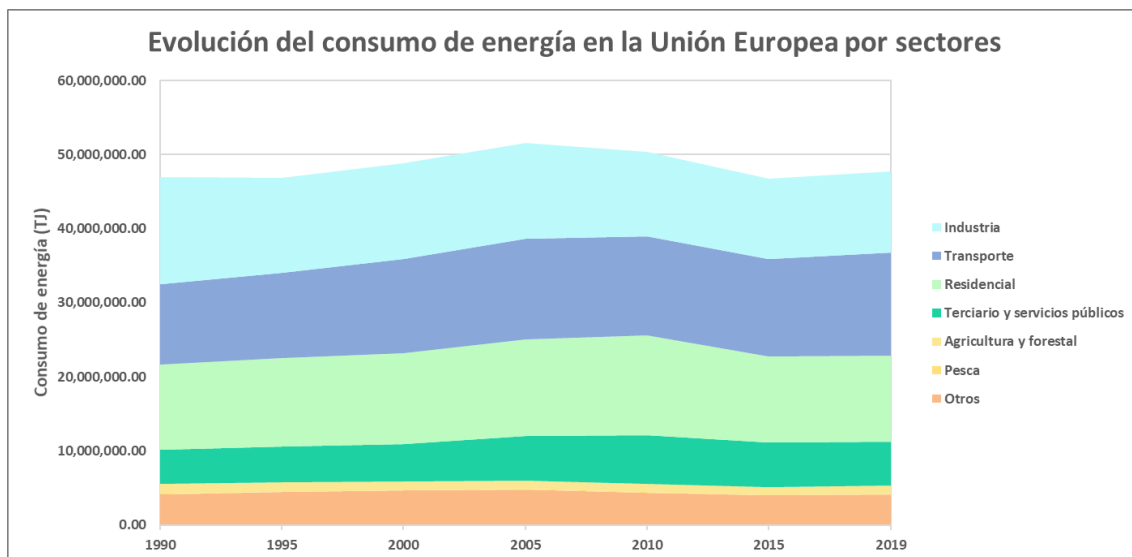


Figura 3. Evolución del consumo de energía final en la UE por sectores [Fuente: International Energy Agency (IEA)]

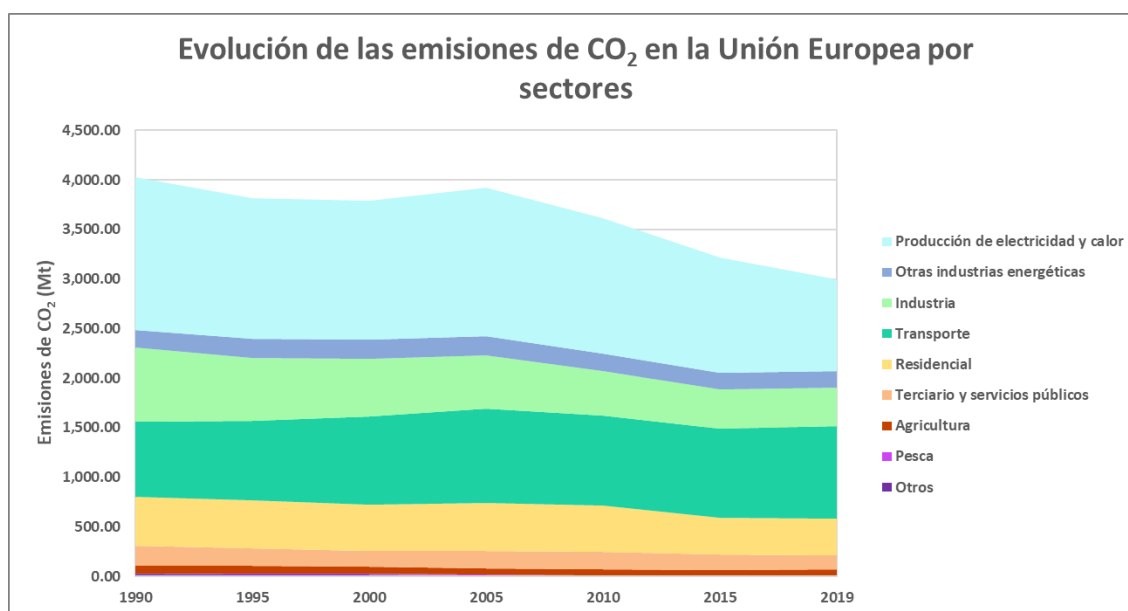


Figura 4. Evolución de las emisiones de CO₂ en la UE por sectores [Fuente: International Energy Agency (IEA)]

Prestando atención al ámbito nacional, el consumo energético final aumentó un 40% entre los años 1990 y 2019, incrementándose las emisiones de CO₂ en torno al 14%. En las **figuras 5 y 6** se representan estas variaciones en los distintos sectores.

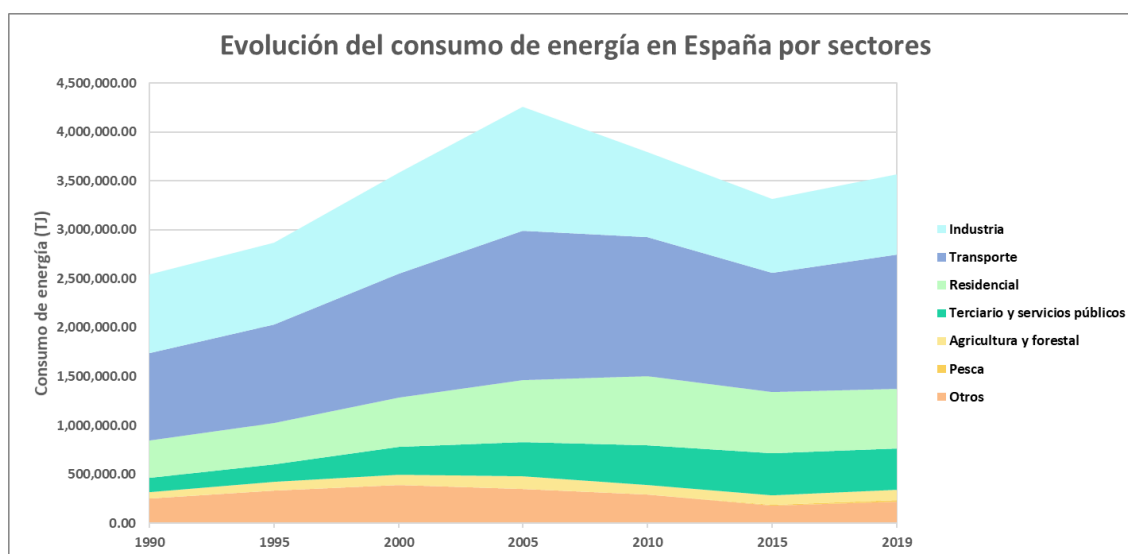


Figura 5. Evolución del consumo de energía final en España por sectores [Fuente: International Energy Agency (IEA)]

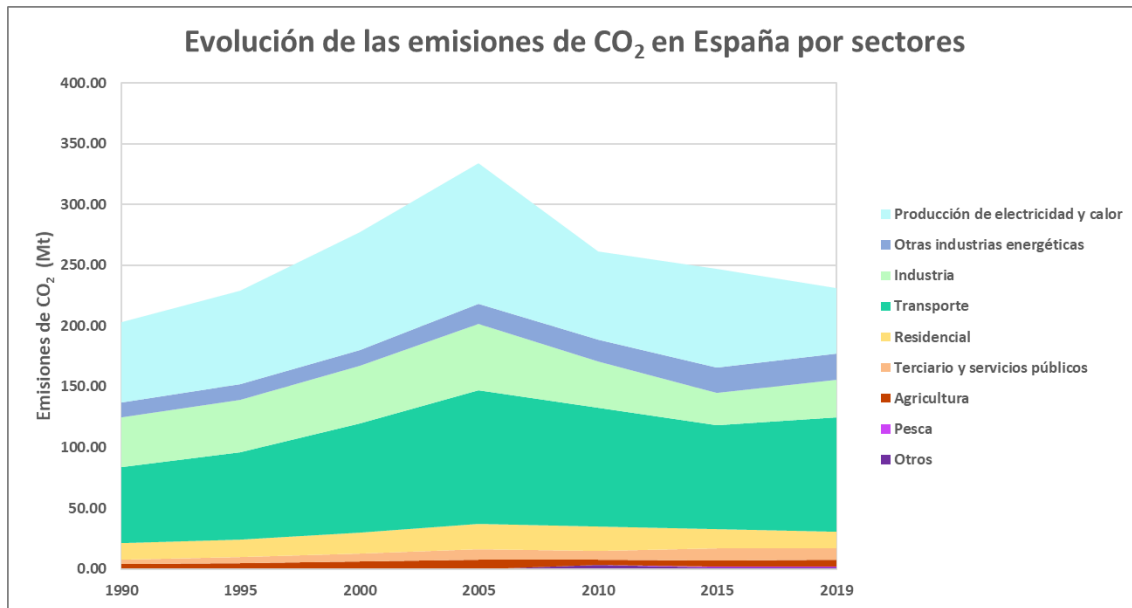


Figura 6. Evolución de las emisiones de CO₂ en España por sectores [Fuente: International Energy Agency (IEA)]

Respecto a los distintos sectores, el consumo energético se reparte en distintas proporciones en función de la zona geográfica. En las **Figuras 7, 8 y 9** se representa el reparto del consumo energético en los diversos sectores a nivel global, europeo y nacional.

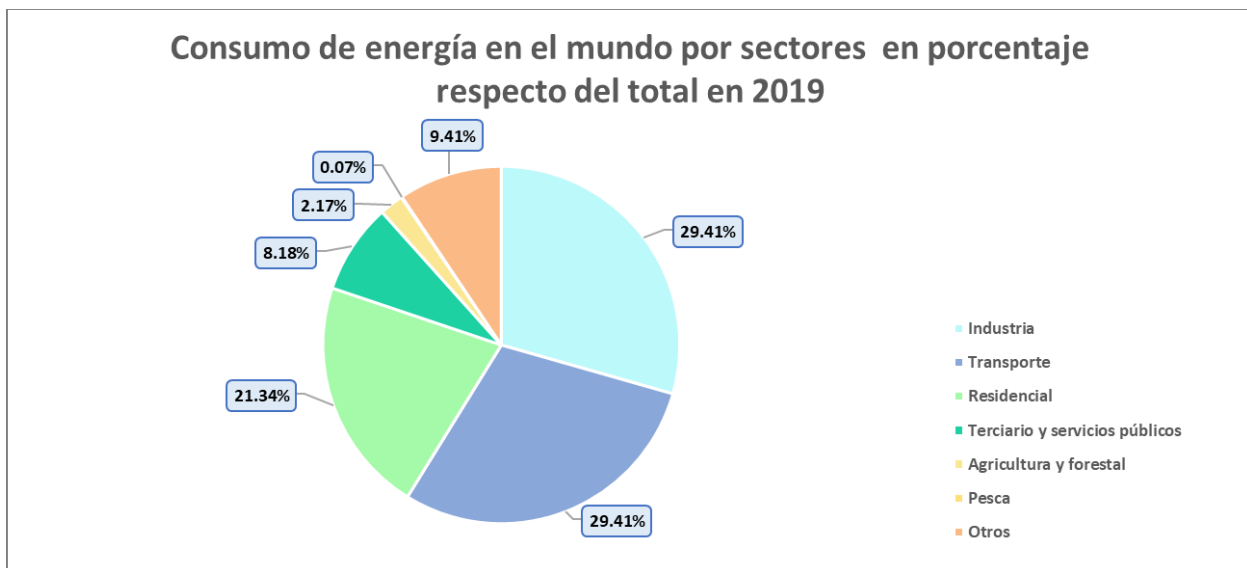


Figura 7. Consumo de energía en el mundo por sectores en 2019 (% respecto del total) [Fuente: International Energy Agency (IEA)]

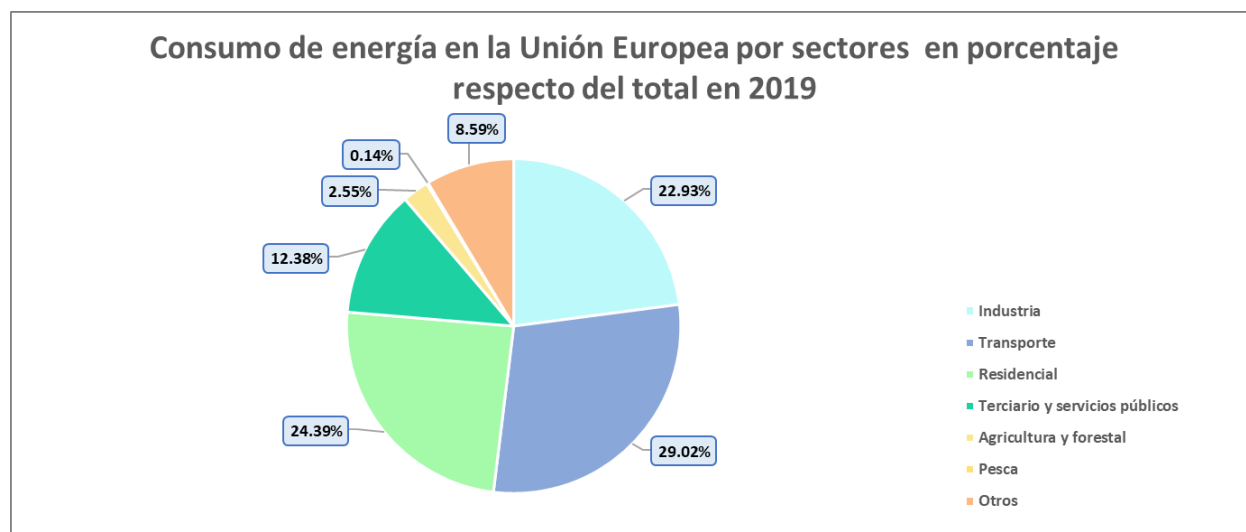


Figura 8. Consumo de energía en la UE por sectores en 2019 (% respecto del total) [Fuente: International Energy Agency (IEA)]

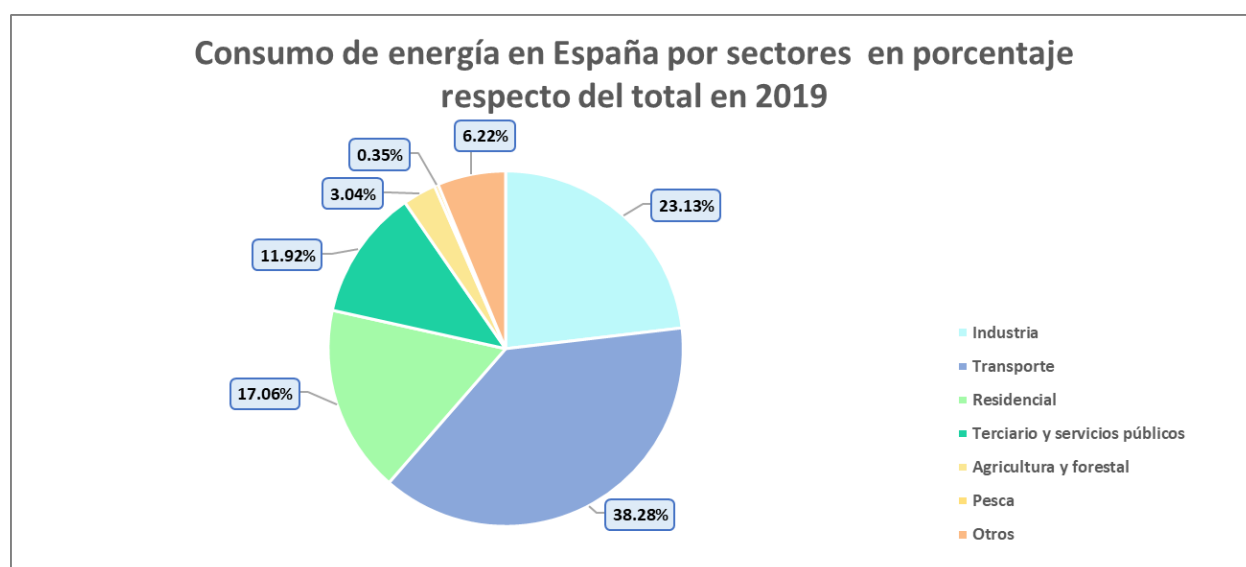


Figura 9. Consumo de energía en España por sectores en 2019 (% respecto del total) [Fuente: International Energy Agency (IEA)]

De igual manera se representa el reparto de las emisiones de CO₂ en los diversos sectores a nivel global, europeo y nacional en las **Figuras 10, 11 y 12**.

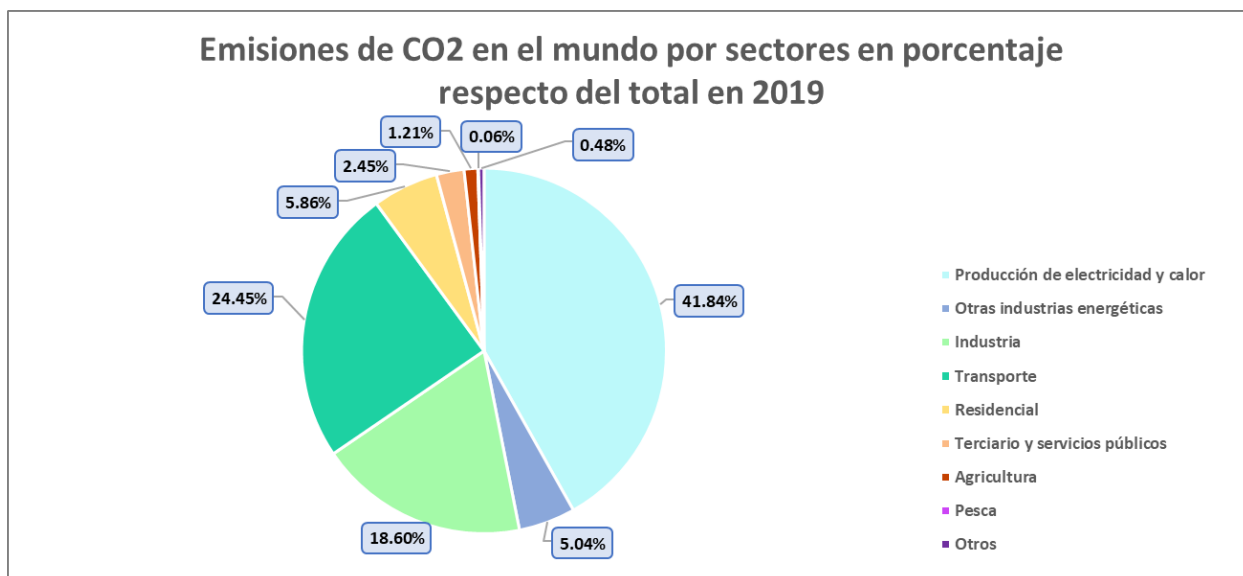


Figura 10. Emisiones de CO₂ en el mundo por sectores en 2019 (% respecto del total) [Fuente: International Energy Agency (IEA)]

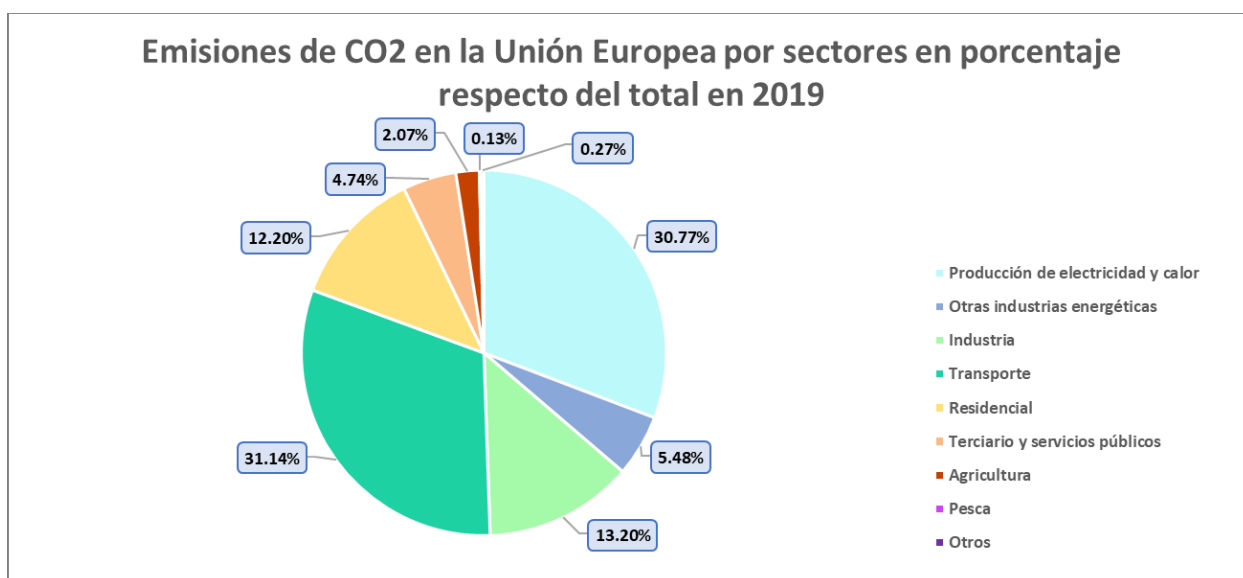


Figura 11. Emisiones de CO₂ en la UE por sectores en 2019 (% respecto del total) [Fuente: International Energy Agency (IEA)]

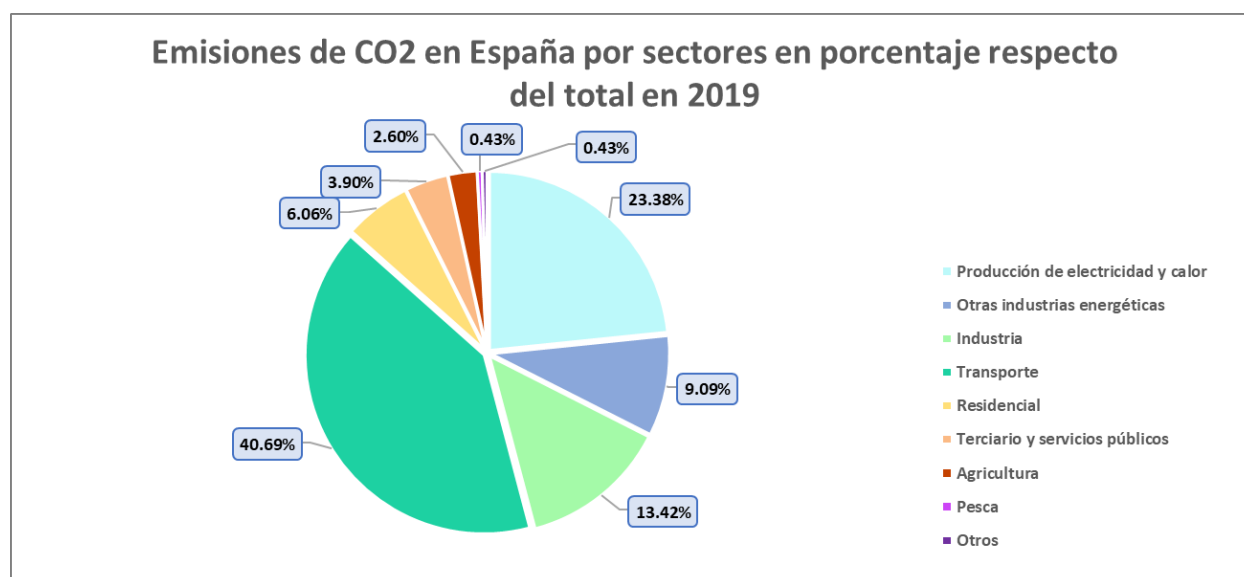


Figura 12. Emisiones de CO₂ en España por sectores en 2019 (% respecto del total) [Fuente: International Energy Agency (IEA)]

La UE tiene una dependencia energética de países terceros como Rusia, teniendo los distintos Estados miembros valores dispares de esta. El valor de las importaciones ha ido en aumento. Se ha pasado de un valor del 44% de la energía bruta disponible en 1990 al 52,9% en 2007 y posteriormente hasta el 55,1% en 2017. El máximo valor de dependencia energética en la UE se alcanzó en 2008, con un 54,6%.

Haciendo una distinción entre las diversas fuentes de energía, los valores más altos de dependencia son para el petróleo crudo, con un 86,7% de dependencia del exterior, y el gas natural, con un 74,3%. Otras fuentes de energía, como los combustibles fósiles sólidos tienen un menor valor, en torno al 43,9%.

En la **Figura 13** se analiza la evolución de la dependencia con las importaciones de diversos combustibles.

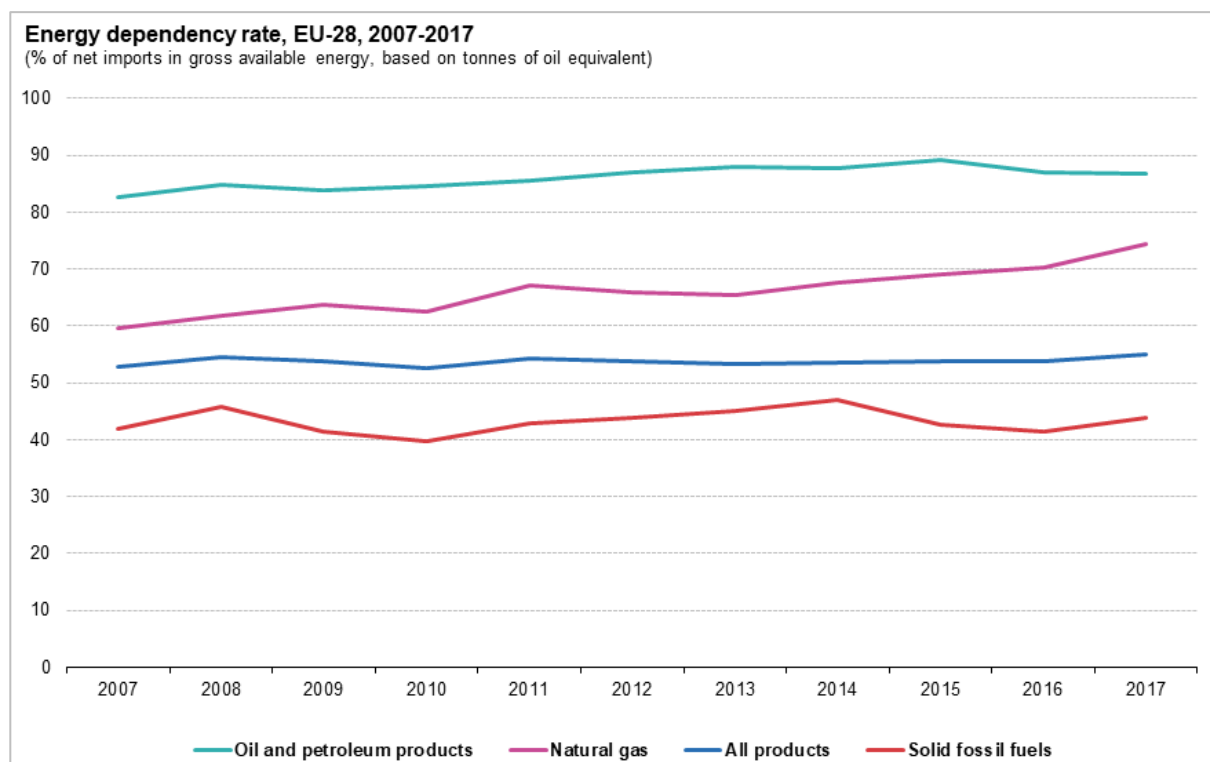


Figura 13. Tasa de dependencia energética en la UE (% de las importaciones netas en la energía disponible bruta, en toneladas equivalentes de petróleo) [Fuente: Eurostat]

La dependencia energética entre los distintos Estados miembros es dispar. Esto se debe a la capacidad de producción de energía primaria, los recursos energéticos propios y al nivel de eficiencia energética y de implantación de fuentes renovables.

Como se menciona anteriormente, la dependencia de la UE alcanzó el valor de 55.1% en 2017. Este valor es dispar entre todos los países. En el caso de España la dependencia es mayor, con un valor de casi el 75%. Esto se observa en la **Figura 14**.

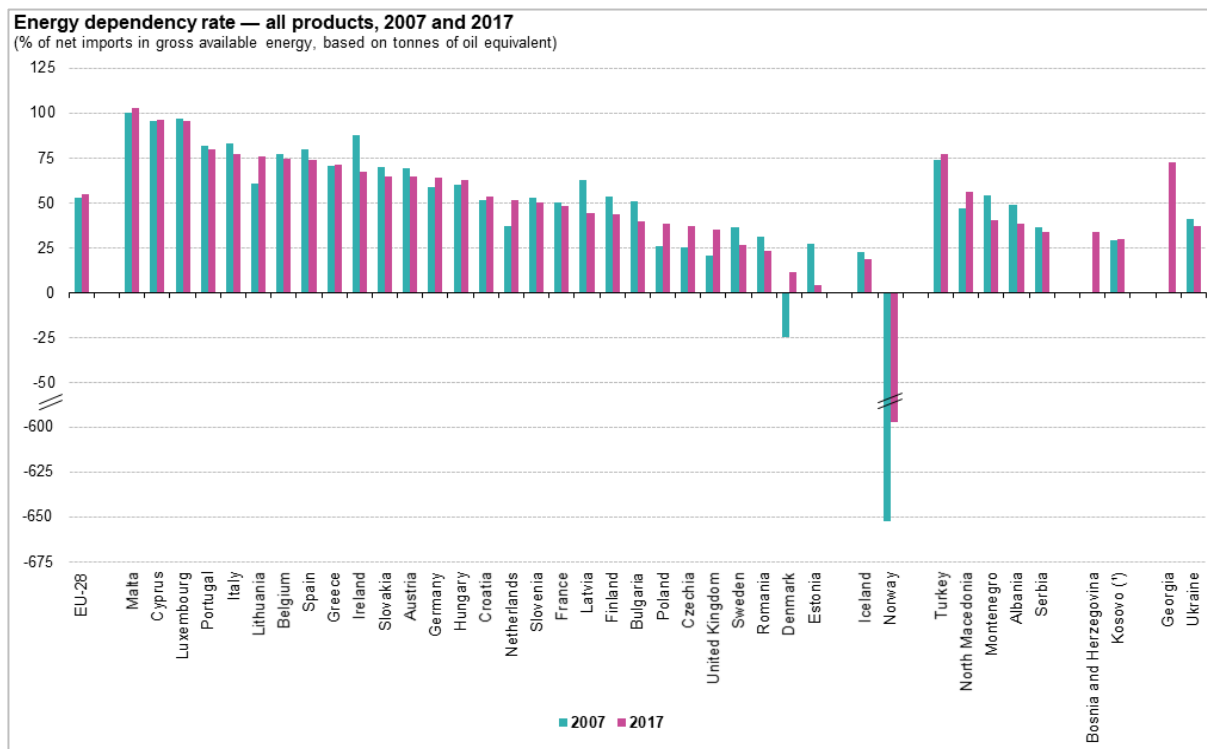


Figura 14. Tasa de dependencia energética de la UE y los Estados miembros (% de las importaciones netas en la energía disponible bruta, en toneladas equivalentes de petróleo) [Fuente: Eurostat]

Otro factor importante a tener en cuenta es la intensidad energética. Este indicador de la eficiencia energética permite conocer cuanta energía primaria es necesaria para producir una unidad de PIB. En España, el descenso de la intensidad energética es menor que en otros países del conexto europeo. En la **Figura 15** se observa la evolución de la intensidad energética en España y algunos países de la UE.

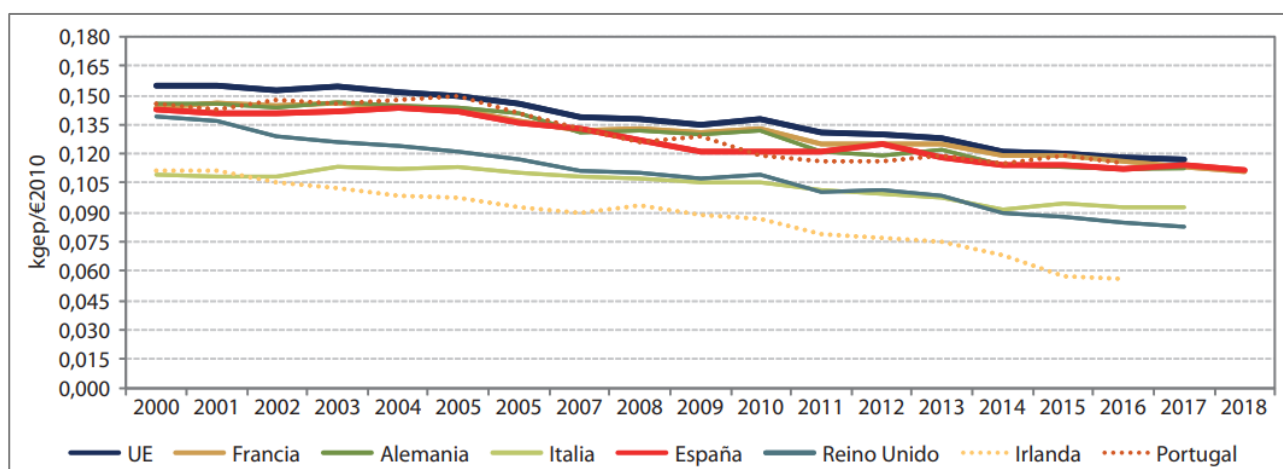


Figura 15. Intensidad energética primaria en la UE y España [Fuente: Libro de la Energía 2018. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. CE/IDAE]

Con todo lo analizado, resulta evidente que la mejora de la eficiencia y el ahorro energético han cobrado un papel vital si se quiere reducir las emisiones de CO₂, el consumo energético y la dependencia energética con el exterior.

El objeto de este trabajo es el estudio de la Norma UNE-EN ISO 50001:2018 Sistemas de Gestión de la Energía – Requisitos con orientación para su uso. Además, se analizará la implantación de un Sistema de Gestión de la Energía en un hospital, dividiéndose este en dos documentos bases.

El trabajo consta de cuatro puntos a tratar:

- Norma UNE-EN ISO 50001:2018
- Revisión Energética
- Planificación Energética
- Caso Práctico

2 NORMA UNE-EN ISO 50001:2018

En este apartado se describirá la Norma UNE-EN ISO 50001:2018 Sistemas de Gestión de la Energía – Requisitos con orientación para su uso. Mediante la implantación de esta Norma, las organizaciones buscan cumplir con una serie de objetivos:

- Mejora de la eficiencia energética en las organizaciones.
- Fomentar el ahorro energético.
- Reducción de gases de efecto invernadero.

Estos objetivos serán alcanzables si la aplicación del Sistema de Gestión de la Energía cumple con lo estipulado en la Norma.

A continuación, se realiza una descripción de los puntos y aspectos más relevantes a tratar incluidos en dicho documento.

2.1 Introducción

2.1.1 Generalidades

Esta Norma tiene por objetivo que cualquier organización pueda implementar los sistemas y procesos que permitan realizar una mejora continua en el desempeño energético de la misma. Cuando se habla de desempeño energético, se debe hablar de ámbitos como son la eficiencia energética, el uso y el consumo de energía.

Para la mejora continua del desempeño energético se utilizará como herramienta un Sistema de Gestión de la Energía (SGEn). Mediante esta herramienta se promueve una cultura de mejora del desempeño energético. Para ello se precisa del apoyo de todos los niveles de la organización, especialmente de la Alta Dirección. Además, será preciso realizar cambios culturales dentro de la organización.

El SGEn será aplicable a las actividades bajo el control de la organización, excluyéndose todo aquello que quede fuera del alcance y límites del mismo.

Para el desarrollo del SGEn se debe aplicar una política energética, objetivos y metas energéticas y planes de acción que permitan mejorar la eficiencia energética, el uso y el consumo de la energía, cumpliendo siempre con los requisitos legales pertinentes.

Evaluar el desempeño energético es vital y para ello se emplean los llamados Indicadores de Desempeño Energético (IDEn) y las Líneas de Base Energética (LBEEn).

2.1.2 Ciclo “Planificar-Hacer-Verificar-Actuar” (PHVA)

Un SGEEn está basado en el concepto de mejora continua. Este concepto incorpora el llamado Ciclo PHVA o “Planificar-Hacer-Verificar-Actuar”.

En la **Figura 16** viene representado el Ciclo PHVA dentro del contexto de un SGEEn.

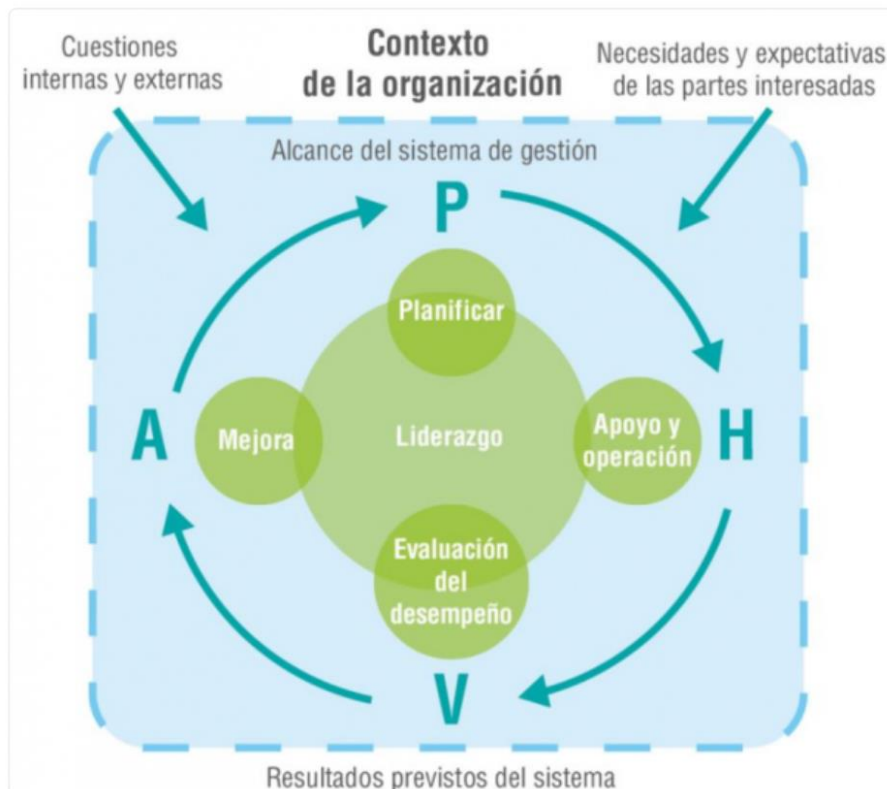


Figura 16. Ciclo PHVA [Fuente: AENOR]

2.1.3 Planificar

En este punto se debe esclarecer el contexto de la organización, cuál será la política energética y el Equipo de Gestión de la Energía, las medidas y acciones que se aplicarán para evitar riesgos y aprovechar las oportunidades, la realización de una revisión energética, la identificación de los Usos Significativos de la Energía (USE), cuáles son las metas y objetivos energéticos y los planes de acción para la mejora del desempeño energético.

2.1.4 Hacer

Para este apartado se deberá implementar los planes de acción elegidos en la etapa de planificación, el tipo de controles operacionales y de mantenimiento que se llevarán a cabo, los canales de comunicación que se emplearán y la consideración del desempeño energético en la fase de diseño y adquisición.

2.1.5 Verificar

En este apartado se realiza un seguimiento del desempeño energético. Para ello se realizan las mediciones, análisis y evaluaciones necesarias. Además, se realizará una auditoría interna que permita dirigir las revisiones por parte de la dirección para evaluar el desempeño y el SGEEn.

2.1.6 Actuar

Aquí se tomarán las decisiones para corregir las posibles no conformidades, además de mejorar continuamente el desempeño energético y el SGEEn.

2.1.7 Beneficios del SGE

La implementación de un SGE en una organización puede proporcionar una serie de beneficios, entre los que se pueden encontrar los siguientes:

- Reducción del consumo y los costes de la energía.
- Mejora de los resultados empresariales, haciendo a las organizaciones más competitivas.
- Involucrar a la Alta dirección.
- Cumplir con la legislación.
- Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Formalizar una política energética y sus objetivos.
- Integrar los distintos sistemas de gestión existentes con el SGE.
- Suministro seguro de la energía, identificando las áreas críticas en consumo y los riesgos derivados de estas.

2.1.8 Objeto y campo de aplicación

La Norma UNE-EN ISO 50001:2018 detalla los requisitos para establecer, implementar, mantener y mejorar un SGE. Esto ayudará a lograr una mejora continua del desempeño energético y del SGE.

Esta Norma es aplicable en los siguientes casos:

- Cualquier organización, sin importar el tipo, tamaño, ubicación, productos, servicios que presta, etc.
- Actividades que afectan al desempeño energético que estén controladas y gestionadas por la organización.
- A los distintos tipos y usos de energía consumida.

2.2 Términos y definiciones

En este apartado se recopila y explica el conjunto de definiciones que se emplean a lo largo de cada uno de los puntos que comprenden la Norma UNE-EN ISO 50001:2018.

Es necesario conocer cada una de estas definiciones, pues de ellas dependerá en gran medida la correcta implementación del SGE.

A continuación, se exponen y **citan textualmente** cada uno de los términos y deficiones proporcionados por la Norma UNE-EN ISO 50001:2018.

2.2.1 Términos relacionados con la organización

Organización

“Persona o grupo de personas que tienen sus propias funciones con responsabilidades, autoridades y relaciones para lograr sus objetivos”.

Alta Dirección

“Persona o grupo de personas que dirige y controla una organización al más alto nivel”.

Límite

“Límites físicos y organizacionales”.

Alcance del SGE

“Grupo de actividades que una organización aborda a través de un sistema de gestión de la energía”.

Parte interesada

“Persona u organización que puede afectar, ser afectado o percibirse como afectado por una decisión o actividad”.

2.2.2 Términos relacionados con el Sistema de gestión

Sistema de gestión

“Conjunto de elementos de una organización interrelacionados o que interactúan para establecer políticas, objetivos y procesos para lograr estos objetivos”.

Sistema de Gestión de la Energía (SGEn)

“Sistema de gestión para establecer una política energética, objetivos, metas energéticas, planes de acción y procesos para alcanzar los objetivos y las metas energéticas”.

Política

“Intenciones y dirección de una organización, como las expresa formalmente su Alta Dirección”.

Política energética

“Declaración de la organización de su intención o intenciones, dirección o direcciones y compromiso o compromisos globales relacionados con su desempeño energético, según lo expresado formalmente por la Alta Dirección”.

Equipo de gestión de la energía

“Personas con responsabilidades y autoridad para la implementación eficaz de un Sistema de Gestión de la Energía y para la realización de las mejoras del desempeño energético”.

2.2.3 Términos relacionados con los requisitos

Requisito

“Necesidad o expectativa establecida, generalmente implícita u obligatoria”.

Conformidad

“Cumplimiento de un requisito”.

No conformidad

“Incumplimiento de un requisito”.

Acción correctiva

“Acción para eliminar la causa de una no conformidad y evitar que vuelva a ocurrir”.

Información documentada

“Información que una organización tiene que controlar y mantener, y el medio que la contiene”.

Proceso

“Conjunto de actividades interrelacionadas o que interactúan, que transforma las entradas en salidas”.

Seguimiento

“Determinación del estado de un sistema, un proceso o una actividad”.

Auditoría

“Proceso sistemático, independiente y documentado para obtener evidencia de auditoría y evaluarla de manera objetiva con el fin de determinar el grado en que se cumplen los criterios de auditoría”.

Contratar externamente

“Establecer un acuerdo mediante el cual una organización externa realiza parte de una función o proceso de una organización”.

2.2.4 Términos relacionados con el desempeñoMedición

“Proceso para determinar un valor”.

Desempeño

“Resultado medible”.

Desempeño energético

“Resultados medibles relacionados con la eficiencia energética, el uso de la energía y el consumo de energía”.

Indicador de Desempeño Energético (IDEn)

“Medida o unidad de desempeño energético, según lo define la organización”.

Valor del Indicador de Desempeño Energético

“Cuantificación del IDEn en un momento dado o durante un periodo de tiempo especificado”.

Mejora del desempeño energético

“Mejora en los resultados medibles de la eficiencia energética, o del consumo de energía relacionada con el uso de la energía, comparada con la línea de base energética”.

Línea de Base Energética (LBE_n)

“Referencia cuantitativa que proporciona la base para la comparación del desempeño energético”.

Factor estático

“Factor identificativo que impacta en forma significativa en el desempeño energético y que no cambia en forma rutinaria”.

Variable relevante

“Factor cuantificable que impacta en forma significativa en el desempeño energético y cambia de forma rutinaria”.

Normalización

“Modificación de los datos para tomar en cuenta los cambios del desempeño energético en condiciones equivalentes”.

Riesgo

“Efecto de la incertidumbre”.

Competencia

“Capacidad para aplicar el conocimiento y las habilidades con el fin de alcanzar los resultados previstos”.

Objetivo

“Resultado a alcanzar”.

Eficacia

“Grado en el que se realizan las actividades planificadas y se obtienen los resultados planificados”.

Meta energética

“Objetivo cuantificable de la mejora del desempeño energético”.

Mejora continua

“Actividad recurrente para mejorar el desempeño”.

2.2.5 Términos relacionados con la energía

Energía

“Electricidad, combustibles, vapor, calor, aire comprimido y otros medios similares”.

Consumo de energía

“Cantidad de energía utilizada”.

Eficiencia energética

“Proporción u otra relación cuantitativa entre un resultado de desempeño, servicio, productos, materias primas, o de energía y una entrada de energía”.

Uso de la energía

“Aplicación de la energía”.

Revisión energética

“Análisis de la eficiencia energética, el uso de la energía y el consumo de energía, con base en los datos y otra información, orientada a la identificación de los USE y de las oportunidades de mejora del desempeño energético”.

Uso Significativo de la Energía (USE)

“Uso de la energía que representa un consumo de energía sustancial y/o que ofrece un potencial considerable para la mejora del desempeño energético”.

2.3 Liderazgo

Resulta vital que la Alta Dirección de la organización muestre capacidad de liderazgo y compromiso para que el objetivo de la mejora continua en el desempeño energético y el SGEEn sean factibles. La Alta Dirección deberá tomar parte en una serie de medidas referentes a la política energética adoptada por la organización, así como la definición de roles y responsabilidades entre los distintos niveles de la organización.

2.3.1 Liderazgo y compromiso

La Alta Dirección debe cumplir una serie de requisitos:

- Delimitar el alcance y límites del SGEEn.
- Establecer la política energética, así como los objetivos y metas energéticas.
- Integración del SGEEn en los distintos procesos pertenecientes a la organización.
- Aprobar e implementar los planes de acción a seguir.
- Asegurar la disponibilidad de los recursos necesarios para el SGEEn.
- Asegurar que se cumplen los resultados previstos del SGEEn.
- Promover la mejora continua del desempeño energético y del SGE.
- Conformar un Equipo de Gestión de la Energía.
- Dirigir, apoyar y formar al personal que intervenga en la eficacia del SGEEn y en la mejora del desempeño energético.
- Elegir unos IDEEn que permitan interpretar correctamente el desempeño energético.

2.3.2 Política energética

En este apartado se define el alcance y los límites del SGEEn. Debe ser apropiada conforme a la naturaleza del organismo, la magnitud del uso de la energía y a su impacto.

Respecto a la política energética, esta debe:

- Documentarse correctamente.
- Comunicarse e involucrar a todos los niveles de la organización.
- Ser accesible y disponible a las partes interesadas.
- Ser revisada y actualizada periódicamente.

2.3.3 Roles, responsabilidades y autoridades en la organización

La Alta Dirección debe designar al Equipo de Gestión de la Energía las competencias, responsabilidades y autoridad para que:

- El SGEEn se defina, implente y mejore continuamente.
- El SGEEn cumpla con los requisitos definidos en la Norma.
- Se establezcan planes de acción que permitan la mejora continua del desempeño energético.
- Informe sobre la mejora del desempeño energético a la Alta Dirección.
- Se establezca una metodología y los criterios oportunos para que el control del SGEEn sea eficiente.

2.4 Etapas y requisitos

En los siguientes apartados se definirán las etapas y requisitos que debe incluir y cumplir un SGEEn según la Norma. Estos se pueden ver de forma esquemática en la **Figura 17**.

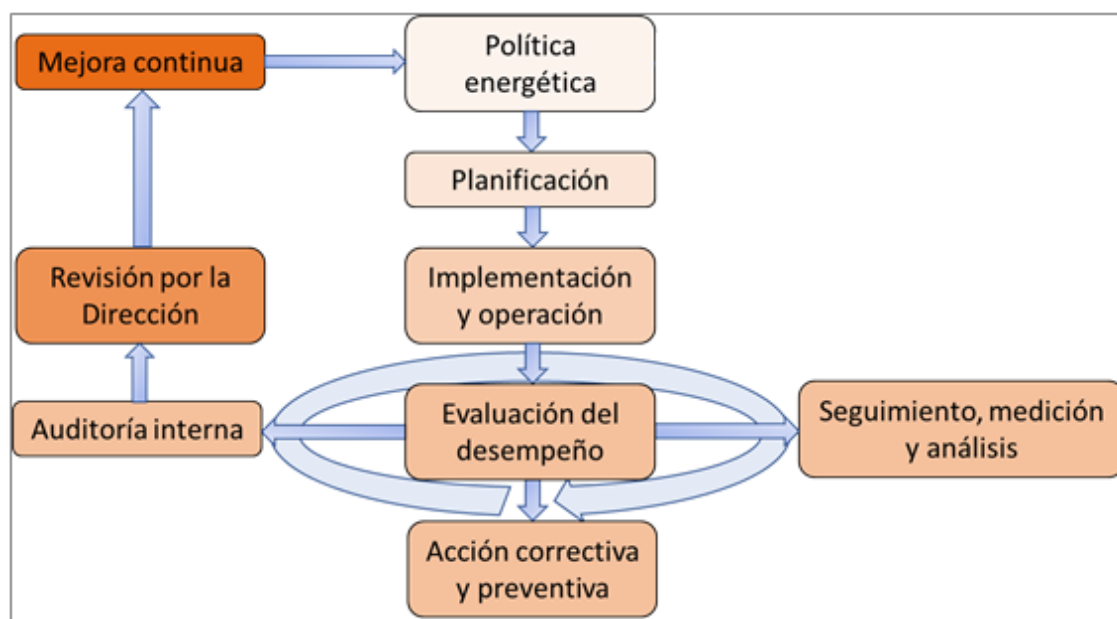


Figura 17. Etapas de un SGEEn según UNE-EN ISO 50001:2018

2.4.1 Planificación

2.4.1.1 Acciones para abordar los riesgos y las oportunidades

La organización debe tener en cuenta los riesgos y las oportunidades a la hora de planificar el SGen con el fin de:

- Que el SGen alcance los resultados esperados y la correspondiente mejora del desempeño energético.
- Evitar o reducir efectos no deseados.
- Conseguir la mejora continua del SGen y del desempeño energético.

Mediante la identificación de los riesgos y las oportunidades se evaluarán los escenarios futuros y las consecuencias, pudiendo preverse los efectos no deseados y abordarse antes de que se den. También podrá considerarse las circunstancias favorables posibles, lo cual puede ofrecer ventajas y beneficios en caso de identificarse y conseguirse.

En la **Figura 18** se expone de manera esquemática el proceso de planificación energética.

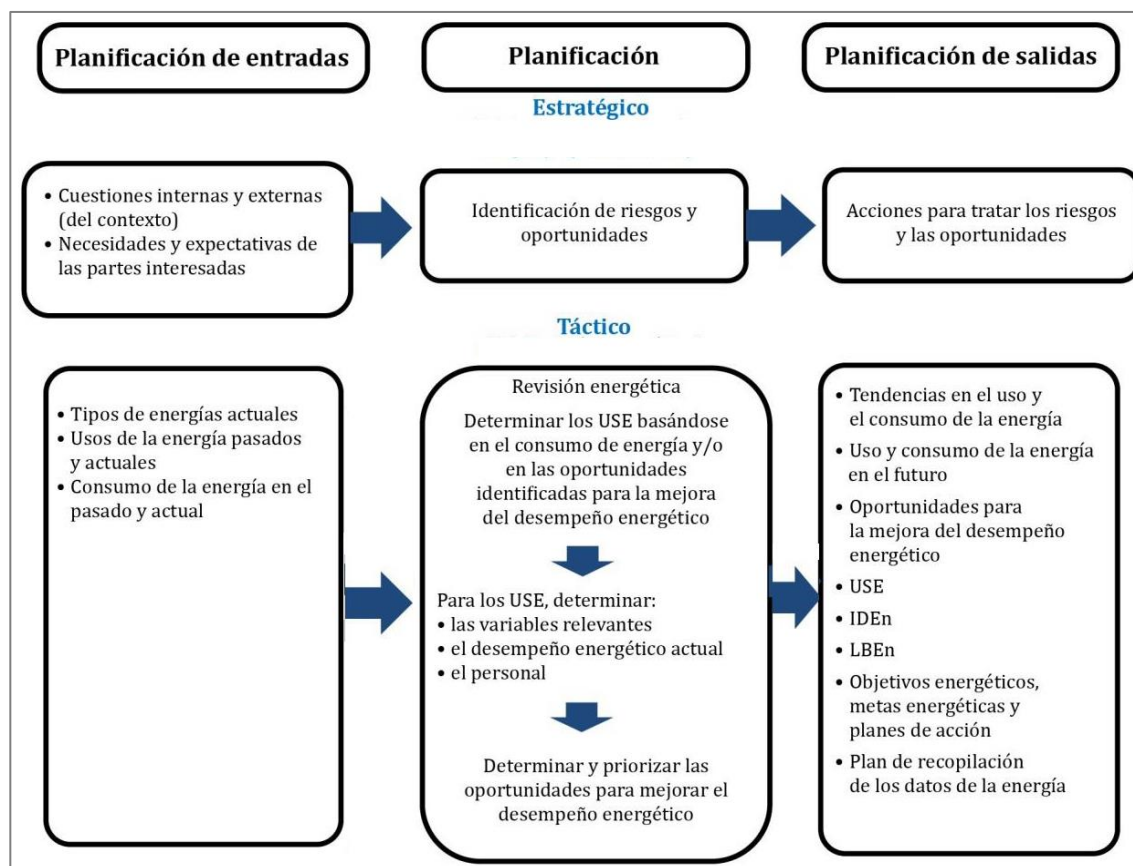


Figura 18. Proceso de planificación energética. Fuente: Norma UNE-EN ISO 50001:2018

2.4.1.2 Objetivos, metas energéticas y planificación para lograrlos

Los objetivos incluyen mejoras generales que se puedan dar en el SGen y mejoras en el desempeño energético. Dichos objetivos podrán ser cuantitativos o cualitativos.

Los objetivos y metas energéticas deben:

- Estar acorde a la política energética.
- Ser medibles.
- Tener en cuenta los USE.

- Valorar las oportunidades de mejora del desempeño energético.
- Tener un seguimiento periódico.
- Ser actualizados cuando se requiera.

Las metas deben tener en cuenta lo siguiente:

- Requisitos legales.
- Opciones tecnológicas.
- Condiciones financieras, operacionales y comerciales.

Para alcanzar y cumplir las metas y objetivos, la organización debe establecer e implementar programas que incluyan:

- La designación de responsabilidades.
- Los medios y plazos para alcanzar las metas.
- El método mediante el cual se verifica la mejora del desempeño energético.

2.4.1.3 Revisión energética

El objetivo de esta etapa es conocer y analizar los recursos, usos y consumos energéticos, así como el desempeño energético y las variables que afecten en el mismo. Al identificar que tipos de energía, su uso y consumo, la organización podrá definir las áreas de Uso Significativo de Energía, lo que permite conocer las oportunidades de mejora del desempeño energético.

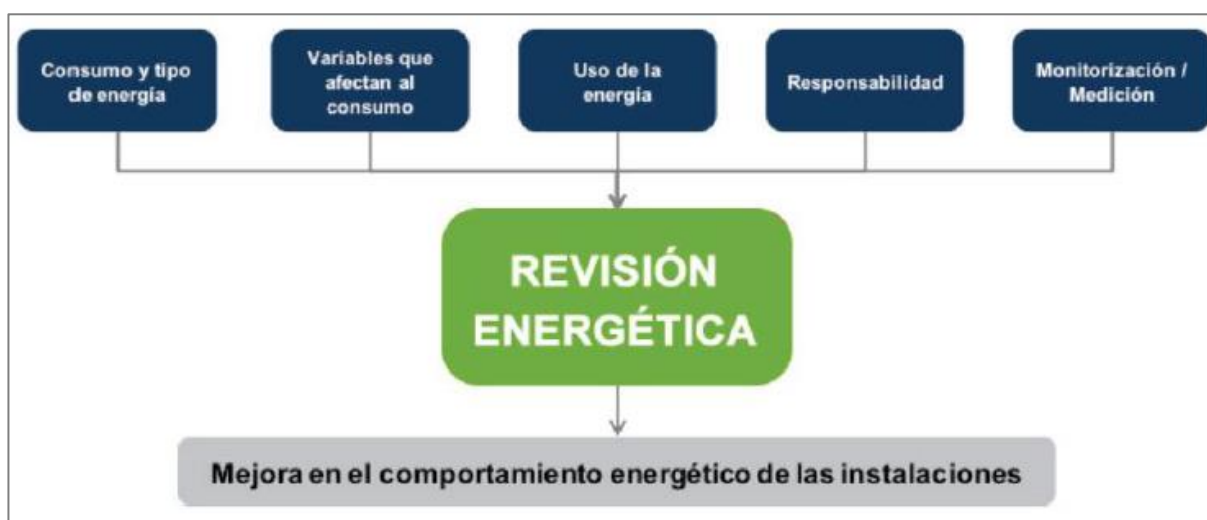


Figura 19. Factores que afectan a la revisión energética [Fuente: Novotec]

La organización debe tener en cuenta los siguientes aspectos para el correcto desarrollo de la revisión energética:

- Consumos energéticos y factores energéticos basados en medición y otros datos.
- Identificar los USE, así como las variables pertinentes que intervienen en ellos, su desempeño energético actual y las personas que intervienen en ellos.
- Localizar las oportunidades de mejora del desempeño energético.
- Valorar los posibles usos y consumos energéticos a futuro.

Es importante actualizar la revisión energética en los intervalos de tiempo establecidos por la organización, documentar la información y conservarla. En dicha actualización se incluyen los datos y la información que estén relacionados con el uso y consumo de energía.

Respecto a los consumos y factores energéticos, estos se deben basar en mediciones y otros datos asociados al

nivel de producción y/o otros factores que puedan afectar al consumo energético.

El grado de detalle de los datos dependerá del tamaño y tipo de organización, así como del consumo energético. Existen unos mínimos que se deben incluir:

- Entradas de energía (electricidad, petróleo, gas natural, etc.).
- Uso de la energía (secado, bombeo, climatización, iluminación, etc.).
- Tendencias en el consumo que sirvan para constituir la LBE.

Las fuentes de información para la obtención de datos son diversas:

- Facturas, contadores, informes de gestión, etc.
- Si no existe forma de medir o de obtener datos, se deberá realizar estimaciones mediante los datos de las placas descriptivas de los equipos, las horas de funcionamiento, los cambios operacionales planificados, etc.

Respecto a los USE:

- Hacer una evaluación más detallada de estas áreas.
- Son las áreas con una proporción alta de consumo energético total.
- También son áreas en las que exista un gran potencial de ahorro energético.

Conocer los USE le permite a la organización definir las áreas y criterios de consumo sustancial energético y valorar las potenciales mejoras del desempeño. Los USE se pueden definir u organizar con distintos criterios (por instalación, proceso o equipo).

2.4.1.4 Indicadores de Desempeño Energético

El objetivo de esta etapa es establecer los IDEn, lo que permite controlar y medir el desempeño energético de la organización.

Los IDEn sirven para comparar el desempeño energético antes y después (valor de referencia del IDEn y valor actual del IDEn respectivamente) de implementar las acciones de mejora que determine la organización. La diferencia entre ambos valores mide el desempeño energético.

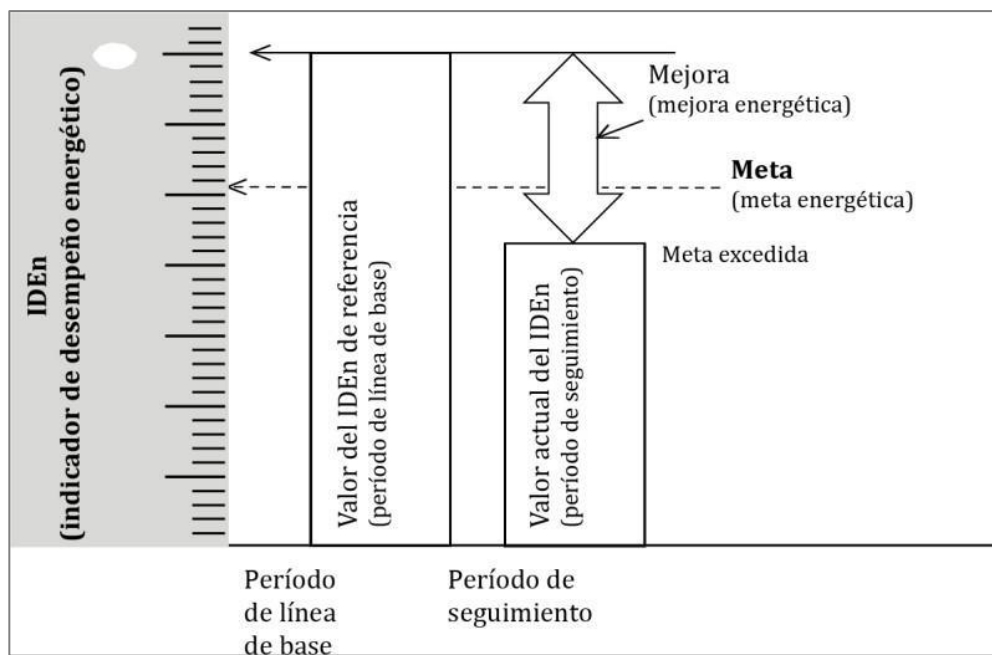


Figura 20. Comparación del valor del IDEn de referencia y del valor actual del IDEn [Fuente: Norma UNE-EN ISO 50001:2018]

La organización se encarga de determinar y establecer los IDEn:

- Que sean apropiados para medir y realizar el seguimiento del desempeño energético.
- Que puedan demostrar la mejora del desempeño energético.

Los IDEn deben ser determinados y actualizados en función de las variables que puedan afectar de manera significativa al desempeño energético.

El valor de los IDEn se debe comparar con los valores de la LBEEn correspondiente, conservándose la información de forma documentada.

2.4.1.5 Línea de Base Energética

Esta etapa tiene por objetivo establecer una LBEEn gracias a la información de la revisión energética, que represente lo más fielmente posible el comportamiento energético de la organización. Además, sirve como referencia una vez implementado el SGE.

Mediante la LBEEn se puede evaluar cómo se comporta la organización en materia energética, comparando el consumo de la línea base con el consumo real.

Las LBEEn se deben revisar si:

- Los IDEn no reflejan el desempeño energético de manera fiel.
- Hay cambios importantes entre los factores estáticos.

La información extraída de las LBEEn se debe conservar y documentar. También es importante conservar los datos de las variables relevantes y las posibles modificaciones que afecten a las LBEEn.

Si se introduce o elimina un uso de la energía con un consumo significativo de esta se modifica la LBEEn.

2.4.1.6 Planificación para recopilar los datos de la energía

Los datos que se deben recopilar y documentar para la evaluación del desempeño energético deben comprender los siguientes aspectos:

- Variables relevantes de los USE.
- Consumo de energía de los USE y la organización.
- Criterios operacionales de los USE.
- Factores estáticos.
- Datos del plan de acción.

Esta recopilación de datos debe ser revisada y actualizada, pues de ellos depende el seguimiento y mejora continua del desempeño energético.

El método de medición debe ser capaz de proporcionar de forma precisa los datos. Estos se deben conservar y documentar de manera que puedan ser empleados para el correcto seguimiento y revisión.

2.4.2 Apoyo

Aunque esto no corresponda a una etapa como tal dentro del SGEN, resulta de vital importancia que la organización preste el apoyo necesario en materia de asignación de recursos y competencias, en toma de conciencia del personal, establecer los canales y medios de comunicación necesarios y de documentación de la información relevante.

2.4.2.1 Recursos y competencia

La organización es la encargada de determinar y dotar de los recursos que sean necesarios para la implementación y mejora continua del desempeño energético y el SGEN. Para ello debe:

- Comunicar las competencias para el personal cuyo puesto afecte al desempeño y al SGEN.

- Asegurarse que el personal que afecte al desempeño y al SGEN sea competente, con la formación necesaria, estén capacitados o tengan la experiencia necesaria para el correcto desempeño de sus funciones.
- Tomar acción y evaluar la eficiencia de las medidas implementadas.
- Documentar la información relativa al desempeño.

Los recursos comprenden un amplio abanico de campos, como recursos humanos, tecnológicos, infraestructura, recursos financieros, etc.

2.4.2.2 Toma de conciencia

La organización se debe encargar de que el personal que trabaje bajo su control sea consciente de la política energética adoptada, su contribución respecto al SGEN y al desempeño energético (incluidos los objetivos y metas energéticas), el impacto de sus acciones y las implicaciones en caso de no cumplir con los objetivos marcados.

Para ello debe identificar que necesidades se presentan en cada uno de los aspectos energéticos que intervengan en el desempeño y en el SGEN, proporcionando la formación necesaria al personal para el correcto desempeño de las funciones.

Además, deberá asegurarse de que todos los niveles de dirección reciben un nivel de información y formación adecuados dentro del campo de la gestión de la energía, lo que permitirá establecer los objetivos y metas, escogiendo para su consecución las herramientas y métodos de gestión adecuados.

2.4.2.3 Comunicación

La organización es la encargada de establecer los medios y canales correctos para la comunicación interna y externa, asegurándose que la información generada en el SGEN sea consistente y confinable.

La comunicación interna de los aspectos relativos al desempeño energético y al SGEN es vital, pues de ello dependerá que el personal que trabaje en la organización pueda participar activamente en la gestión energética y en la mejora del desempeño.

La organización podrá decidir si comunicar o no externamente datos e información sobre el SGEN. En caso afirmativo, deberá establecer los canales y medios que crea adecuados y registrarlos.

2.4.2.4 Información documentada

Respecto a la documentación de la información, el SGEN incluye la información requerida y necesaria para la eficacia del mismo y que permita demostrar la mejora del desempeño energético.

La información documentada se deberá crear y actualizar cumpliendo con una serie de requisitos, como son la correcta identificación y descripción de la información, el formato y medios empleados y la revisión y comprobación de la misma.

La información estará disponible para su uso siempre que se requiera, controlándose siempre su correcto uso, almacenamiento, control de cambios y conservación.

La documentación del SGEN incluirá al menos:

- La política energética, los objetivos y las metas marcadas.
- El alcance del sistema.
- Los elementos principales del sistema, su descripción e interacción.
- Los documentos y registros necesarios que aseguren la correcta eficacia de la planificación, operación y control de los procesos empleados.

2.4.3 Operación

2.4.3.1 Planificación y control operacional

La organización es la encargada de planificar, implementar y controlar todo proceso que contenga algún USE, para cumplir los requisitos e implementar los requisitos expuestos en el apartado de objetivos y metas energéticas.

Para ello, la organización debe:

- Establecer los criterios necesarios en cada proceso. Es importante contar con una buena operación y mantenimiento de las instalaciones y equipos que intervengan en los procesos que utilizan energía, ya que un incorrecto funcionamiento de estos puede suponer un gran desvío en el desempeño energético.
- Implementar el control de los procesos, operación y mantenimiento conforme a los criterios establecidos.
- Mantener la información documentada para la certeza de que los procesos se han realizado conforme a lo planificado.

Adicionalmente, la organización controla los cambios planificados, revisando la influencia y consecuencia de los cambios no previstos e interviniendo en los que afecten de manera adversa.

2.4.3.2 Diseño

Se considerarán las oportunidades de mejora del desempeño energético y el control operacional por parte de la organización, evaluándose aquellas que tengan un impacto importante en el desempeño energético.

Entre ellas se pueden destacar nuevas líneas de producción, nuevos servicios auxiliares, nuevas instalaciones, siempre que sea viable y económicamente factible.

En una primera etapa del proyecto de diseño se hace un minucioso análisis de las demandas energéticas. En etapas posteriores se realiza la evaluación energética y se definen las tareas de las personas responsables en relación al desempeño energético y al SGen.

2.4.3.3 Adquisición

La organización determina los criterios necesarios para evaluar el desempeño durante todo el tiempo de vida planificado o esperado de los productos, equipos y servicios adquiridos que empleen energía y afecten de manera significativa en el desempeño energético.

Se deberá definir y comunicar, siempre que sea aplicable, las especificaciones que aseguren el desempeño energético del equipo y los servicios adquiridos y la adquisición de energía.

2.4.4 Evaluación del desempeño

2.4.4.1 Seguimiento, medición, análisis y evaluación del desempeño energético y del SGen

La organización es la encargada de establecer y describir el seguimiento, medición y selección de las metas de los requisitos que se incluyen en su SGen. Para ello incluirá, como mínimo, las siguientes características:

- Acciones para alcanzar las metas energéticas.
- Los IDEn.
- Los USE.
- Relación entre el consumo energético y los IDEn.
- El consumo real frente al esperado.

También deberá determinar cuales son los métodos para la correcta medición, análisis, y evaluación. Además establecerá los intervalos planificados para el seguimiento, la medición, el análisis y la evaluación de los resultados obtenidos.

Respecto a la mejora del desempeño energético, esta se realiza comparando los valores de los IDEn con los de la LBEEn correspondiente.

En caso de darse desviaciones respecto al desempeño esperado, la organización deberá investigar el motivo y conservar la información correspondiente para poder adoptar las medidas pertinentes.

2.4.4.2 Auditoría interna

Se realizarán auditorías internas del SGEN que permitan comprobar la mejora del desempeño energético, en los intervalos planificados.

Las auditorías internas deben cumplir lo siguiente:

- Requisitos de la organización para el SGEN.
- Política energética, objetivos y metas marcados por la organización.
- Requisitos marcados por la Norma.

Se deberá planificar, establecer, implementar y mantener un programa de auditorías que trate lo siguiente:

- Responsabilidades y requisitos de planificación y realización de las auditorías, así como informar sobre los resultados obtenidos.
- Determinar los criterios, el alcance, la frecuencia y los métodos empleados en la auditoría.

Los auditores deberán ser objetivos e imparciales en todo el proceso de auditoría, pudiendo realizarse por personal externo o interno siempre y cuando tengan la competencia profesional adecuada.

Una auditoría está compuesta por una serie de procesos o pasos a seguir, los cuales se ven de manera esquemática en la **Figura 21**.

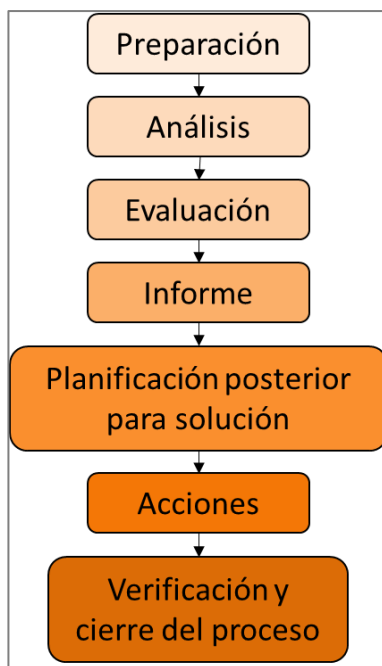


Figura 21. Procesos de una auditoría interna

En último lugar en lo que respecta a este apartado, se deberá asegurar que los resultados obtenidos sean informados, se tomen acciones respecto a las posibles no conformidades o a la mejora continua y se conserve la información de forma documentada.

2.4.4.3 Revisión por la dirección

EL SGEn será revisado por la Alta Dirección de la organización, para asegurarse de su conveniencia, adecuación y eficacia continuas.

La dirección incluirá en la revisión lo siguiente:

- Las acciones adoptadas de revisiones previas.
- Cambios internos y externos, incluyendo los riesgos asociados y las oportunidades de mejora del SGEn.
- Desempeño energético (no conformidades, acciones preventivas, resultado en las mediciones y seguimiento, resultado de auditorías internas y resultado en el cumplimiento de requisitos legales),
- Oportunidades de mejora continua.
- Política energética.

En cuanto a las entradas para la revisión por parte de la dirección, se incluirá:

- Acciones de seguimiento de revisiones previas.
- Revisión energética y política energética.
- Evaluación del cumplimiento legal.
- Estado del cumplimiento de objetivos y metas energéticas.
- Resultados de las auditorías internas.
- Desempeño energético global de la organización.
- Consumo energético previsto para el siguiente periodo.
- Recomendaciones de mejora.

Respecto a las salidas de la revisión por parte de la dirección, se incluirá lo siguiente:

- Oportunidades de mejora del desempeño energético y la mejora continua.
- Cambios en la política energética.
- Los IDEN y las LBEn.
- Cambios en los objetivos y metas energéticas marcadas, los planes de acción y las acciones a tomar si no se alcanzan los objetivos especificados.
- Oportunidades para la mejora continua.
- La toma de conciencia, de la comunicación y las competencias.

2.4.5 Mejora

2.4.5.1 No conformidad y acción correctiva

En el proceso de evaluación del desempeño puede darse la circunstancia de que surjan situaciones de no conformidad en los que la organización deberá:

- Actuar frente a la no conformidad para su control, corrección y evitar las consecuencias.
- Estudiar la necesidad de tomar acciones para la eliminación de la causa de la no conformidad para evitar que se repita mediante su revisión, la determinación de las causas y revisando si hay otras no conformidades similares.
- Implementando las acciones pertinentes y necesarias.
- Revisando la eficacia de las acciones correctivas adoptadas.
- Realizando cambios en el SGEn.

Las no conformidades pueden tener orígenes diversos, como son:

- Las deficiencias en el diseño e implantación del SGEN.
- Las deficiencias o fallos en la organización.
- Las deficiencias o fallos en los equipos principales y auxiliares que intervengan en el desempeño energético.
- Errores humanos.

El procedimiento a seguir frente a una no conformidad es:

- La identificación del motivo de la no conformidad.
- La elección y puesta en marcha de las acciones correctoras apropiadas.
- La puesta en práctica de las medidas o acciones preventivas necesarias.
- Registro de los cambios adoptados en los procedimientos.

En cuanto a las acciones correctivas y preventivas, estas deben ser las apropiadas para cada tipo de no conformidad, corrigiendo la desviación e impidiendo que se repita. Deberán mitigar los posibles impactos ambientales y los riesgos potenciales.

Se deberá mantener un control documental de las no conformidades, las acciones que se tomen para eliminarlas y los resultados de las acciones correctivas adoptadas.

2.4.5.2 Mejora continua

Uno de los fines principales del SGEN es la mejora continua del desempeño energético. La organización es la encargada de verificar y demostrar la mejora continua del desempeño energético.

La mejora continua del desempeño energético se da de varias formas:

- Reducción del consumo energético dentro del alcance y los límites del SGEN.
- Progreso de las metas energéticas y de la gestión de los USE.

3 REVISIÓN ENERGÉTICA

Este es el primero de los documentos para la implantación del SGE_n en un hospital. En él se marca el procedimiento a seguir para identificar los USE que se dan dentro de los servicios y actividades de todos los centros pertenecientes a un mismo Órgano Gestor (OG).

El principal objetivo de la Revisión Energética es conocer la situación energética del OG, en función de las variables que incidan sobre el uso de la energía, y las áreas potenciales para implementar mejoras energéticas.

Los apartados que se tratarán en este documento son los siguientes:

1. Objeto y alcance
2. Información general
3. Fuentes de energía y usos generales
4. Usos específicos y equipos
5. Control de consumos energéticos
6. Factores y variables a considerar
7. Indicadores de Desempeño Energético
8. Usos Significativos de la Energía
9. Línea de Base Energética
10. Acciones de mejora

3.1 Objeto y alcance

El objeto de la Revisión Energética es determinar el desempeño del OG en cuestión, mediante la identificación de las fuentes de energía, su uso y consumo presente y pasado. Para ello se analizarán los datos de consumo del último año y se hará una comparación con años anteriores. Se identificarán las áreas con USE, lo que permitirá establecer una primera LB_{En} que se usará como referencia para calcular el ahorro energético una vez implementadas las acciones de mejora del desempeño energético.

Se estudiarán las variables que tienen relación directa con el uso de la energía y los ámbitos con potencial de realizar mejoras energéticas, como pueden ser:

- Fuentes de energía y usos generales.
- Características de los elementos de consumo.
- Condiciones de explotación.
- Condiciones de utilización.
- Grado de eficiencia de los equipos.

- Mantenimiento.
- Control y regulación.

3.2 Información general

En este apartado se incluirá la información general del OG. Los datos estarán distribuidos en tres apartados y serán recopilados en tablas. Estos tres apartados son los siguientes:

- Identificación del Órgano Gestor
- Equipo de Gestión de la Energía
- Características Generales

3.2.1 Identificación del Órgano Gestor

Para este punto se realiza un listado de los centros adscritos a dicho OG. Los datos que deben figurar son el nombre y la dirección de los centros. Los datos están recogidos en una tabla.

3.2.2 Equipo de Gestión de la Energía

Al igual que en el punto anterior, se realiza un listado de los miembros que componen el Equipo de Gestión de la Energía, entre los que figuran sus nombres, cargos, funciones y responsabilidades. Estos datos son recopilados de igual forma en una tabla.

3.2.3 Características generales

En este último punto se realiza una recopilación de la información requerida de cada centro perteneciente al OG en una tabla. Entre estos datos se incluye los siguientes:

- Nombre del centro
- Dirección del centro
- Número de camas
- Número de trabajadores
- Unidades de gestión clínica
- Superficies

3.3 Fuentes de energía y usos generales

En este apartado se hará una recopilación de las fuentes de energía empleadas en cada uno de los centros pertenecientes al OG, sus usos principales y sus usos específicos.

Para ello se describirá mediante una tabla la información referida a las posibles fuentes de energía y los usos principales y específicos más frecuentes que se pueden encontrar en los centros hospitalarios.

A continuación se expone una recopilación de las fuentes de energía más comúnmente empleadas en los centros sanitarios, las cuales se muestran en la *Tabla 1*.

FUENTES DE ENERGÍA Y USOS GENERALES		
Fuentes de Energía	Uso Principal	Uso Específico
Energía eléctrica	Climatización	<ul style="list-style-type: none"> - Calderas (quemadores) - Enfriadoras - Bombeo para distribución de climatización - UTAs (motores) - Ventilación (extractores) - Fancoils (motores) - Cámaras frigoríficas - CPD (acondicionamiento de aire) - Cafetería
	Alumbrado y Usos Varios	<ul style="list-style-type: none"> - Iluminación industrial - Alumbrado público - Alumbrado interior - Cafetería
	Fuerza	<ul style="list-style-type: none"> - Ascensores - Bombes de ACS - Bombeo de AFCH - Esterilización - Cocina - Lavandería - Alumbrado exterior e industrial - Compresores - Transporte neumático - Laboratorios - CPD (SAIS y servidores)
	Medicina Nuclear, Radiodiagnóstico y Radioterapia	<ul style="list-style-type: none"> - Radioterapia - Radiodiagnóstico - Medicina nuclear
Gas natural y propano	Climatización y ACS	<ul style="list-style-type: none"> - Calefacción - ACS
	Servicios	<ul style="list-style-type: none"> - Laboratorio - Cocina - Cafetería

	Generación de vapor	<ul style="list-style-type: none"> – Cocina (marmitas, lavavajillas, otros) – Esterilización (autoclaves) – Humectación – Lavandería
Gasoil A-C	Vehículos y Grupos Electrónicos	<ul style="list-style-type: none"> – Grupos electrógenos – Vehículos
Energías renovables	Energía Solar Térmica	<ul style="list-style-type: none"> – ACS
	Energía Solar Fotovoltáica	<ul style="list-style-type: none"> – Iluminación – Climatización
	Biomasa	<ul style="list-style-type: none"> – Calefacción – ACS
	Geotermia	<ul style="list-style-type: none"> – Calefacción – ACS

Tabla 1. Fuentes de Energía y usos generales más comunes en los centros sanitarios

3.4 Usos específicos y equipos

En este punto se realiza una recopilación de los equipos empleados en cada centro perteneciente al OG, identificándose una serie de datos entre los que se incluyen los siguientes:

- Centro: nombre del centro de pertenencia.
- Fuente: fuente de energía utilizada (eléctrica, gas natural, propano, gasoil, solar, etc.).
- Uso principal: uso principal de la energía (climatización, iluminación, fuerza, etc.).
- Equipo: tipo de equipo (split, bomba de calor, caldera, enfriadora, motor, etc.).
- Marca: marca del equipo.
- Modelo: modelo del equipo.
- Localización/Uso: especificación de la localización o el uso secundario del equipo para concretar su ubicación.
- Potencia eléctrica (kW): potencia eléctrica consumida por el equipo.
- Horas: horas anuales de funcionamiento del equipo.
- Variador de frecuencia: indicar si o no en los equipos susceptibles de emplear variadores de frecuencia (ventiladores, bombas, motores, etc.).

Toda esta información será recogida mediante una tabla para cada centro. Gracias a estas tablas se puede realizar una estimación de la potencia eléctrica instalada en los distintos centros del OG, ordenada por usos principales. Con esto se puede conocer cuáles son los grandes consumidores de energía eléctrica.

3.5 Control de Consumos Energéticos

3.5.1 Control de Consumos Existentes

Este punto trata sobre los métodos de control que hay en cada centro relacionados con las fuentes de energía y sus usos.

Se incluyen dos tablas para la recopilación de los datos requeridos:

- Control de Consumos Energéticos: en esta tabla se especifica para cada fuente de energía el tipo de control existente (contadores, facturas, niveles, etc.) y los usos controlados de las mismas (aplicación).
- Equipos de Control de Consumos Energéticos: en este caso lo que se incluye es el listado de equipos de control de consumo, dando el tipo de equipo, marca, modelo y ubicación.

3.5.2 Datos de consumo

Para este apartado se incluyen los valores del consumo energético de cada una de las fuentes de energía utilizadas en los centros pertenecientes al OG. Se incluirán los valores del consumo de los dos últimos años en tablas (una por cada fuente de energía empleada). También se realizarán representaciones gráficas que permitan ver la evolución de la tendencia del consumo energético de cada una de las fuentes empleadas y del desempeño energético general de cada centro con el tiempo.

3.6 Factores y Variables a considerar

Este apartado realiza una recopilación de las variables empleadas para el cálculo de los IDEn y la LBEn. Estas variables se han dividido en dos grupos:

- Variables mínimas: son las variables con las que cuenta cualquier centro perteneciente al OG. Estas variables se recogen en una tabla en las que se incluyen además del tipo de variable, la frecuencia con la que se toman los valores y la fuente de procedencia de estos.
- Variables adicionales: son variables propias de cada centro, y se incluyen si esto permite al OG obtener IDEn que permitan evaluar mejor el desempeño energético o de una manera más exacta. Se recopilan igualmente en tablas y con los mismos datos que en el caso de las variables mínimas.

VARIABLES MÍNIMAS			
Dato	Tipo de variable	Frecuencia	Fuente
Número de camas	Estática	Mensual	Indicadores Asistenciales
Número de estancias	Pertinente	Mensual	Indicadores Asistenciales
Superficie	Estática	Cambio significativo	Revisión energética inicial
Temperatura Media Diaria	Pertinente	Mensual	AEMET
Horas de funcionamiento	Estática	Mensual	Perfil de Ocupación

Tabla 2. Variables mínimas para el cálculo de los IDEn y la LBEn

VARIABLES ADICIONALES			
Dato	Tipo de variable	Frecuencia	Fuente
Producción Central Térmica (kWht)	Pertinente	Mensual	Contadores de calderas de gas natural
PCI combustibles	Estática	Cambios significativos	Información proveedor
Horas de funcionamiento de Grupos Electrónicos	Pertinente	Mensual	Revisión mensual
Producción Energía Solar (kWh)	Pertinente	Mensual	Contadores de energía
km vehículos del OG	Pertinente	Mensual	Registro de vehículos
Consumo Gasoil Vehículos	Pertinente	Mensual	Factura de proveedores

Tabla 3. Ejemplo de tabla de Variables adicionales para el cálculo de los IDEn y la LBEn

3.7 Indicadores de Desempeño Energético

Los IDEn mínimos empleados para evaluar el desempeño energético del OG, de acuerdo con los datos, características e información disponible son los que se muestran en la **Tabla 4**.

INDICADORES DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO		
Indicador	Unidad	Variable de Influencia Clave (VIC)
Consumo de Energía total	MWh	Consumo eléctrico Consumo de combustibles
Consumo de Energía total por superficie	MWh/m ²	Consumo eléctrico Consumo de combustibles Superficie
Consumo de Energía total por temperatura	MWh/°C mes	Consumo eléctrico Consumo de combustibles Temperatura Media Mensual
Consumo de Energía total por número de estancias	MWh/n°estancias	Consumo eléctrico Consumo de combustibles Número de estancias
Consumo de Energía total por número de camas	MWh/n°camas	Consumo eléctrico Consumo de combustibles Número de camas

Tabla 4. Indicadores de Desempeño Energético básicos

En caso de que el OG cuente con información adicional para plantear otros IDEn que permitan evaluar mejor el desempeño energético, se debe elaborar otra tabla de las mismas características a la **Tabla 4**.

3.8 Usos Significativos de la Energía

En este apartado se definen los USE con los que cuenta el OG. Para ello se aplicarán cuatro posibles criterios que permitirán determinar cuales son estos USE:

- Consumo: si el valor del consumo energético del uso es superior al 10% respecto al consumo total.
- Incremento: si el valor del indicador con el que se evalúa el uso varía un 15% o más respecto al valor del año anterior.
- Potencia: si el valor de la potencia instalada de un uso es superior al 15% respecto de la potencia total instalada.
- Mejora: si se determina que existe una mejora energética potencial que permita reducir el consumo de una manera significativa.

Los USE se recopilarán en una tabla en la que se debe indicar además:

- Fuente de energía: tipo de energía empleada por el USE (electricidad, gasoil, etc.).
- Uso: la aplicación que tiene el USE (climatización, calefacción, iluminación, etc.).
- Control independiente: indicar si existe un control del consumo por algún medio medible (contadores, facturas, etc.).
- Estimación: en caso de no contar con un control independiente, indicar la forma de estimación del consumo.
- Criterio: indicar el criterio por el que el uso es considerado USE (consumo, incremento, potencia o mejora).
- Personas que influyen en el USE: indicar el personal que tenga un impacto significativo en el USE, sea personal propio o ajeno (trabajadores del OG, personal de mantenimiento, personal de limpieza, proveedores, etc.).
-

3.9 Línea de Base Energética

En este apartado se incluyen las representaciones gráficas de las distintas LBEn generadas por el OG mediante el procedimiento que se detallará en el punto de Planificación Energética.

Mediante las LBEn se evaluará el desempeño energético del OG, comparándose el valor real con el valor de la LBEn correspondiente. Si el valor real es menor que el de la LBEn, el desempeño energético será correcto, pues el OG se encontrará por debajo del valor esperado. Por otro lado, si el valor real es mayor que el de la LBEn, el desempeño energético no será el adecuado, debiéndose evaluar las causas y motivos que ocasionan esto y las acciones de mejora que se pudieran implementar.

3.10 Acciones de mejora

Este punto es la conclusión al documento Revisión Energética. En él se detallarán las acciones de mejora energética que podrán ser tomadas en consideración por el OG para la mejora de su desempeño energético.

Las mejoras pueden ser tomadas dentro de los objetivos energéticos que se marque la Alta Dirección.

Algunas acciones de mejora típicas que se pueden dar son:

- En caso de no existir equipos de medida que registren los consumos de energía, instalación, puesta en marcha y registro de contadores y analizadores de red por áreas o usos de la energía.
- Elaboración de manuales de uso y mantenimiento de las áreas y equipos relacionados con los USE.
- Elaboración de programas de funcionamiento de los equipos e instalaciones, implementando consignas de referencia o temporizadores para controlar su uso.
- Implementar la gestión energética dentro del Plan de Mantenimiento.
- Sustitución de equipos por otros más eficientes, como en el caso de las luminarias. Instalación de dispositivos automáticos como detectores de presencia, programadores horarios, etc.
- Instalación de variadores de frecuencia en equipos que los admitan, como en bombas y motores.
- Estudio de medidas de reducción de demanda, como por ejemplo el control en las ventanas.
- Formación y concienciación de trabajadores y usuarios en materia de ahorro energético.
- Implementación de energías renovables, como solar térmica y fotovoltaica.

En caso de querer implementar acciones de mejora que conlleven un desembolso económico, es importante realizar un cálculo del retorno de la inversión para facilitar la toma de decisiones. Para esto se realiza una estimación del ahorro esperado y un cálculo del retorno del coste de la inversión.

4 PLANIFICACIÓN ENERGÉTICA

En este segundo documento se establecen las bases para el proceso de Planificación Energética del SGE en un hospital. Se trata de un *archivo Excel*, cuyo principal fin es la mejora del desempeño energético teniendo presente la Política Energética adoptada por el OG, realizando una recopilación de los datos de consumo de las distintas fuentes de energía y variables de cálculo. Esto permitirá calcular los IDEn y las posteriores LBE. Con esto se podrá realizar una evaluación del desempeño energético y conocer cuáles son las fuentes de energía con un mayor impacto en el mismo, lo que permitirá implementar una serie de medidas de mejora de la eficiencia y de reducción del consumo, con la consiguiente reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

Los apartados que se tratarán en este documento son los siguientes:

1. Plan de recopilación de datos
2. Datos Básicos
3. Indicadores de Desempeño Energético
4. Línea de Base Energética
5. Objetivos Energéticos
6. Análisis del Desempeño

4.1 Plan de recopilación de datos

En este apartado se realiza un acopio de los datos generales del centro. Para ello se realizan una serie de tablas en las que se incluyen los siguientes datos:

- Centro hospitalario: nombre del centro de pertenencia.
- Ubicación: población al que pertenece el centro.
- Fecha: fecha de cumplimentación de la Planificación Energética.
- Consumos energéticos: fuentes de energía, tipo de control, frecuencia del control, usos controlados e identificación de equipo de medida.
- Variables pertinentes: tipo de variable, tipo de control, frecuencia y fuente.
- Factores estáticos: tipo de variable, tipo de control, frecuencia y fuente.
- Datos de planes de acción: opcional en caso de existir variables adicionales que permitan evaluar mejor el desempeño energético.

4.2 Datos Básicos

En este apartado se realiza una recopilación de los datos necesarios para el cálculo de los IDEn y la LBEn. Esta recopilación está estructurada en distintos bloques.

La primera tabla cuenta con dos bloques definidos. En el primero de ellos se recoge los datos de consumo de las distintas fuentes de energía empleadas en el centro hospitalario. Los datos referentes al consumo de las distintas fuentes serán mensuales, considerándose como unidad el MWh. Se realizará una tabla por año. En el segundo bloque se realiza el registro de las variables de cálculo empleadas para calcular los IDEn y la LBEn.

Las variables de cálculo empleadas en los centros hospitalarios son el número de camas, el número de estancias, las horas de funcionamiento, la temperatura media diaria y los grados mes.

Respecto a los grados mes, estos se calculan como la diferencia entre la temperatura de referencia y la temperatura media diaria, considerando la temperatura de referencia en 22 °C. Se ha tomado esa temperatura de referencia debido a que los incrementos de consumo son notables para temperaturas superiores (incremento del consumo debido a la refrigeración) y para temperaturas inferiores (incremento del consumo debido a la calefacción).

Adicional a estas tablas, se realiza otra en la que se recogen datos como la superficie total del centro hospitalario y algunos factores de conversión de los combustibles más empleados como fuentes de energía en hospitales, en caso de que fuese necesario realizar alguna transformación de unidades.

4.3 Indicadores de Desempeño Energético

Para este apartado se realiza una tabla por año en las que se calculan los IDEn, con los datos recogidos en el apartado de Datos Básicos. Los IDEn calculados son los que se especifican en el apartado 3.7 del documento Revisión Energética.

El cálculo de los IDEn permitirá la evaluación del desempeño energético del centro hospitalario. Para facilitar el análisis del desempeño energético se podrán representar de manera gráfica los IDEn que se consideren oportunos. Con esto se podrá evaluar la evolución temporal de los distintos IDEn.

4.4 Línea de Base Energética

Este apartado define la metodología de cálculo de las LBEn. Para calcularlas se han elegido como variables principales el consumo energético global del centro hospitalario, los grados mes y el número de estancias.

A continuación, se define el procedimiento de cálculo que se ha elegido para las LBEn.

En primer lugar se realiza el registro de las variables de cálculo empleadas. Estas son las expuestas anteriormente, y se extraen del apartado Datos Básicos.

En segundo lugar, una vez registrada toda la información, se realiza una regresión lineal con dichas variables de cálculo. Respecto a la regresión lineal, se deberá tener en cuenta una serie de consideraciones, las cuales se especifican a continuación:

1. El coeficiente de regresión R^2 es el que determina si la regresión lineal se toma como válida o no. Este debe tener un valor superior al 80%.
2. Si el coeficiente de regresión R^2 es superior al 80%, la regresión se toma como válida. En este caso se puede proceder al cálculo y representación de la LBEn. Para el cálculo de los valores mensuales de la LBEn habrá que fijarse en los valores obtenidos de los coeficientes de intercepción, de la variable X_1 y la variable X_2 , siendo estas los grados mes y el número de estancias respectivamente. Con estos coeficientes se pueden calcular los valores mensuales de la LBEn aplicando la siguiente ecuación.

$$Y = Coef.X1 \cdot Grados Mes + Coef.X2 \cdot n^{\circ}estancias + Coef.intercepción$$

3. Una vez calculados los valores mensuales de los consumos de la LBEn, se realiza una representación gráfica para comparar el consumo real con el consumo de la LBEn. Esto permite comprobar gráficamente que el ajuste de la regresión es el adecuado.
4. Si el coeficiente de regresión R^2 es inferior al 80% esto se puede deber a la existencia de datos anómalos. Esto hace que el ajuste entre el consumo de la LBEn y el consumo real no sea correcto, por lo que se debe proceder a la corrección de datos. Para ello se realiza una representación gráfica cuyo eje x representa el consumo real y cuyo eje y representa los grados mes. Una vez representados los puntos se muestra la línea de tendencia, lo que permite visualizar los puntos anómalos.
5. Se eliminan los datos anómalos y se realiza una nueva regresión lineal, revisándose de nuevo el coeficiente de regresión R^2 . Si este es superior al 80% se dará como válida la regresión y se puede continuar con los pasos 2 y 3.
6. Si al realizar la corrección de los datos el coeficiente de regresión R^2 sigue siendo inferior al 80%, existen varias alternativas de LBEn.

La primera de ellas es la de realizar LBEn por periodos, es decir, considerar LBEn estacionales (por ejemplo, una de abril a septiembre y otra de octubre a marzo). Otra alternativa es determinar LBEn para cada uso (gas natural, electricidad, etc.). Por último, tomar como LBEn el consumo real del año anterior al año en el que se está evaluando el desempeño energético.

Una vez definidas las LBEn, se podrá evaluar el desempeño energético del centro hospitalario, comparándose los consumos reales del año en cuestión con los datos de consumo mensual de la LBEn. Se puede realizar una representación gráfica de ambas curvas de consumo. Si la curva de consumo real se encuentra por debajo de la curva de consumo de la LBEn significa que el comportamiento del centro es mejor de lo esperado, mientras que si se encuentra por encima significa que el comportamiento no es el adecuado.

Las LBEn deberán ser revisadas de forma anual, debiéndose actualizar en los siguientes casos:

- Si se han producido cambios significativos en las instalaciones o procesos que consumen energía o en los factores y variables estáticos (superficie, equipos, horas de funcionamiento, etc.) relativos al centro hospitalario.
- Si el valor medio de consumo calculado mediante la LBEn difiere en más de un 15% del valor medio de los consumos mensuales registrados.
- Si se establece como LBEn el consumo real del año anterior al no existir un buen ajuste del coeficiente de regresión R^2 .

4.5 Objetivos Energéticos

La Planificación Energética concluye al plantearse una serie de Objetivos Energéticos. Estos serán definidos por el Equipo de Gestión de la Energía en función de lo realizando en la Revisión Energética y la Planificación Energética y serán validados por la Alta Dirección del centro hospitalario. Dichos objetivos serán definidos de forma anual.

4.6 Análisis del Desempeño

Se realizará anualmente un análisis del desempeño energético del centro hospitalario. Este análisis se realiza gracias a los resultados recogidos de la revisión por parte de la Alta Dirección.

En dicho análisis se debe recoger los siguientes aspectos:

- Actualización de la Revisión Energética.

- Cálculo y análisis de los IDEn.
- Revisión y análisis de la LBEn.
- Evaluación de los Objetivos Energéticos del año anterior y planteamiento de los del año en curso.

5 CASO PRÁCTICO

En este punto del trabajo se realiza un caso práctico en el que se implementa un SGEN en un centro hospitalario siguiendo la metodología expuesta en los puntos anteriormente expuestos de Revisión Energética y Planificación Energética.

Por tanto, los objetivos que se persiguen con este caso práctico son por un lado conocer la situación energética del centro hospitalario, en función de las variables que incidan sobre el uso de la energía y las áreas potenciales para implementar mejoras energéticas, y por otro la mejora del desempeño energético teniendo presente la Política Energética adoptada, realizando una recopilación de los datos de consumo de las distintas fuentes de energía y variables de cálculo.

5.1 Revisión Energética

5.1.1 Objeto y alcance

El objeto de la Revisión Energética es determinar el desempeño del centro hospitalario de estudio, identificando las fuentes de energía empleadas, el uso y aplicación de estas y su consumo presente y pasado. Se analizarán los consumos del año evaluado, 2021 en este caso, y se comparará con los datos de consumo de años previos. Con ello se determinarán las áreas o aplicaciones potenciales con USE, se establecerán LBen y se analizarán posibles medidas de mejora y ahorro energético que permitan mejorar el desempeño energético.

Se identifican los equipos e instalaciones con mayores consumos energéticos y las variables que tengan una incidencia directa en el uso de la energía.

Una vez realizado el proceso de recopilación de información básica que afecte a la gestión energética del centro hospitalario, se procede a la evaluación y posterior diagnóstico del desempeño energético.

5.1.2 Información general

Aunque en el apartado 3.2 Información general se desarrollan tres subapartados, en el ámbito de este trabajo el único que cuenta con cierto grado de interés es el de Características generales. Por tanto este es el que se expone a continuación.

5.1.2.1 Características generales

Las principales características relativas al centro hospitalario de estudio perteneciente al OG vienen recogidas en la *Tabla 5*.

CENTRO	Hospital Universitario
Dirección	N/A
Número de camas	511

Número de trabajadores	2870	
Horario	Consultas externas	09:00 – 20:00 (L – V)
	Urgencias	00:00 – 23:59 (L – D)
	Hospitalización	00:00 – 23:59 (L – D)
Número de plantas	13	
Unidades de Gestión Clínica	U.G. Anatomía Patológica	
	U.G. Angiología y Cirugía Vascolar	
	U.G. Bloque Quirúrgico	
	U.G. Cardiología	
	U.G. Cirugía general	
	U.G. Cirugía Ortopédica y Traumatología	
	U.G. Cuidados Críticos	
	U.G. Dermatología	
	U.G. Diagnóstico por la Imagen	
	U.G. Endocrinología y Nutrición	
	U.G. Enfermedades Digestivas	
	U.G. Enfermedades Infecciosas y Microbiología	
	U.G. Farmacia (Interniveles)	
	U.G. Ginecología y Obstetricia (Interniveles)	
	U.G. Hematología	
	U.G. Laboratorio Clínico (Intercentros)	
	U.G. Medicina Interna Continuidad	
	U.G. Neumología	
	U.G. Neurología	
	U.G. Oftalmología	
U.G. Oncología		
U.G. Otorrinolaringología		
U.G. Pediatría y Neonatología		

	U.G. Rehabilitación y Fisioterapia (Interniveles)	
	U.G. Reumatología y Aparato Locomotor	
	U.G. Salud Mental	
	U.G. Salud Pública, Prevención y Promoción de la Salud (Interniveles)	
	U.G. Urgencias	
	U.G. Urología	
Superficie (m²)	Sótano	14.850
	Planta baja	10.463
	Planta 1	10.243
	Planta 2	5.043
	Planta 3	2.959
	Planta 4	2.403
	Planta 5	1.661
	Planta 6	1.661
	Planta 7	1.661
	Planta 8	1.661
	Planta 9	1.610
	Planta 10	1.610
	Planta 11	686
	Resto (exteriores)	54.444
	Superficie total	110.955

Tabla 5. Características generales del centro hospitalario

5.1.3 Fuentes de energía y usos generales

Las fuentes de energía empleadas en el centro hospitalario, así como sus usos generales y específicos están recogidas en la **Tabla 6**.

FUENTES DE ENERGÍA Y USOS GENERALES		
Fuentes de Energía	Uso Principal	Uso Específico
Energía eléctrica	Climatización	<ul style="list-style-type: none"> – Calderas (quemadores) – Enfriadoras – Bombeo para distribución de climatización – UTAs (motores) – Ventilación (extractores) – Fancoils (motores) – Splits – Bombas de calor – Cámaras frigoríficas – CPD (acondicionamiento de aire) – Cafetería
	Alumbrado y Usos Varios	<ul style="list-style-type: none"> – Iluminación industrial – Alumbrado público – Alumbrado interior – Cafetería
	Fuerza	<ul style="list-style-type: none"> – Ascensores – Bombeos de ACS – Bombeo de AFCH – Esterilización – Cocina – Cafetería – Alumbrado exterior e industrial – Compresores – Transporte neumático – Laboratorios – CPD (SAIS y servidores)
	Radiodiagnóstico	<ul style="list-style-type: none"> – Radiodiagnóstico
Gas natural y propano	Climatización y ACS	<ul style="list-style-type: none"> – Calefacción – ACS
	Servicios	<ul style="list-style-type: none"> – Laboratorio – Cocina – Cafetería

Gasoil A-C	Grupos Electrógenos	- Grupo eléctrico
Energías renovables	Energía Solar Térmica	- ACS

Tabla 6. Fuentes de energía, usos generales y específicos del centro hospitalario

5.1.4 Usos específicos y equipos

Después de identificar las fuentes de energía y sus usos generales, se realiza un listado lo más detallado posible de los equipos pertenecientes al centro hospitalario y los usos específicos que estos tienen

Gracias a los datos recopilados de los distintos equipos, se puede realizar una estimación de la potencia eléctrica instalada dividida por Usos Principales en el centro hospitalario.

Los Usos Principales de energía eléctrica presentes en el centro hospitalario son, de orden creciente a decreciente, climatización, fuerza, iluminación y radiodiagnóstico. Estos tienen un porcentaje respecto de la potencia eléctrica total instalada del 76% (climatización), 13% (fuerza) y 11% (alumbrado). Este reparto se puede ver representado en la **Figura 22**.

Destacar que, aunque se sabe que uno de los Usos Principales de la energía eléctrica es el radiodiagnóstico, debido a la falta de datos de potencia eléctrica, este no se ha incluido en el reparto. Es por ello que estos porcentajes solo sirven a modo de estimación inicial de la potencia eléctrica instalada.

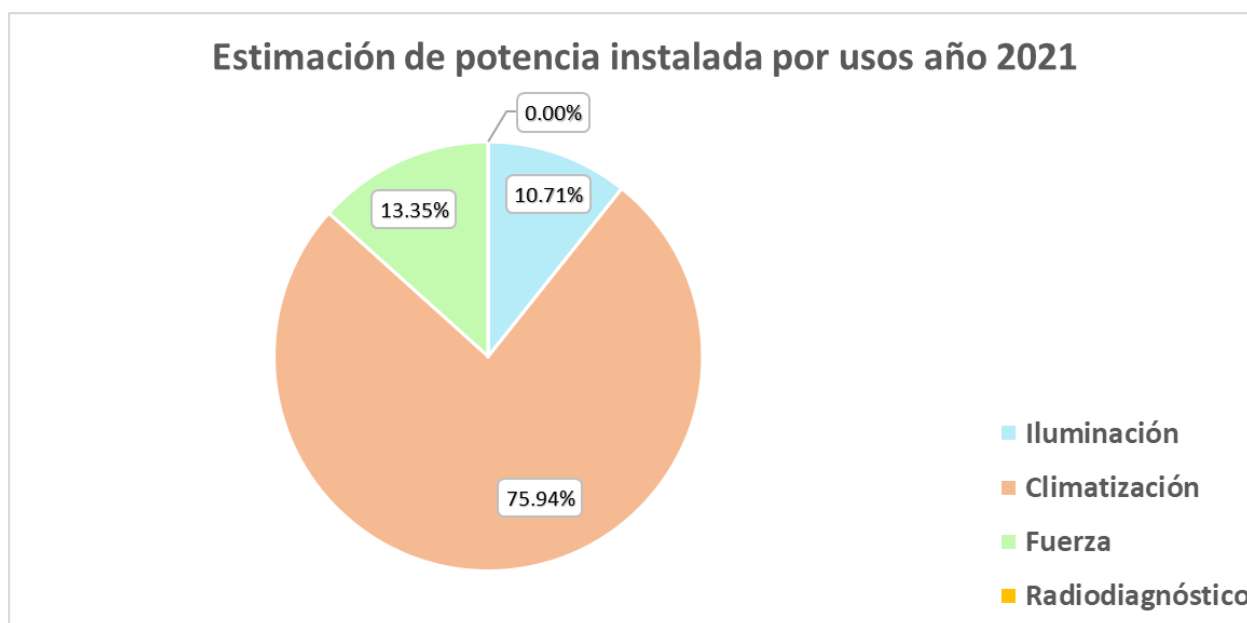


Figura 22. Usos Principales de la potencia eléctrica instalada en el centro hospitalario en 2021

5.1.5 Control de consumos energéticos

En los siguientes puntos se analizan los métodos de control relativos a las fuentes de energía empleados en el centro hospitalario, así como datos de consumo de las distintas fuentes.

5.1.5.1 Controles de Consumo existentes

En la **Tabla 7** se recopilan los métodos de control con los que cuenta el centro hospitalario relativos a las fuentes de energía utilizadas.

CONTROL DE CONSUMOS ENERGÉTICOS		
Fuente	Tipo de Control	Usos Controlados
Electricidad	Facturas	Uso general del centro
Gas Natural	Facturas	Producción de ACS y climatización
Propano	Facturas	Cocina
Gasoil A	Facturas	Grupos electrógenos
Gasoil C	Facturas	Vehículos

Tabla 7. Control de Consumos Energéticos del centro hospitalario

En cuanto a los equipos de control energético, el centro hospitalario cuenta una serie de contadores, los cuales se muestran en la **Tabla 8**.

EQUIPOS DE CONTROL DE CONSUMOS ENERGÉTICOS			
Equipo	Marca	Modelo	Especialidad / Ubicación
Contador digital de Alta Tensión	Landis	ZMG405CTSRE	Consumo general eléctrico
Contador de reactiva	Cisar	1550250400N	Consumo de reactiva
Contador de reactiva	Cisar	1550250400N	Consumo de reactiva
Contador de reactiva	Cisar	1550250400N	Consumo de reactiva
Contador de reactiva	Cisar	1550250400N	Consumo de reactiva
Contador de reactiva	Cisar	1550250400N	Consumo de reactiva
Contador de reactiva	RTR Circutor	N/A	Consumo de reactiva
Contador analógico de agua	Zenner	N/A	Sala de bombas ACS – Solar
Contador analógico de agua	Zenner	N/A	Sala de bombas ACS – Solar
Contador analógico de agua	Zenner	N/A	Sala de bombas ACS – Solar
Contador analógico de agua	Zenner	N/A	Sala de bombas ACS – Solar
Contador de gas natural	Elster	TRZ2 G160	Consumo de gas natural
Contador de gas natural	Actaris	Fluxi 2100	Consumo de gas natural

Tabla 8. Equipos de Control de Consumos Energéticos del centro hospitalario

5.1.5.2 Datos de consumo

Los consumos energéticos del centro hospitalario corresponden a las siguientes fuentes de energía:

- Electricidad
- Gas Natural
- Propano
- Gasoil C
- Gasoil A

Para cada una de esas fuentes de energía se va a realizar un análisis del consumo. Los datos se expondrán en tablas, una para cada fuente de energía empleada. Además, se realizarán una serie de representaciones gráficas que permitirán evaluar la evolución del consumo, tanto global como individual para cada una de las fuentes de energía.

Además, se realizará un estudio de las emisiones de CO₂ emitidas por las principales fuentes de energía empleadas en el centro hospitalario, recogiendo los valores totales anuales y comparándolos entre sí.

En ultimo lugar, se representará gráficamente el reparto de los distintos consumos por fuente de energía, lo que permitirá determinar los USE del centro hospitalario.

Consumo Eléctrico

Consumo Electricidad año 2020		Consumo Electricidad año 2021	
Mes	Consumo kWh	Mes	Consumo kWh
Enero	827.932	Enero	811.458
Febrero	744.720	Febrero	722.749
Marzo	772.903	Marzo	805.546
Abril	749.808	Abril	841.103
Mayo	832.968	Mayo	1015.734
Junio	1.044.179	Junio	1.108.594
Julio	1.345.744	Julio	1.300.986
Agosto	1.234.891	Agosto	1.317.011
Septiembre	1.099.712	Septiembre	1.119.809
Octubre	892.698	Octubre	995.091
Noviembre	829.652	Noviembre	802.531
Diciembre	798.626	Diciembre	810.813
Total	11.173.833	Total	11.651.425

Tabla 9. Consumo de electricidad en 2020 y 2021 en el centro hospitalario

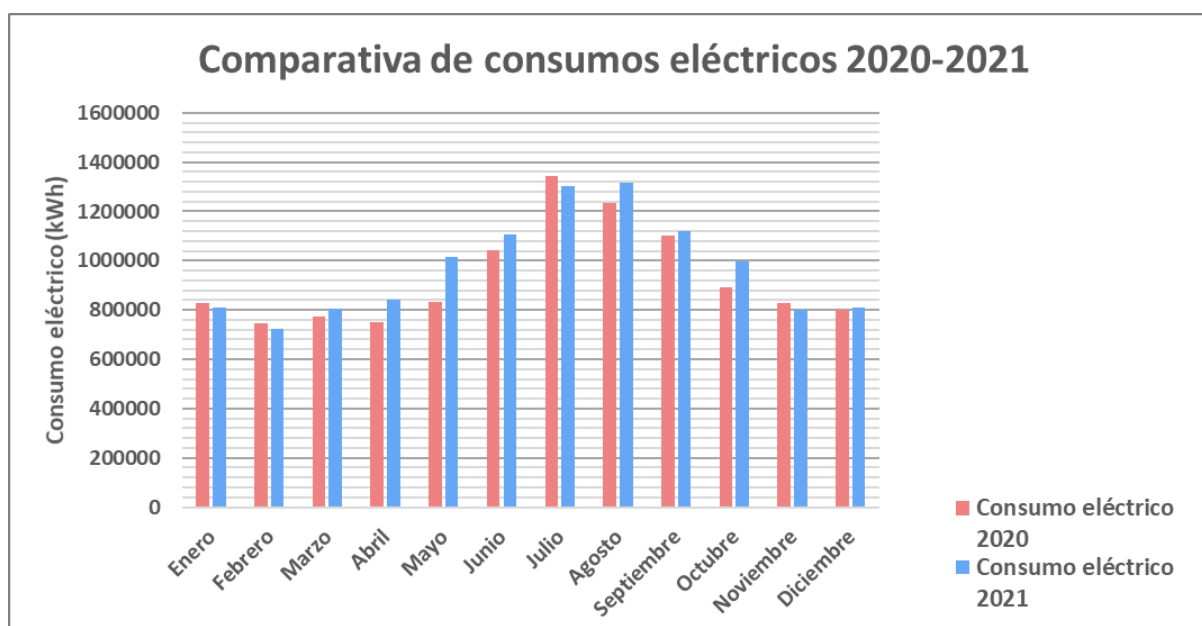


Figura 23. Comparativa del consumo eléctrico en 2020 y 2021 en el centro hospitalario

En cuanto al consumo de electricidad en el centro hospitalario, se observa tanto en la **Tabla 9** como en la **Figura 23** que este ha aumentado aproximadamente un 4,3% en el año 2021 respecto al año 2020. Este incremento se ha producido principalmente en los meses intermedios del 2021, entre abril y octubre.

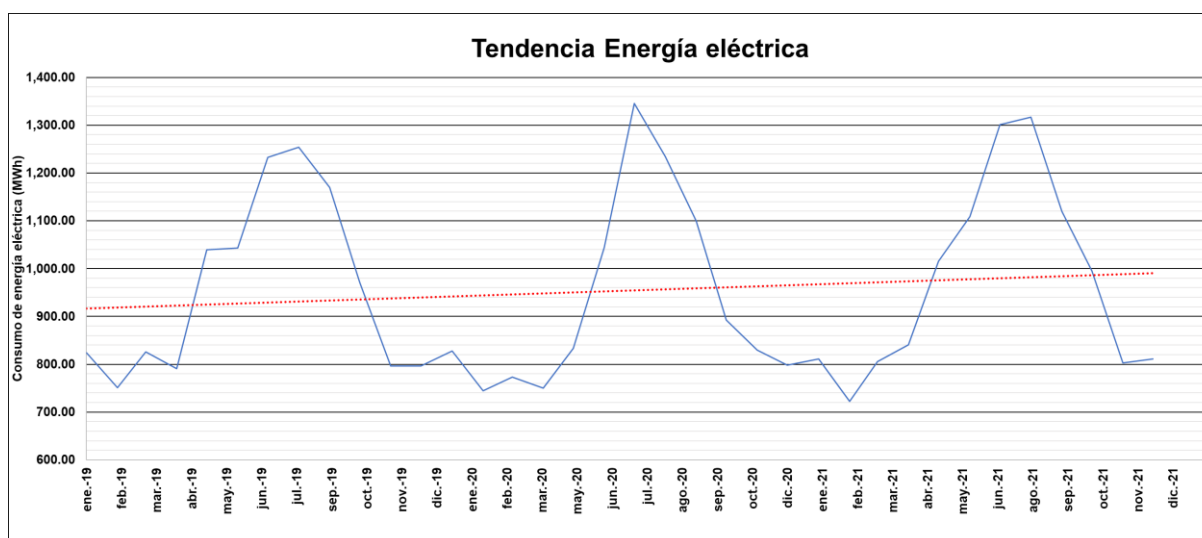


Figura 24. Tendencia del consumo eléctrico entre 2019 y 2021 en el centro hospitalario

En la **Figura 24** se puede observar en la una tendencia creciente en el consumo eléctrico desde el año 2019 hasta el 2021. Entre estos años el consumo ha aumentado en aproximadamente un 1,4%. Entre el año 2019 y el 2020 el consumo se redujo en un 2,8%, por lo que se deberá buscar el motivo del repunte en el consumo de energía eléctrica que, como se ha visto en la descripción de la **Figura 23**, ocurrió entre el año 2020 y el 2021. Muy probablemente se deba a la reducción del número de consultas producido por el confinamiento causado por la pandemia en el año 2020.

En cuanto a las emisiones de CO₂ procedentes del consumo eléctrico, estas se han calculado empleando el factor de emisiones proporcionado por la empresa suministradora. Este factor de emisiones tiene un valor de 0,34 kg CO₂ / kWh eléctrico.

La **Figura 25** y la **Tabla 10** representan como ha sido la evolución total anual de las emisiones de CO₂ por consumo eléctrico en el centro hospitalario. La tendencia ha sido equivalente a la seguida por el consumo.

Mes	Año 2019	Año 2020	Año 2021
	Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico (kg CO ₂)		
Enero	280.231	281.497	275.896
Febrero	255.242	253.205	245.735
Marzo	280.851	262.787	273.886
Abril	268.831	254.935	285.975
Mayo	353.366	283.209	345.350
Junio	354702	355.021	376.922
Julio	419.189	457.553	442.335
Agosto	426.479	419.863	447.784
Septiembre	397.780	373.902	380.735
Octubre	330.104	303.517	338.331
Noviembre	270.661	282.082	272.861
Diciembre	270.733	271.533	275.676
Total	3.908.188	3.799.103	3.961.485

Tabla 10. Emisiones de CO₂ por consumo eléctrico entre los años 2019 y 2021

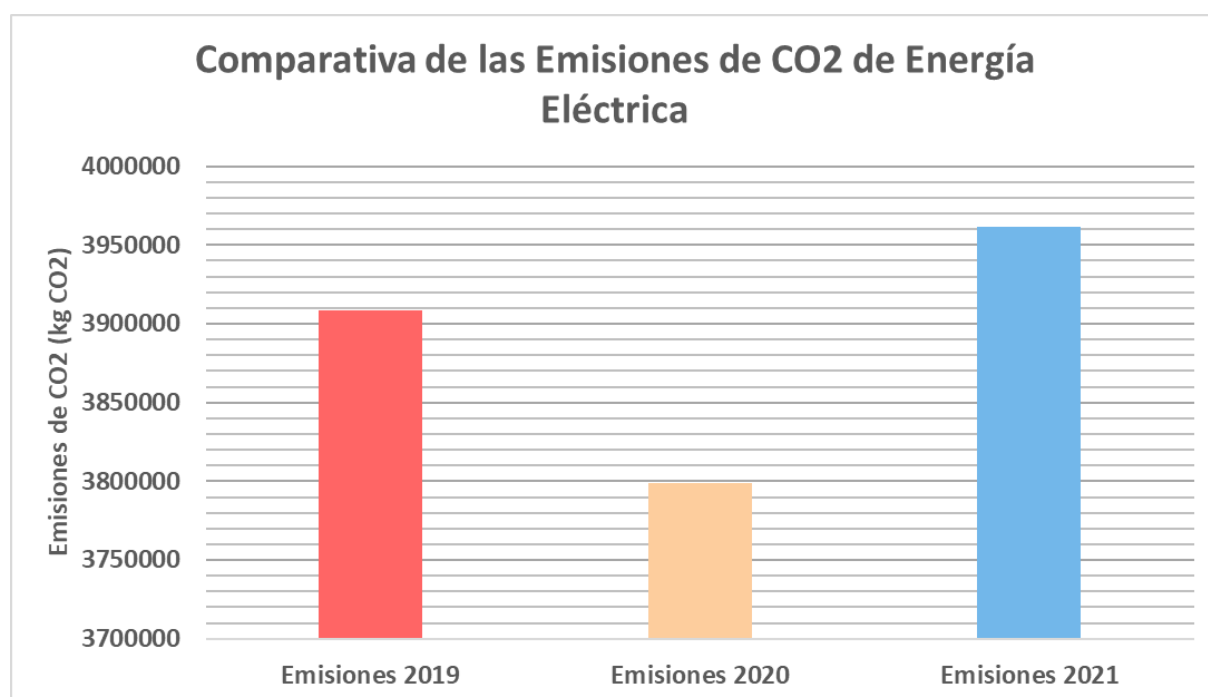


Figura 25. Emisiones de CO₂ por consumo eléctrico en el centro hospitalario entre 2019 y 2021

Consumo de Gas Natural

Consumo Gas Natural año 2020		Consumo Gas Natural año 2021	
Mes	Consumo kWh	Mes	Consumo kWh
Enero	862.347	Enero	1.148.770
Febrero	538.251	Febrero	779.074
Marzo	588.075	Marzo	775.214
Abril	525.548	Abril	516.773
Mayo	309.540	Mayo	408.599
Junio	252.505	Junio	301.324
Julio	209.967	Julio	251.486
Agosto	241.828	Agosto	263.471
Septiembre	249.249	Septiembre	228.707
Octubre	329.941	Octubre	259.437
Noviembre	570.706	Noviembre	736.734
Diciembre	884.725	Diciembre	795.777
Total	5.562.682	Total	6.465.366

Tabla 11. Consumo de gas natural en 2020 y 2021 en el centro hospitalario

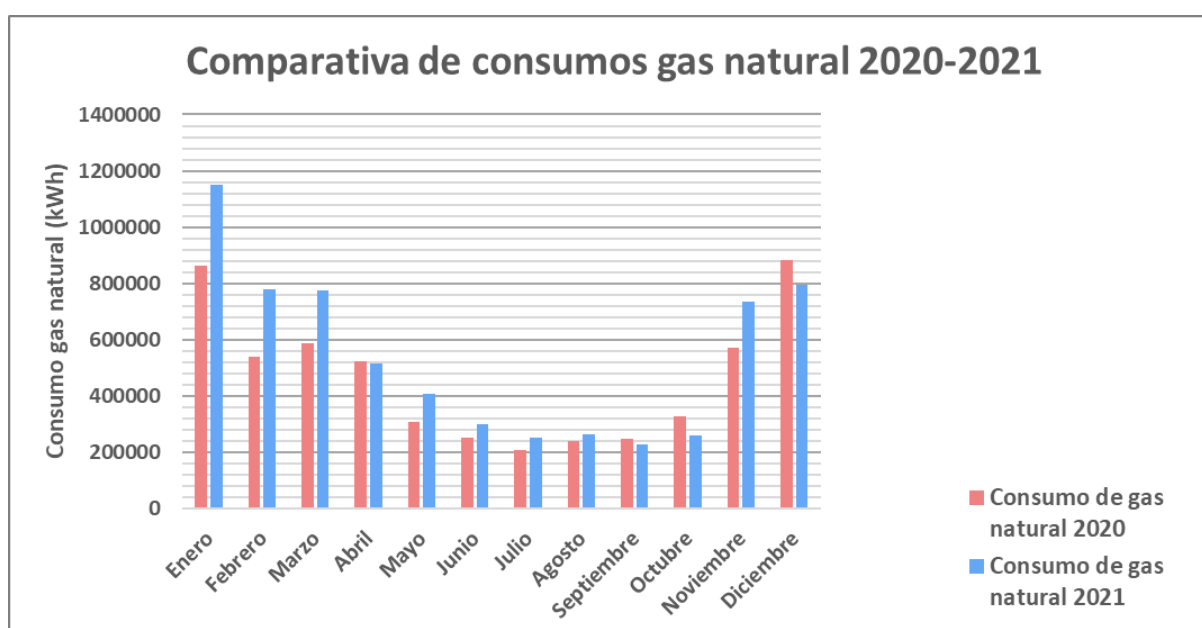


Figura 26. Comparativa del consumo eléctrico en 2020 y 2021 en el centro hospitalario

En cuanto al consumo de gas natural en el centro hospitalario, se observa tanto en la **Tabla 11** como en la **Figura 26** que este ha aumentado aproximadamente un 16,2% en el año 2021 respecto al año 2020. Este incremento se

ha producido principalmente de manera generalizada a lo largo del 2021, destacándose los meses de enero, febrero, marzo y noviembre.

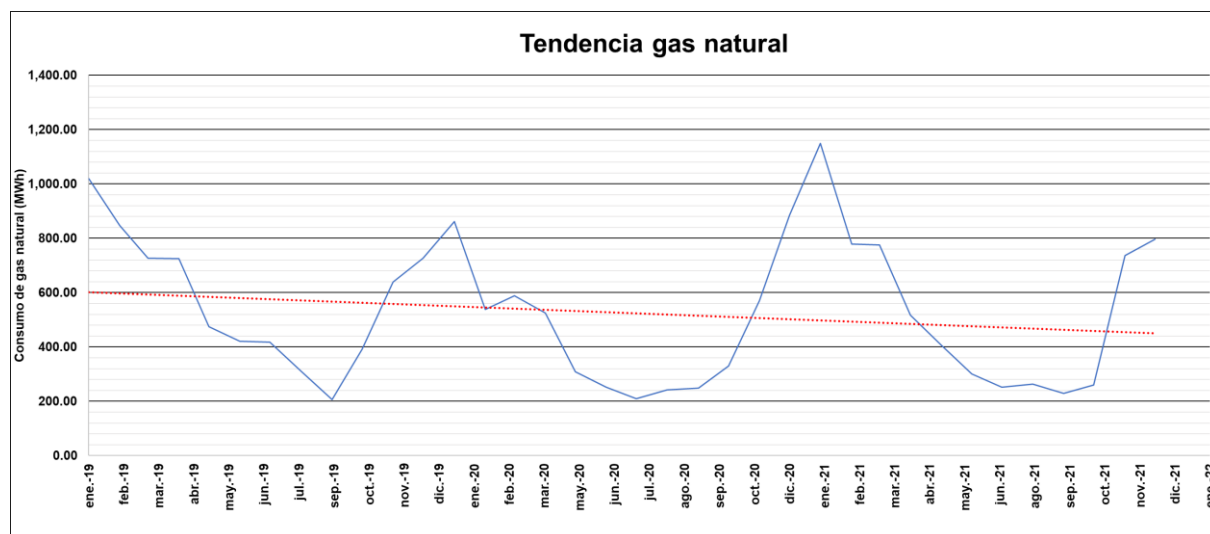


Figura 27. Tendencia del consumo de gas natural entre 2019 y 2021 en el centro hospitalario

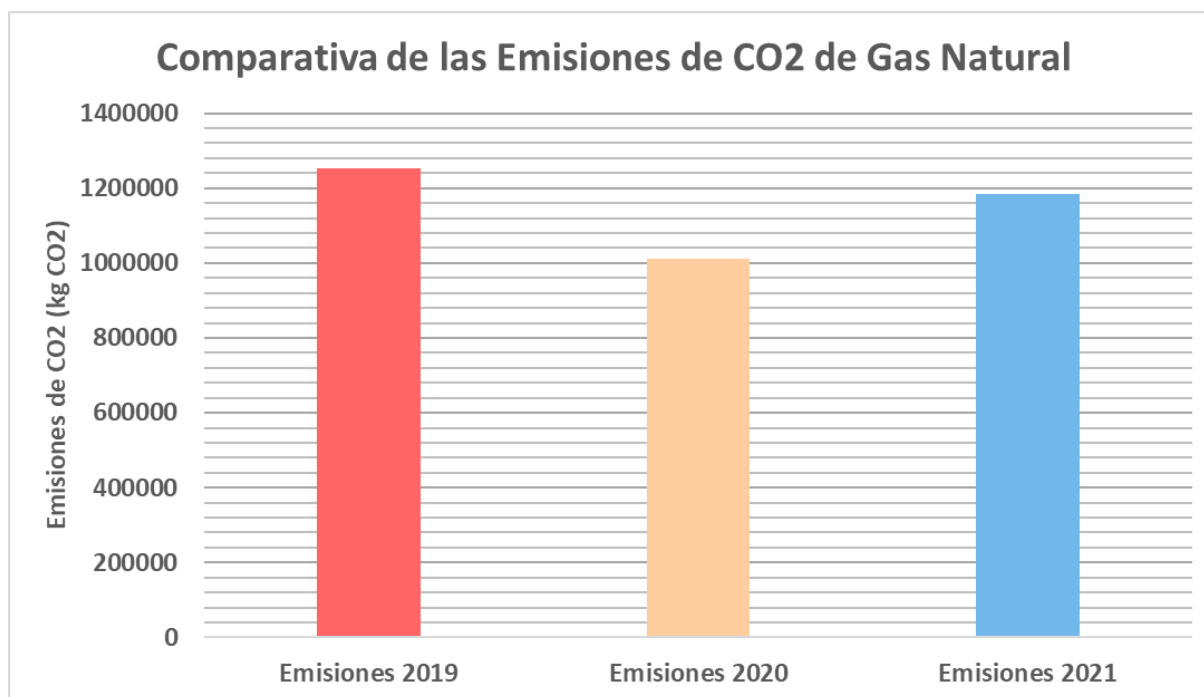
En la **Figura 27** se puede observar en la una tendencia decreciente en el consumo de gas natural desde el año 2019 hasta el 2021. Entre estos años el consumo ha disminuido en aproximadamente un 9,4%. Entre el año 2019 y el 2020 el consumo se redujo en un 19,4%, por lo que se deberá buscar el motivo del repunte en el consumo de gas natural que, como se ha visto en la descripción de la **Figura 26**, ocurrió entre el año 2020 y el 2021. Muy posiblemente se deba a la reducción del número de consultas producido por el confinamiento causado por la pandemia en el año 2020.

En cuanto a las emisiones de CO₂ procedentes del consumo de gas natural, estas se han calculado empleando el factor de emisiones cuyo valor es de 2,15 kg CO₂ / Nm³ gas natural.

La **Figura 28** y la **Tabla 12** representa como ha sido la evolución total anual de las emisiones de CO₂ por consumo eléctrico en el centro hospitalario. La tendencia seguida por las emisiones de CO₂ ha sido similar a la del consumo de gas natural.

Mes	Año 2019	Año 2020	Año 2021
	Emisiones CO ₂ por consumo de Gas Natural (kg CO ₂)		
Enero	183.292	155.322	209.296
Febrero	152.276	100.310	142.743
Marzo	133.117	107.967	141.494
Abril	131.113	95.628	93.127
Mayo	86.163	56.685	75.538
Junio	76.364	46.100	55.132
Julio	75.226	38.287	46.213
Agosto	56.094	43.916	48.252
Septiembre	37.937	44.952	41.796

Octubre	71.472	59.798	47.674
Noviembre	117.119	103.961	135.382
Diciembre	132.937	159.433	146.232
Total	1.253.110	1.012.360	1.182.882

Tabla 12. Emisiones de CO₂ por consumo de gas natural entre los años 2019 y 2021Figura 28. Emisiones de CO₂ por consumo de gas natural en el centro hospitalario entre 2019 y 2021

Consumo de Propano

Consumo Propano año 2020		Consumo Propano año 2021	
Mes	Consumo kWh	Mes	Consumo kWh
Enero	18.223	Enero	0
Febrero	32.189	Febrero	0
Marzo	15.947	Marzo	0
Abril	0	Abril	0
Mayo	22.883	Mayo	19.375
Junio	15.492	Junio	20.902
Julio	25.682	Julio	0

Agosto	0	Agosto	22.910
Septiembre	0	Septiembre	24.584
Octubre	21.624	Octubre	20.285
Noviembre	0	Noviembre	0
Diciembre	22.227	Diciembre	0
Total	174.267	Total	108.056

Tabla 13. Consumo de propano en 2020 y 2021 en el centro hospitalario

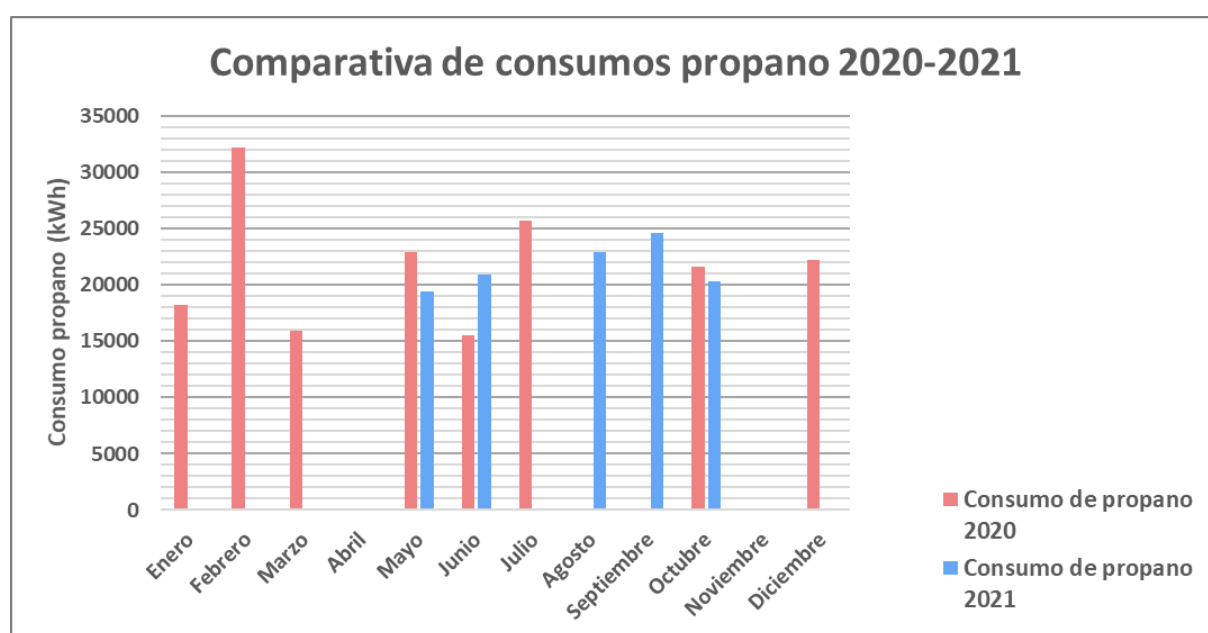


Figura 29. Comparativa del consumo de propano en 2020 y 2021 en el centro hospitalario

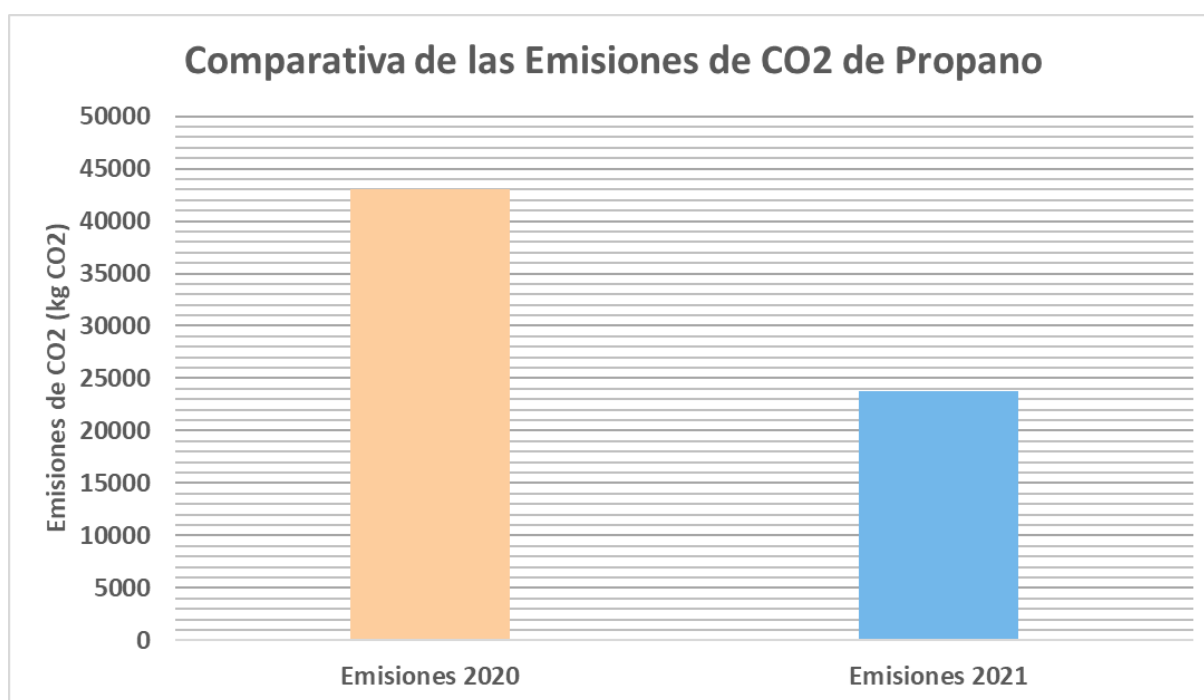
En cuanto al consumo de propano en el centro hospitalario, se observa tanto en la **Tabla 13** como en la **Figura 27** que este ha disminuido aproximadamente un 37,9% en el año 2021 respecto al año 2020. Se aprecia una desigualdad en el reparto del consumo. Esto se debe a la forma de facturación, ya que este combustible se adquiere por recargas cuando el depósito alcanza su nivel inferior, por lo que no se conoce el consumo exacto mes a mes. A pesar de esto, el consumo total si se puede considerar correcto.

Al ser un consumo mucho menor que el de las dos fuentes de energía anteriores y como los datos de facturación y consumo no son exactos, se ha optado por no realizar la representación gráfica de la tendencia a partir del año 2019.

En cuanto a las emisiones de CO₂ procedentes del consumo de propano, estas se han calculado empleando el factor de emisiones cuyo valor es de 2,94 kg CO₂ / kg propano.

La **Figura 30** y la **Tabla 14** representa como ha sido la evolución total anual de las emisiones de CO₂ por consumo eléctrico en el centro hospitalario. La tendencia seguida por las emisiones de CO₂ debido al consumo de gas natural.

Mes	Año 2020	Año 2021
	Emisiones CO ₂ por consumo de Propano (kg CO ₂)	
Enero	4.001	0
Febrero	7.068	0
Marzo	3.502	0
Abril	0	0
Mayo	5.024	4.254
Junio	3.402	4.589
Julio	5.639	0
Agosto	4.748	5.030
Septiembre	0	5.398
Octubre	4.748	4.454
Noviembre	0	0
Diciembre	4.880	0
Total	43.012	23.726

Tabla 14. Emisiones de CO₂ por consumo de propano entre los años 2020 y 2021Figura 30. Emisiones de CO₂ por consumo de propano en el centro hospitalario entre 2020 y 2021

Consumo de Gasoil C

Consumo Gasoil C año 2020		Consumo Gasoil C año 2021	
Mes	Consumo kWh	Mes	Consumo kWh
Enero	2.730	Enero	2.730
Febrero	2.730	Febrero	2.730
Marzo	2.730	Marzo	2.730
Abril	2.730	Abril	2.730
Mayo	2.730	Mayo	2.730
Junio	2.730	Junio	2.730
Julio	2.730	Julio	2.730
Agosto	2.730	Agosto	2.730
Septiembre	2.730	Septiembre	2.730
Octubre	2.730	Octubre	2.730
Noviembre	2.730	Noviembre	2.730
Diciembre	2.730	Diciembre	2.730
Total	32.762	Total	32.762

Tabla 15. Consumo de gasoil C en 2020 y 2021 en el centro hospitalario

En cuanto al gasoil C, los datos de los que se dispone han sido facilitados por la empresa privada que lleva el mantenimiento del centro hospitalario. Estos datos proporcionados han sido dados por volumen y los han estimado idénticos en ambos años, por lo que se ha realizado un reparto equitativo a lo largo de todos los meses del año. A pesar de la inexactitud de los datos, como se verá en la **Figura 34**, el consumo de gasoil C no supone ni un 1% respecto del consumo total del centro hospitalario, por lo que se puede decir que este no tiene un impacto significativo en el desempeño energético del centro.

Respecto a las emisiones de CO₂ relativas al consumo de gasoil C, al haberse realizado el reparto equitativo del consumo de este combustible, las emisiones de CO₂ mensuales también lo serán. A pesar de esto la totalidad de las emisiones finales del año si son más o menos realistas. En la **Tabla 16** se recopilan los datos de emisiones de CO₂ debidos al consumo de gasoil C en el centro hospitalario, previo empleo del factor de emisiones cuyo valor es de 0,287 kg CO₂ / kWh gasoil C.

Mes	Año 2020	Año 2021
	Emisiones CO ₂ por consumo de Gasoil C (kg CO ₂)	
Enero	784	784
Febrero	784	784
Marzo	784	784

Abril	784	784
Mayo	784	784
Junio	784	784
Julio	784	784
Agosto	784	784
Septiembre	784	784
Octubre	784	784
Noviembre	784	784
Diciembre	784	784
Total	9.408	9.408

Tabla 16. Emisiones de CO₂ por consumo de gasoil C entre los años 2020 y 2021**Consumo de Gasoil A**

Consumo Gasoil A año 2020		Consumo Gasoil A año 2021	
Mes	Consumo kWh	Mes	Consumo kWh
Enero	290	Enero	290
Febrero	290	Febrero	290
Marzo	290	Marzo	290
Abril	290	Abril	290
Mayo	290	Mayo	290
Junio	290	Junio	290
Julio	290	Julio	290
Agosto	290	Agosto	290
Septiembre	290	Septiembre	290
Octubre	290	Octubre	290
Noviembre	290	Noviembre	290
Diciembre	290	Diciembre	290
Total	3.480	Total	3.480

Tabla 17. Consumo de gasoil A en 2020 y 2021 en el centro hospitalario

Respecto al consumo de gasoil A, ocurre lo mismo que con el gasoil C, los datos de los que se dispone ha sido facilitados por la empresa privada que lleva el mantenimiento del centro hospitalario. Estos datos proporcionados han sido dados por volumen y los han estimado idénticos en ambos años, ya que únicamente se emplean en las labores de mantenimiento preventivo de los grupos electrógenos, por lo que se ha realizado un reparto proporcional a lo largo de todos los meses del año. A pesar de la inexactitud de los datos, como se verá en la **Figura 34**, el consumo de gasoil A no supone ni un 1% respecto del consumo total del centro hospitalario, por lo que se puede decir que este no tiene un impacto significativo en el desempeño energético del centro.

En cuanto a las emisiones de CO₂ relativas al consumo de gasoil C, al haberse realizado el reparto equitativo del consumo de este combustible, las emisiones de CO₂ mensuales también lo serán. A pesar de esto la totalidad de las emisiones finales del año si son más o menos realistas. En la **Tabla 18** se recopilan los datos de emisiones de CO₂ debidos al consumo de gasoil A en el centro hospitalario, previo empleo del factor de emisiones cuyo valor es de 0,287 kg CO₂ / kWh gasoil A.

Mes	Año 2020	Año 2021
	Emisiones CO ₂ por consumo de Gasoil A (kg CO ₂)	
Enero	83	83
Febrero	83	83
Marzo	83	83
Abril	83	83
Mayo	83	83
Junio	83	83
Julio	83	83
Agosto	83	83
Septiembre	83	83
Octubre	83	83
Noviembre	83	83
Diciembre	83	83
Total	996	996

Tabla 18. Emisiones de CO₂ por consumo de gasoil A entre los años 2020 y 2021

Otras fuentes de energía

El centro hospitalario dispone de energía solar térmica. Existen diversos contadores analógicos en la sala de bombas de ACS – Solar, por lo que se podría medir la producción de ACS gracias al caudal contabilizado por estos y a la diferencia de temperatura/entalpía a la entrada y salida del secundario de los intercambiadores de calor. La producción de ACS a través de la energía solar térmica tiene un impacto directo en la reducción del uso de gas natural en las calderas de producción de ACS y agua caliente para climatización. Además, lo que se está buscando es contabilizar el consumo del centro hospitalario, por lo que esta fuente de energía no es aplicable en este caso. Lo que resultaría interesante es conocer la energía producida por el campo solar para saber cuanta

se ha ahorrado y poder estimar las emisiones de CO₂ evitadas. Por desgracia, no se ha realizado una recopilación sistemática de la energía producida, por lo que se carece de estos datos.

Resumen de consumos

Con todos los datos recopilados en las *Tablas 9, 11, 13, 15 y 17*, el resumen global de los consumos durante los años 2020 y 2021 es el que se muestra en la *Tabla 19*.

Resumen de los consumos energéticos 2020 – 2021		
Tipo de consumo	Consumo 2020 (kWh)	Consumo 2021 (kWh)
Electricidad	11.173.833	11.651.425
Gas Natural	5.562.682	6.465.366
Propano	174.27	108.06
Gasoil A	3.480	3.480
Gasoil C	32.762	32.762
Total	16.790.184	18.163.839

Tabla 19. Resumen de consumos energéticos en 2020 y 2021 en el centro hospitalario

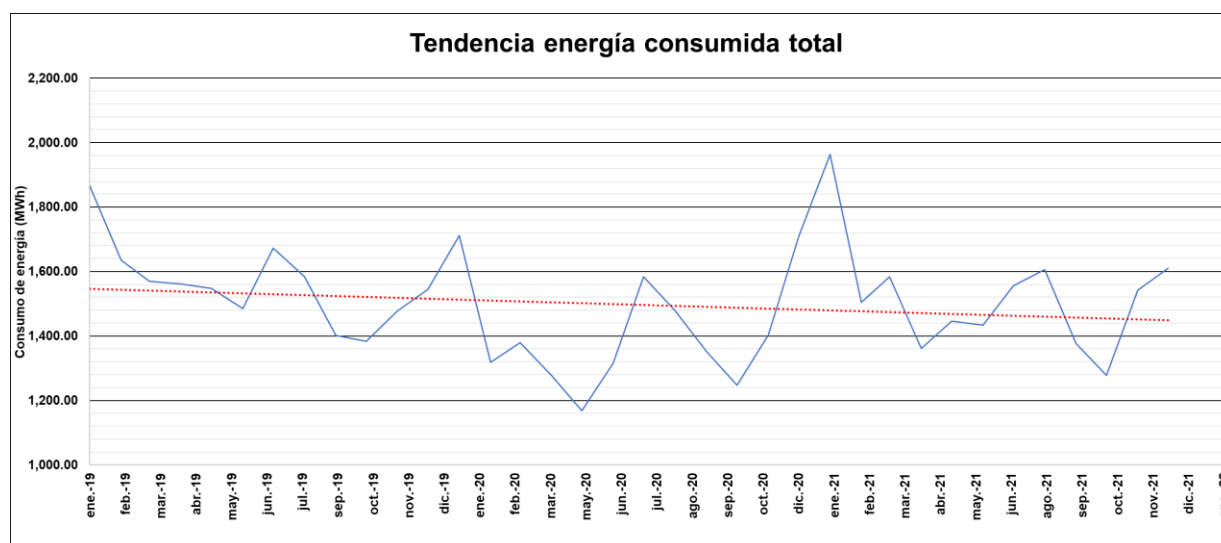


Figura 31. Tendencia del consumo total de energía entre 2019 y 2021 en el centro hospitalario

En la *Figura 31* se observa una tendencia decreciente en el consumo global de energía en el centro hospitalario entre los años 2019 y 2021. Esta reducción en el consumo de energía ha sido aproximadamente del 2,7%. Entre los años 2019 y 2020 la reducción fue mucho más notoria, estando esta en torno al 9,5%. Entre los años 2020 y 2021 se produjo un repunte en el consumo de energía global del 7,8%, como se puede ver en la *Tabla 19*. Este repunte en el consumo se debe principalmente al incremento del consumo de energía eléctrica y del gas natural, como se analizó previamente. Es posible que esta oscilación en el consumo global de energía haya estado marcada por la pandemia, ya que esta ha tenido una influencia significativa en el número de usuarios, hospitalizaciones, estancias y consultas de especialidades que tuvo el centro hospitalario en los tres años analizados. A pesar de que la tendencia global sea decreciente, será determinante la toma de acciones que permitan conseguir un mayor ahorro energético que permita mejorar el desempeño energético y prevenir que este último repunte suponga un cambio de tendencia.

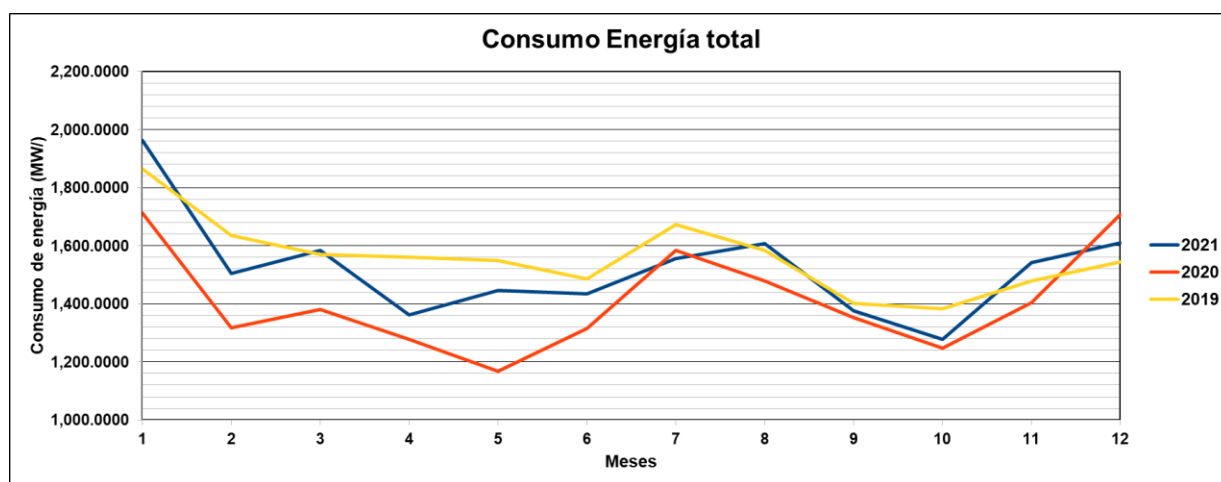


Figura 32. Comparación del consumo global de energía entre los años 2019 y 2021 en el centro hospitalario

En cuanto a las emisiones de CO₂ globales del centro hospitalario, estas vienen recopiladas en la **Tabla 20**, gracias a los datos aportados por las **Tablas 10, 12, 14, 16 y 18**.

Resumen de los emisiones de CO ₂ 2020 – 2021		
Tipo de consumo	Emisiones de CO ₂ 2020 (kg CO ₂)	Emisiones de CO ₂ 2021 (kg CO ₂)
Electricidad	3.799.103	3.961.484
Gas Natural	1.012.359	1.182.881
Propano	43.012	23.725
Gasoil A	996	996
Gasoil C	9.408	9.408
Total	4.864.878	5.178.494

Tabla 20. Resumen de emisiones de CO₂ en 2020 y 2021 en el centro hospitalario

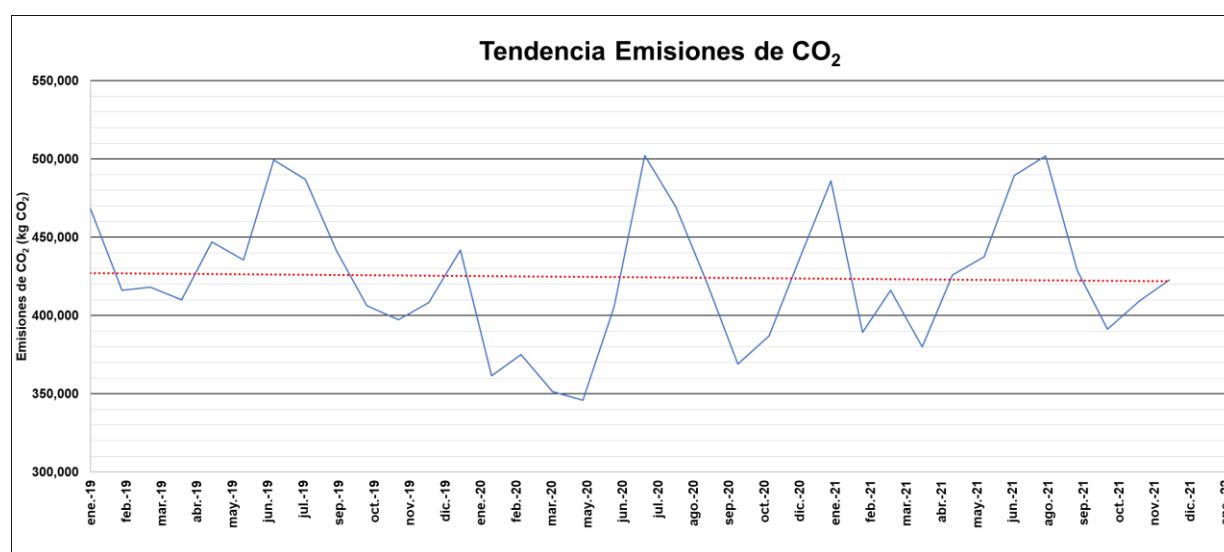


Figura 33. Tendencia de las emisiones de CO₂ entre 2019 y 2021 en el centro hospitalario

En la **Figura 33** se observa una tendencia decreciente en las emisiones de CO₂ globales en el centro hospitalario entre los años 2019 y 2021. Esta reducción en las emisiones ha sido aproximadamente del 1,07%. Entre los años 2019 y 2020 la reducción fue mayor, estando esta en torno al 7,06%. Entre los años 2020 y 2021 se produjo un repunte de las emisiones debidas al consumo de energía global del 7,8%, como se puede ver en la **Tabla 20**. Este repunte en las emisiones se debe principalmente al incremento del consumo de energía eléctrica y del gas natural, como se analizó previamente.

Por último, se realiza una representación gráfica del reparto, en porcentajes, del consumo de cada una de las fuentes de energía empleadas en el centro hospitalario respecto del consumo total en el año 2021. Conocer los porcentajes del consumo de cada una de las fuentes de energía respecto del total permite identificar cuáles son los USE del centro hospitalario. Esto se ve representado en la **Figura 34**.

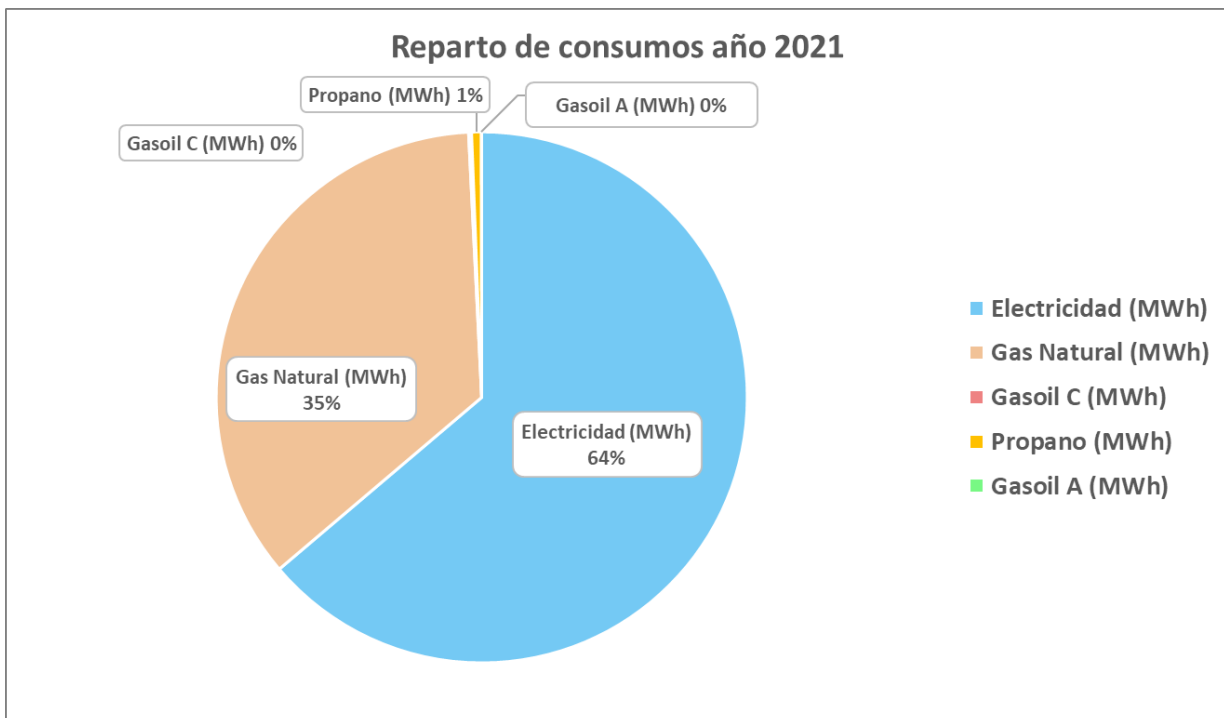


Figura 34. Porcentajes del consumo por fuentes de energía empleadas en el centro hospitalario en el año 2021

De las distintas fuentes de energía, los principales consumos que se dan en el centro hospitalario son los debidos al consumo de electricidad y de gas natural, con un 64% y un 35% respecto del consumo global total respectivamente.

El resto de fuentes de energía (propano y gasoil A-C) no representan conjuntamente ni un 2% respecto del consumo global total, por lo que las actuaciones y medidas que se adopten en cuanto a la mejora de la eficiencia y ahorro energético van a ir destinadas al consumo de electricidad y de gas natural.

5.1.6 Factores y variables a considerar

Para definir los IDEn y la LBEn se han considerado las variables mínimas mostradas en la *Tabla 2* expuesta en el apartado 3.6 de la explicación de la Revisión Energética. La *Tabla 21* es un recordatorio de estas variables mínimas.

VARIABLES MÍNIMAS			
Dato	Tipo de variable	Frecuencia	Fuente
Número de camas	Estática	Mensual	Indicadores Asistenciales
Número de estancias	Pertinente	Mensual	Indicadores Asistenciales
Superficie	Estática	Cambio significativo	Revisión energética inicial
Temperatura Media Diaria	Pertinente	Mensual	AEMET
Horas de funcionamiento	Estática	Mensual	Perfil de Ocupación

Tabla 21. Variables mínimas para el cálculo de los IDEn y la LBEn del centro hospitalario

Con estas variables mínimas queda perfectamente caracterizado todo lo necesario para el cálculo de los IDEn y la LBEn, por lo que no se precisa de variables adicionales.

5.1.7 Indicadores de Desempeño Energético

Los IDEn básicos empleados para evaluar el desempeño energético del centro hospitalario son los especificados en la *Tabla 4* expuesta en el apartado 3.7 de la explicación de la Revisión Energética. La *Tabla 22* sirve como recordatorio para tener presentes estos IDEn.

Destacar, que aunque el procedimiento diga que se pueden dar otros IDEn aparte de los básicos, en el caso del centro hospitalario tratado con los IDEn básicos expuestos en la *Tabla 22* queda perfectamente caracterizado todo lo necesario para evaluar el desempeño energético.

INDICADORES DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO		
Indicador	Unidad	Variable de Influencia Clave (VIC)
Consumo de Energía total	MWh	Consumo eléctrico Consumo de combustibles
Consumo de Energía total por superficie	MWh/m ²	Consumo eléctrico Consumo de combustibles Superficie
Consumo de Energía total por temperatura	MWh/°C mes	Consumo eléctrico Consumo de combustibles Temperatura Media Mensual
Consumo de Energía total por número de estancias	MWh/nºestancias	Consumo eléctrico Consumo de combustibles Número de estancias

Consumo de Energía total por número de camas	MWh/nºcamas	Consumo eléctrico Consumo de combustibles Número de camas
--	-------------	---

Tabla 22. Indicadores de Desempeño Energético del centro hospitalario

5.1.8 Usos Significativos de la Energía

La recopilación de datos de equipos y consumos y su posterior análisis ha permitido identificar una serie de USE relativos al centro hospitalario. Estos han sido definidos según los criterios de consumo, incremento, potencia y mejora. La **Tabla 23** recoge cada uno de los USE que intervienen en el centro.

USOS SIGNIFICATIVOS DE LA ENERGÍA					
Fuente de energía	USE	Control independiente	Estimación	Criterio	Personal influyente
Electricidad	Consumo global	Facturas	N/A	Consumo	Trabajadores OG Mantenimiento Limpieza
Electricidad	Climatización	N/A	Listado equipos	Potencia	Trabajadores OG Mantenimiento
Electricidad	Iluminación	N/A	N/A	Mejora	Trabajadores OG Mantenimiento
Electricidad	Radiodiagnóstico	N/A	Si (SCADA)	Mejora	Trabajadores OG
Gas Natural	Consumo global	Facturas	N/A	Consumo	Trabajadores OG Mantenimiento
Gas Natural	Calefacción/ACS	N/A	N/A	Mejora	Trabajadores OG Mantenimiento

Tabla 23. Usos Significativos de la Energía del centro hospitalario

5.1.9 Línea de Base Energética

Se han calculado distintas LBEn para evaluar el comportamiento y desempeño energético del centro hospitalario. Se ha calculado la LBEn del consumo de energía total y se ha representado esta gráficamente para evaluar el consumo de energía total real frente al consumo de energía total de la LBEn.

Las otras LBEn adicionales evalúan el comportamiento del centro de las dos fuentes de energía que han sido consideradas como USE, la energía eléctrica y el gas natural. Ambas LBEn se representan gráficamente, lo que permite evaluar el consumo real de ambas fuentes de energía con el consumo de sus respectivas LBEn.

La evaluación de la mejora o no del desempeño energético se debe realizar analizando de manera conjunta la tendencia del consumo de las distintas fuentes de energía por separado y del total del centro hospitalario por un lado, y por otro comparando el consumo real de las distintas fuentes de energía y total del centro con el consumo esperado de sus respectivas LBEn. La comparativa del consumo real y esperado permite evaluar como se ha comportado el centro hospitalario en el año de estudio, lo cual ayuda para saber si las acciones y medidas de mejora de la eficiencia, ahorro y desempeño energético que se tomaron años atrás han tenido el efecto deseado.

La comparativa del consumo real de las distintas fuentes de energía y total del centro hospitalario con el de sus

respectivas LBEn ayudará a evaluar como se ha comportado el centro hospitalario en el año de estudio frente al comportamiento esperado, lo que sirve de complemento para saber si las acciones y medidas de mejora de la eficiencia, ahorro y desempeño energético que se tomaron años atrás han tenido el efecto esperado.

La tendencia se muestra en las **Figuras 24, 27 y 31**, mientras que en las **Figuras 35, 36 y 37** se representa la comparativa de los consumos reales expuestos anteriormente con los de sus respectivas LBEn.

LBEn del Consumo Eléctrico

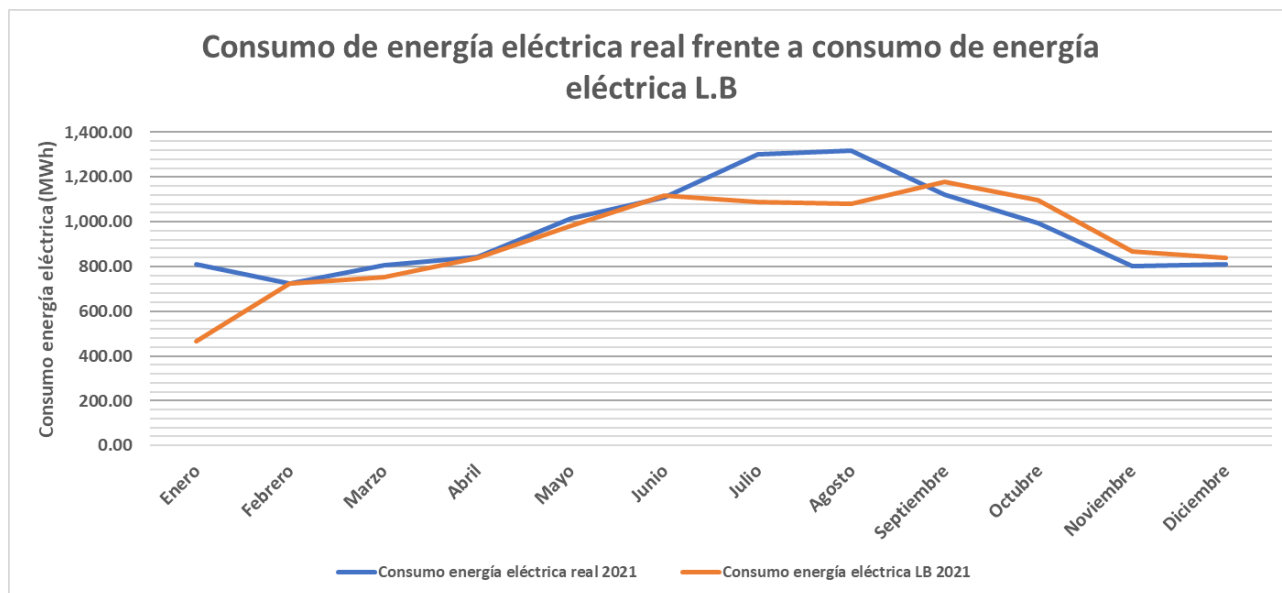


Figura 35. Comparativa del consumo de energía eléctrica real y esperado de la LBEn del centro hospitalario

Como se aprecia en la **Figura 35**, el consumo de energía eléctrica real y el esperado determinado por la LBEn muestra cierta similitud en muchos de los meses del año, exceptuando los meses de enero, julio y agosto. El motivo de estas disparidades se debe principalmente a la existencia de puntos anómalos en la regresión lineal, tal y como se explica en el procedimiento de Planificación Energética. El comportamiento ha sido mejor al esperado en 6 de los 12 meses del año, como se muestra en la **Tabla 24**.

Año 2021	Consumo total real (MWh)	Consumo total L.B (MWh)	Desviación
Enero	811,46	465,00	-74,51%
Febrero	722,75	723,78	0,14%
Marzo	805,55	750,90	-7,28%
Abril	841,10	837,04	-0,48%
Mayo	1.015,73	983,59	-3,27%
Junio	1.108,59	1.118,52	0,89%
Julio	1.300,99	1.087,14	-19,67%
Agosto	1.317,01	1.081,77	-21,75%
Septiembre	1.119,81	1.179,67	5,07%

Octubre	995,09	1.097,25	9,31%
Noviembre	802,53	868,63	7,61%
Diciembre	810,81	840,22	3,50%
Total	11.651,43	11033,52	-5.60%

Tabla 24. Comparativa y desviación del consumo eléctrico real y de la LBEn

Analizando los datos mostrados en la **Tabla 24** se concluye que el centro hospitalario ha tenido un comportamiento peor al esperado en cuanto a consumo eléctrico. El porcentaje de desviación del consumo real frente al esperado es un 5,60% peor. Este resultado, sumado a que la línea de tendencia mostrada en la **Figura 24**, muestra que el centro hospitalario está en pleno proceso de incremento de consumo de energía eléctrica, pues la tendencia de esta es creciente. Por tanto, se deberá adoptar nuevas medidas que permitan revertir esta situación, haciendo que el consumo de energía eléctrica se reduzca y que además sea inferior al calculado por las próximas LBEn.

LBEn del Consumo de Gas Natural

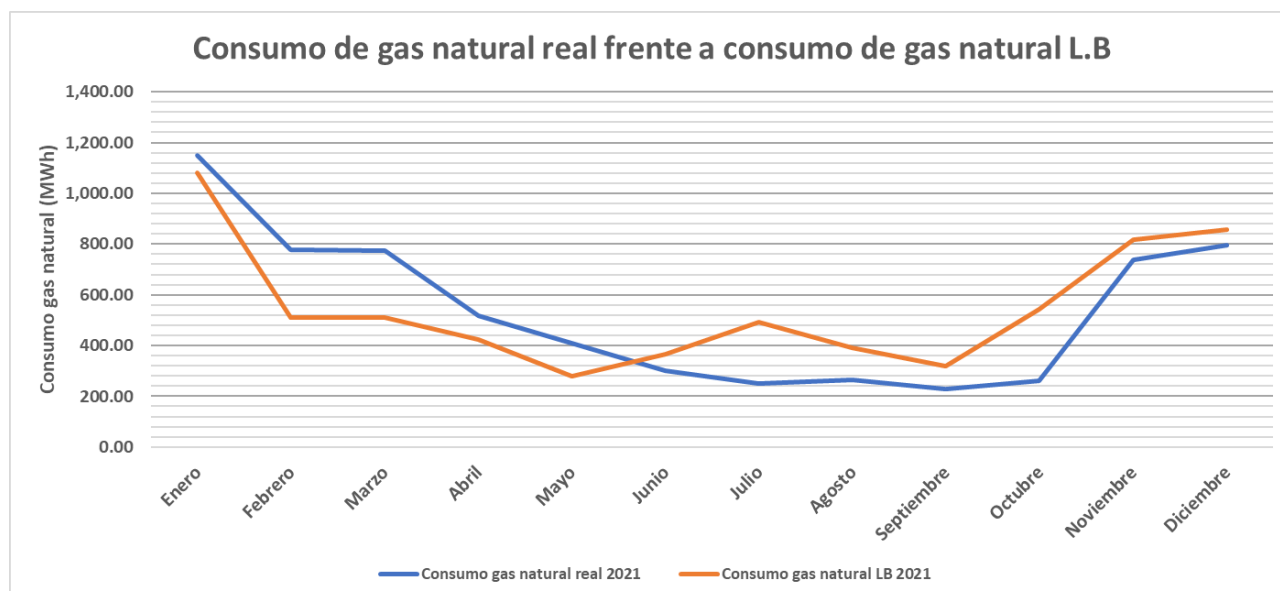


Figura 36. Comparativa del consumo de gas natural real y de la LBEn del centro hospitalario

Como se aprecia en la **Figura 36**, el consumo real de gas natural ha sido mayor al esperado determinado por la LBEn en los meses comprendidos entre enero y mayo. El resto del año el centro ha tenido un comportamiento mejor al esperado en cuanto a consumo de gas natural. La **Tabla 25** muestra el porcentaje de variación del consumo de gas natural real frente al consumo de gas natural esperado.

Año 2021	Consumo total real (MWh)	Consumo total L.B (MWh)	Desviación
Enero	1.148,77	1.082,59	-6,11%
Febrero	779,07	509,26	-52,98%
Marzo	775,21	509,77	-52,07%

Abril	516,77	423,98	-21,89%
Mayo	408,60	278,84	-46,53%
Junio	301,32	366,16	17,71%
Julio	251,49	492,25	48,91%
Agosto	263,47	390,13	32,47%
Septiembre	228,71	317,02	27,86%
Octubre	259,44	541,38	52,08%
Noviembre	736,73	816,43	9,76%
Diciembre	795,78	857,88	7,24%
Total	6.465,37	6.585,69	1,83%

Tabla 25. Comparativa y desviación del consumo de gas natural real y de la LBEn

Analizando los datos mostrados en la **Tabla 25** se concluye que el centro hospitalario ha tenido un comportamiento ligeramente mejor al esperado en cuanto a consumo de gas natural. El porcentaje de desviación del consumo real frente al esperado es un 1,83% mejor. Para conocer el desempeño energético del centro en cuanto a consumo de gas natural se debe ver por un lado que la línea de tendencia mostrada en la **Figura 27** tiene una tendencia decreciente. Por otro lado, el consumo ha aumentado entre los años 2020 y 2021. Aunque el comportamiento en el año 2021 haya sido mejor al esperado, se debe impedir que el aumento de consumo de gas natural prosiga año tras año e impedir que la tendencia cambie a creciente, se deberán adoptar medidas de ahorro y mejora de la eficiencia energética en los equipos que empleen gas natural.

LBEn del Consumo de Energía Total

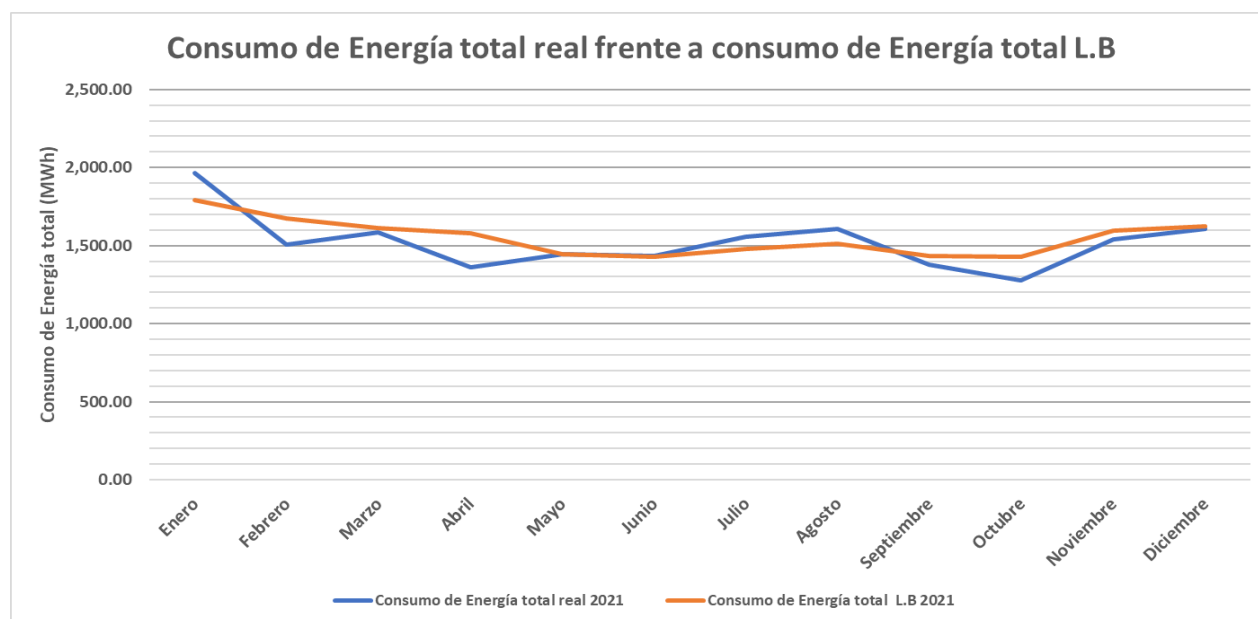


Figura 37. Comparativa del consumo de energía total real y de la LBEn del centro hospitalario

Como se aprecia en la **Figura 37**, existe cierta paridad entre el consumo total real del centro hospitalario con el consumo total esperado de la LBEn. El comportamiento ha sido mejor al esperado en más de la mitad de los

meses del año, teniendo un consumo mayor que el esperado en 5 de los 12 meses del año. La **Tabla 26** muestra el porcentaje de variación del consumo total real frente al consumo total esperado.

Año 2021	Consumo total real (MWh)	Consumo total L.B (MWh)	Desviación
Enero	1.963,25	1.791,97	-8,72%
Febrero	1.504,84	1.674,33	11,26%
Marzo	1.583,78	1.611,15	1,73%
Abril	1.360,90	1.580,68	16,15%
Mayo	1.446,73	1.443,95	-0,19%
Junio	1.433,84	1.427,17	-0,47%
Julio	1.555,49	1.478,61	-4,94%
Agosto	1.606,41	1.512,17	-5,87%
Septiembre	1.376,12	1.434,63	4,25%
Octubre	1.277,83	1.427,64	11,72%
Noviembre	1.542,29	1.595,38	3,44%
Diciembre	1.609,61	1.622,44	0,80%
Total	18.261,09	18.600,12	1,86%

Tabla 26. Comparativa y desviación del consumo total real y de la LBEn

Analizando los datos mostrados en la **Tabla 26** se concluye que el centro hospitalario ha tenido un comportamiento global mejor al esperado en cuanto al consumo total de energía. El porcentaje de desviación ha sido un valor de 1,86% mejor. Este resultado, sumado a que la línea de tendencia mostrada en la **Figura 31**, muestra que el centro hospitalario está mejorando en cuanto a la reducción del consumo de energía y a la mejora del desempeño energético. No obstante, se debe seguir implementando acciones para el ahorro energético y la mejora de la eficiencia energética que permitan seguir con dicha tendencia global.

5.1.10 Acciones de Mejora

En este apartado se darán una serie de acciones de mejora que permitirán conseguir un ahorro del consumo en las fuentes de energía que tienen un impacto significativo en el desempeño energético del centro hospitalario.

Con los datos del listado de equipos recopilados del centro hospitalario, conociendo su potencia y estimando las horas de funcionamiento de cada uno de ellos, se ha realizado una aproximación del consumo de electricidad diferenciando los usos principales de la energía eléctrica que intervienen en el mismo. Como recordatorio, estos son climatización, fuerza, iluminación y radiodiagnóstico (aunque de este último se desconozcan los datos de los equipos que intervienen en él).

En el listado de equipos figuran, entre otros datos, la potencia eléctrica y la estimación de las horas de funcionamiento de cada uno de los equipos, lo que permite calcular una aproximación del consumo eléctrico de cada uno de ellos.

En la **Tabla 27** se puede observar cual es el consumo de cada uno de los usos principales de la energía eléctrica, lo que permite dar una visión inicial sobre qué sectores son de mayor interés a la hora de implementar medidas y acciones de mejora.

ESTIMACIÓN DEL CONSUMO ELÉCTRICO POR USOS PRINCIPALES		
Uso principal	Consumo eléctrico estimado (MWh/año)	Consumo eléctrico estimado (%)
Iluminación	2.379,85	20,19%
Climatización	7.634,01	64,76%
Fuerza	1.773,90	15,05%
Total	11.787,76	100,00%

Tabla 27. Estimación del consumo eléctrico por usos principales en el centro hospitalario

Se debe matizar que esta es una estimación del consumo eléctrico por usos principales ya que, además de los equipos que aparecen en el listado de equipos principales, el centro hospitalario cuenta con otros equipos consumidores de energía eléctrica, como son ordenadores de sobremesa, impresoras, frigoríficos, autoclaves, cámaras frigoríficas, ascensores, CPD, bombas de vacío, etc.

A continuación, se irán desarrollando las distintas acciones de mejora propuestas para implantar en el centro hospitalario. En las acciones de mejora que proceda, se realizará un estudio de viabilidad de la implementación de dicha medida, calculándose el periodo de retorno esperado de la inversión.

Para las propuestas en las que se analice el periodo de retorno, se consideraran como rentables aquellas en el que este sea inferior a 5 años.

Sustitución de luminarias por otras de mayor eficiencia

El centro hospitalario cuenta con un estudio previo a la realización e implantación del SGE en el que determinaron cuales son las luminarias que deben sustituir a las existentes. Destacar que este estudio cumple con lo estipulado en el CTE HE 3 Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación, con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y se ha realizado siguiendo las indicaciones de la Guía Técnica de Eficiencia Energética en Iluminación para Hospitales y Centros de Atención Primaria del IDAE.

El alcance de esta medida en el ámbito de este trabajo ha sido el cálculo del ahorro económico y de emisiones, lo que permitirá evaluar si la acción de mejora resulta rentable o no.

- Sustitución de 505 tubos fluorescentes de 18 W por tubos LED modelo CorePRO LEDtube UN 600mm HO 8W840 T8.

Estas luminarias se encuentran principalmente en cabeceros de las camas de las habitaciones de usuarios del centro hospitalario y en los aseos.

Para estimar el ahorro económico al implementar el nuevo modelo de luminarias, se ha tomado un precio medio de la electricidad sacado de los datos de facturación de 0,12 €/kWh.

El precio de adquisición del CorePro LEDtube UN 600mm HO 8W840 T8 es de 5,60 €/unidad.



Figura 38. Tubos fluorescentes 3x18 W



Figura 39. CorePro LEDtube 8W840 T8

	Tubos FL 2x18 W por tubos LED	Tubos FL 3x18 W por tubos LED
Nº luminarias	228	124
Consumo actual luminarias (kWh/año)	53.800	41.060
Consumo nuevas luminarias (kWh/año)	19.926	15.207
Ahorro energético (kWh/año)	33.874	25.852
Ahorro emisiones CO ₂ (kg/año)	11.517	8.790
Ahorro económico (€/año)	4.064,88	3.102,30
Inversión (€)	2553,60	2083,20
Periodo de retorno (años)	0,63	0,67
Evaluación de la propuesta	Rentable	Rentable

Tabla 28. Estudio de viabilidad de sustitución de tubos fluorescentes de 18 W por tubos LED

- Sustitución de 188 tubos fluorescentes de 36 W por tubos LED modelo CorePro LEDtube UN 1200mm HO 16W840 T8.

Estas luminarias se encuentran principalmente en las habitaciones de usuarios y pasillos.

Para estimar el ahorro económico al implementar el nuevo modelo de luminarias, se ha tomado un precio medio de la electricidad sacado de los datos de facturación de 0,12 €/kWh.

El precio de adquisición del CorePro LEDtube UN 1200mm HO 16W840 T8 es de 8,98 €/unidad.

	Tubos FL 2x36 W por tubos LED
Nº luminarias	59
Consumo actual luminarias (kWh/año)	21.697
Consumo nuevas luminarias (kWh/año)	18.080
Ahorro energético (kWh/año)	3.616
Ahorro emisiones CO ₂ (kg/año)	1.229
Ahorro económico (€/año)	433,94
Inversión (€)	1.059,64
Periodo de retorno (años)	2,44
Evaluación de la propuesta	Rentable

Tabla 29. Estudio de viabilidad de sustitución de tubos fluorescentes de 36 W por tubos LED

- Sustitución de 2164 pantallas empotradas o de superficie con fluorescente de 4x18 W por panel LED modelo Start Flat Panel LED 3200LM 600NW.

Estas luminarias se encuentran repartidas por todo el centro hospitalario.

Para estimar el ahorro económico al implementar el nuevo modelo de luminarias, se ha tomado un precio medio de la electricidad sacado de los datos de facturación de 0,12 €/kWh.

El precio de adquisición de las Start Flat Panel LED 3200LM 600NW es de 36,75 €/unidad.

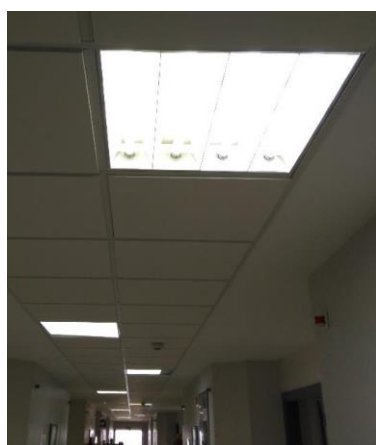


Figura 40. Pantalla empotrada con fluorescente de 4x18 W Figura 41. Panel LED Start Flat Panel.

	Pantallas empotradas 4x18 W por paneles LED
Nº luminarias	2.164
Consumo actual luminarias (kWh/año)	862.825
Consumo nuevas luminarias (kWh/año)	388.506
Ahorro energético (kWh/año)	474.319
Ahorro emisiones CO₂ (kg/año)	161.268
Ahorro económico (€/año)	56.918,28
Inversión (€)	79.527
Periodo de retorno (años)	1,39
Evaluación de la propuesta	Rentable

Tabla 30. Estudio de viabilidad de sustitución de pantallas empotradas con fluorescentes de 18 W por paneles LED

- Sustitución de 69 pantallas empotradas o de superficie con fluorescente de 4x14 W por panel LED modelo Start Flat Panel LED 3200LM 600NW.

Estas luminarias se encuentran principalmente en la UCI.

Para estimar el ahorro económico al implementar el nuevo modelo de luminarias, se ha tomado un precio medio de la electricidad sacado de los datos de facturación de 0,12 €/kWh.

El precio de adquisición de las Start Flat Panel LED 3200LM 600NW es de 36,75 €/unidad.

	Pantallas empotradas 4x14 W por paneles LED
Nº luminarias	69
Consumo actual luminarias (kWh/año)	22.124
Consumo nuevas luminarias (kWh/año)	13.169
Ahorro energético (kWh/año)	8.955
Ahorro emisiones CO₂ (kg/año)	3.045
Ahorro económico	1.074,60

(€/año)	
Inversión (€)	2.168,25
Periodo de retorno (años)	2,01
Evaluación de la propuesta	Rentable

Tabla 31. Estudio de viabilidad de sustitución de pantallas empotradas con fluorescentes de 14 W por paneles LED

- Sustitución de 372 pantallas empotradas o de superficie con fluorescente de 2x36 W por panel LED modelo Start Flat Panel LED 1200x300 NW.

Estas luminarias se encuentran principalmente en los laterales de las plantas del edificio principal, consultas y pasillos.

Para estimar el ahorro económico al implementar el nuevo modelo de luminarias, se ha tomado un precio medio de la electricidad sacado de los datos de facturación de 0,12 €/kWh.

El precio de adquisición de las Start Flat Panel LED 1200x300 NW es de 41,23 €/unidad.

	Pantallas empotradas 2x36 W por paneles LED
Nº luminarias	372
Consumo actual luminarias (kWh/año)	138.443
Consumo nuevas luminarias (kWh/año)	72.106
Ahorro energético (kWh/año)	66.337
Ahorro emisiones CO ₂ (kg/año)	22.554
Ahorro económico (€/año)	7.960,44
Inversión (€)	15.337,56
Periodo de retorno (años)	1,92
Evaluación de la propuesta	Rentable

Tabla 32. Estudio de viabilidad de sustitución de pantallas empotradas con fluorescentes de 36 W por paneles LED

- Sustitución de 235 lámparas halógenas de 50 W por lámparas LED modelo Master Ledspotmv D 5,4-50 W Gu10 927 40D.

Estas luminarias se encuentran principalmente en las salas de rayos y aseos

Para estimar el ahorro económico al implementar el nuevo modelo de luminarias, se ha tomado un precio medio de la electricidad sacado de los datos de facturación de 0,12 €/kWh.

El precio de adquisición de las Master Ledspotmv D 5,4-50 W Gu10 927 40D es de 9,18 €/unidad.

	Lámparas halógenas 50 W por lámparas LED
Nº luminarias	235
Consumo actual luminarias (kWh/año)	60.970
Consumo nuevas luminarias (kWh/año)	5.097
Ahorro energético (kWh/año)	55.873
Ahorro emisiones CO ₂ (kg/año)	18.996
Ahorro económico (€/año)	6.704,76
Inversión (€)	2.157,30
Periodo de retorno (años)	0,32
Evaluación de la propuesta	Rentable

Tabla 33. Estudio de viabilidad de sustitución de lámparas halógenas de 50 W por lámparas LED

- Sustitución de 134 pantallas estancas con fluorescentes de 2x36W por pantallas estancas LED modelo WT120C LED40S / 840 PSU L 1200.

Estas luminarias se encuentran principalmente en almacenes, salas de bombas y en cocina.

Para estimar el ahorro económico al implementar el nuevo modelo de luminarias, se ha tomado un precio medio de la electricidad sacado de los datos de facturación de 0,12 €/kWh.

El precio de adquisición de las WT120C LED40S / 840 PSU L 1200 es de 53,56 €/unidad.

	Pantallas estancas con FL 2x36 W por pantallas estancas LED
Nº luminarias	134
Consumo actual luminarias (kWh/año)	45.916
Consumo nuevas luminarias (kWh/año)	20.195

Ahorro energético (kWh/año)	25.721
Ahorro emisiones CO ₂ (kg/año)	8.745
Ahorro económico (€/año)	3.086,52
Inversión (€)	7.177,04
Periodo de retorno (años)	2,32
Evaluación de la propuesta	Rentable

Tabla 34. Estudio de viabilidad de sustitución de pantallas estancas con fluorescentes de 36 W por pantallas estancas LED

- Sustitución de 130 pantallas estancas con fluorescentes de 1x36W por pantallas estancas LED modelo WT120C LED22S / 840 PSU L 1200.

Estas luminarias se encuentran principalmente en almacenes, salas de bombas y en cocina.

Para estimar el ahorro económico al implementar el nuevo modelo de luminarias, se ha tomado un precio medio de la electricidad sacado de los datos de facturación de 0,12 €/kWh.

El precio de adquisición de las WT120C LED22S / 840 PSU L 1200 es de 49,62 €/unidad.

	Pantallas estancas con FL 1x36 W por pantallas estancas LED
Nº luminarias	130
Consumo actual luminarias (kWh/año)	32.671
Consumo nuevas luminarias (kWh/año)	15.126
Ahorro energético (kWh/año)	17.545
Ahorro emisiones CO ₂ (kg/año)	5.965
Ahorro económico (€/año)	2.105,40
Inversión (€)	6.450,60
Periodo de retorno (años)	3,06
Evaluación de la propuesta	Rentable

Tabla 35. Estudio de viabilidad de sustitución de pantallas estancas con fluorescentes de 36 W por pantallas estancas LED

- Sustitución de 44 lámparas de farolas E40 125 W de vapor de mercurio por lámparas LED modelo E40 54 W omnidireccional IP65.

Estas luminarias se encuentran en las farolas exteriores

Para estimar el ahorro económico al implementar el nuevo modelo de luminarias, se ha tomado un precio medio de la electricidad sacado de los datos de facturación de 0,12 €/kWh.

El precio de adquisición de las E40 54 W omnidireccional IP65 es de 86,77 €/unidad.



Figura 42. Lámpara de vapor de mercurio E40 125



Figura 43. Lámpara LED E40 54 W

Farolas de vapor de mercurio 125 W por lámparas LED	
Nº luminarias	44
Consumo actual luminarias (kWh/año)	38.873
Consumo nuevas luminarias (kWh/año)	17.446
Ahorro energético (kWh/año)	21.427
Ahorro emisiones CO ₂ (kg/año)	7.285
Ahorro económico (€/año)	2.571,24
Inversión (€)	3.817,88
Periodo de retorno (años)	1,48
Evaluación de la propuesta	Rentable

Tabla 36. Estudio de viabilidad de sustitución de lámparas de vapor de mercurio de 125 W por lámparas LED

- Sustitución de 49 lámparas de farolas E40 250 W de vapor de mercurio por lámparas LED modelo Bridgelux 360° E40 120W.

Estas luminarias se encuentran en las farolas exteriores

Para estimar el ahorro económico al implementar el nuevo modelo de luminarias, se ha tomado un precio medio de la electricidad sacado de los datos de facturación de 0,12 €/kWh.

El precio de adquisición de las Bridgelux 360° E40 120W es de 124,00 €/unidad.

	Farolas de vapor de mercurio 250 W por lámparas LED
Nº luminarias	49
Consumo actual luminarias (kWh/año)	85.848
Consumo nuevas luminarias (kWh/año)	26.560
Ahorro energético (kWh/año)	59.288
Ahorro emisiones CO ₂ (kg/año)	20.158
Ahorro económico (€/año)	7.114,56
Inversión (€)	6.076
Periodo de retorno (años)	0,85
Evaluación de la propuesta	Rentable

Tabla 37. Estudio de viabilidad de sustitución de lámparas de vapor de mercurio de 250 W por lámparas LED

- Sustitución de 1132 Downlight UGR<19 por Downlight modelo DN060B LED 18S/840 PSU WH Philips.

Estas luminarias se encuentran principalmente en pasillos, salas de espera, consultas, aseos y salas de estar.

Para estimar el ahorro económico al implementar el nuevo modelo de luminarias, se ha tomado un precio medio de la electricidad sacado de los datos de facturación de 0,12 €/kWh.

El precio de adquisición de las DN060B LED 18S/840 PSU WH Philips es de 19,90 €/unidad.



Figura 44. Downlight UGR<19 Figura 45. Downlight DN060B LED

	Downlight UGR<19 por downlight LED
Nº luminarias	1.132
Consumo actual luminarias (kWh/año)	298.958
Consumo nuevas luminarias (kWh/año)	85.647
Ahorro energético (kWh/año)	213.311
Ahorro emisiones CO ₂ (kg/año)	72.525
Ahorro económico (€/año)	25.597,32
Inversión (€)	22.526,80
Periodo de retorno (años)	0,88
Evaluación de la propuesta	Rentable

Tabla 38. Estudio de viabilidad de sustitución de downlight UGR<19 por downlight LED

- Sustitución de 103 Downlight UGR>19 por Downlight modelo DN060B LED 18S/840 PSU WH Philips.

Estas luminarias se encuentran principalmente en pasillos, salas administrativas, consultas y aseos.

Para estimar el ahorro económico al implementar el nuevo modelo de luminarias, se ha tomado un precio medio de la electricidad sacado de los datos de facturación de 0,12 €/kWh.

El precio de adquisición de las DN060B LED 18S/840 PSU WH Philips es de 19,90 €/unidad.

	Downlight UGR>19 por downlight LED
Nº luminarias	103
Consumo actual luminarias (kWh/año)	11.737
Consumo nuevas luminarias (kWh/año)	6.402
Ahorro energético (kWh/año)	5.335
Ahorro emisiones CO ₂ (kg/año)	1.813,90
Ahorro económico (€/año)	640,20
Inversión (€)	2.049,70
Periodo de retorno (años)	3,20
Evaluación de la propuesta	Rentable

Tabla 39. Estudio de viabilidad de sustitución de downlight UGR>19 por downlight LED

Sustitución de equipos de climatización

El centro hospitalario cuenta con un gran número de equipos de climatización. Algunos de ellos emplean como gas refrigerante R-22, lo cual no cumple con la normativa actual y a lo dictado por el Reglamento 2037/2000 del Parlamento Europeo. La sustitución de los equipos de climatización a menudo suele ser una medida de mejora y ahorro costosa, con un periodo de retorno más o menos elevado. La Dirección del centro ha dado como pauta la sustitución de los equipos de climatización que emplean R22 cuando queden fuera de servicio.

Existe un listado de equipos que desde la oficina técnica del centro hospitalario han seleccionado como los posibles recambios a los equipos actuales, es por ello que el alcance de esta medida de ahorro en el ámbito de este trabajo ha sido el cálculo del ahorro económico y de emisiones, lo que permitirá evaluar si la acción de mejora resulta rentable o no.

- Sustitución de 1 Rooftop Ciatesa modelo IN-195 por un Rooftop modelo Carrier 50 EN/EH 180T.

Este equipo se encuentra situado en la cubierta del edificio principal.

Para estimar el ahorro económico al implementar el nuevo equipo, se ha tomado un precio medio de la electricidad sacado de los datos de facturación de 0,12 €/kWh.

El precio de adquisición del Rooftop Carrier 50 EN/EH 180T es de 32.160 €/unidad.

	Rooftop Ciatesa IN-195 por Rooftop Carrier 50EN/EH 180T
Nº equipos	1
Consumo actual equipos (kWh/año)	85.848
Consumo nuevos equipos (kWh/año)	63.886
Ahorro energético (kWh/año)	21.962
Ahorro emisiones CO ₂ (kg/año)	7.467
Ahorro económico (€/año)	2.635,44
Inversión (€)	32.160
Periodo de retorno (años)	12,20
Evaluación de la propuesta	No Rentable

Tabla 40. Estudio de viabilidad de sustitución de Rooftop Ciatesa IN-195 (R22) por Rooftop Carrier 50 EN/EH 180T (R410a)

- Sustitución de 1 Bomba de calor aire-aire Carrier modelo 38TY84A9M por Bomba de calor aire-aire Carrier modelo 38ZF 100.

Este equipo se encuentra situado en Rayos X del servicio de Urgencias.

Para estimar el ahorro económico al implementar el nuevo equipo, se ha tomado un precio medio de la electricidad sacado de los datos de facturación de 0,12 €/kWh.

El precio de adquisición de la Bomba de calor Carrier 38ZF 100 es de 18.376 €/unidad.

	BdC Carrier 38TY84A9M por BdC Carrier 38ZF 100
Nº equipos	1
Consumo actual equipos (kWh/año)	38.478
Consumo nuevos equipos (kWh/año)	26.578
Ahorro energético (kWh/año)	11.900
Ahorro emisiones CO ₂ (kg/año)	4.046
Ahorro económico (€/año)	1.428
Inversión (€)	18.376
Periodo de retorno (años)	12,86
Evaluación de la propuesta	No Rentable

Tabla 41. Estudio de viabilidad de sustitución de BdC Carrier 38TY84A9M (R22) por BdC calor Carrier 38ZF 100 (R410a)

- Sustitución de 1 Bomba de calor aire-aire Ciatesa modelo Keyter ISH 65 por Bomba de calor aire-aire Carrier modelo 38ZF 090.

Este equipo se encuentra situado en la sala de TAC del servicio de Radiología.

Para estimar el ahorro económico al implementar el nuevo equipo, se ha tomado un precio medio de la electricidad sacado de los datos de facturación de 0,12 €/kWh.

El precio de adquisición de la Bomba de calor Carrier 38ZF 090es de 17.901 €/unidad.

	BdC Ciatesa Keyter ISH 65 por BdC Carrier 38ZF 090
Nº equipos	1
Consumo actual equipos (kWh/año)	39.275
Consumo nuevos equipos (kWh/año)	31.151
Ahorro energético (kWh/año)	8.124
Ahorro emisiones CO ₂ (kg/año)	6.762
Ahorro económico (€/año)	974,88
Inversión (€)	17.901
Periodo de retorno (años)	18,36
Evaluación de la propuesta	No Rentable

Tabla 42. Estudio de viabilidad de sustitución de BdC Ciatesa Keyter ISH 65 (R22) por BdC Carrier 38ZF 090 (R410a)

- Sustitución de 2 Bombas de calor aire-aire Carrier modelo MUBV460K933 por 2 Bombas de calor aire-aire Carrier 38ZF 200.

Estos equipos se encuentran situados en el servicio de Investigación.

Para estimar el ahorro económico al implementar el nuevo equipo, se ha tomado un precio medio de la electricidad sacado de los datos de facturación de 0,12 €/kWh.

El precio de adquisición de la Bomba de calor Carrier 38ZF 200 es de 14.590,50 €/unidad.

	BdC Carrier MUBV460K933 por BdC Carrier 38ZF 200
Nº equipos	2
Consumo actual equipos (kWh/año)	334.544

Consumo nuevos equipos (kWh/año)	296.176
Ahorro energético (kWh/año)	38.369
Ahorro emisiones CO ₂ (kg/año)	13.045
Ahorro económico (€/año)	4.604,28
Inversión (€)	29.181
Periodo de retorno (años)	6,34
Evaluación de la propuesta	No Rentable

Tabla 43. Estudio de viabilidad de sustitución de BdC Carrier MUBV460K933 (R22) por BdC Carrier 38ZF 200 (R410a)

- Sustitución de 1 Bomba de calor aire-aire Carrier por 1 Bomba de calor aire-aire Carrier 38ZF 160.

Estos equipos se encuentran situados en la sala de Duelos.

Para estimar el ahorro económico al implementar el nuevo equipo, se ha tomado un precio medio de la electricidad sacado de los datos de facturación de 0,12 €/kWh.

El precio de adquisición de la Bomba de calor Carrier 38ZF 160 es de 21.748 €/unidad.

	BdC Carrier por BdC Carrier 38ZF 160
Nº equipos	1
Consumo actual equipos (kWh/año)	56.379
Consumo nuevos equipos (kWh/año)	38.369
Ahorro energético (kWh/año)	18.010
Ahorro emisiones CO ₂ (kg/año)	6.123
Ahorro económico (€/año)	2.161,20
Inversión (€)	21.748
Periodo de retorno (años)	10,06
Evaluación de la propuesta	No Rentable

Tabla 44. Estudio de viabilidad de sustitución de BdC Carrier (R22) por BdC Carrier 38ZF 160 (R410a)

- Sustitución de 1 Bomba de calor aire-aire Carrier por 1 Bomba de calor aire-aire Carrier 38ZF 090.

Estos equipos se encuentran situados en el servicio de Microbiología.

Para estimar el ahorro económico al implementar el nuevo equipo, se ha tomado un precio medio de la electricidad sacado de los datos de facturación de 0,12 €/kWh.

El precio de adquisición de la Bomba de calor Carrier 38ZF 090 es de 17.901 €/unidad.

	BdC Carrier por BdC Carrier 38ZF 090
Nº equipos	1
Consumo actual equipos (kWh/año)	39.070
Consumo nuevos equipos (kWh/año)	25.032
Ahorro energético (kWh/año)	14.038
Ahorro emisiones CO ₂ (kg/año)	4.772,92
Ahorro económico (€/año)	1.684,56
Inversión (€)	17.901
Periodo de retorno (años)	10,62
Evaluación de la propuesta	No Rentable

Tabla 45. Estudio de viabilidad de sustitución de BdC Carrier (R22) por BdC Carrier 38ZF 090 (R410a)

- Sustitución de 1 Bomba de calor aire-aire Lennox KJB 5 por 1 Bomba de calor aire-aire Fujitsu ACY 140H UIAT-LH.

Este equipo se encuentra situado en la sala del C.G.B.T.

Para estimar el ahorro económico al implementar el nuevo equipo, se ha tomado un precio medio de la electricidad sacado de los datos de facturación de 0,12 €/kWh.

El precio de adquisición de la Bomba de calor Fujitsu ACY 140H UIAT-LH es de 6.667 €/unidad.

	BdC Lennox KJB 5 por BdC Fujitsu ACY 140H UIAT-LH
Nº equipos	1
Consumo actual equipos (kWh/año)	15.177
Consumo nuevos equipos (kWh/año)	11.260
Ahorro energético (kWh/año)	3.917
Ahorro emisiones CO ₂ (kg/año)	1.331,78

Ahorro económico (€/año)	470.04
Inversión (€)	6.667
Periodo de retorno (años)	14,18
Evaluación de la propuesta	No Rentable

Tabla 46. Estudio de viabilidad de sustitución de BdC Lennox KJB 5 (R22) por BdC Fujitsu ACY 140H UIAT-LH (R410a)

- Sustitución de 2 Bombas de calor aire-aire Carrier por 2 Bombas de calor aire-aire Fujitsu ACY 170H UIAT-LH.

Estos equipos se encuentran situados en el servicio de Farmacia.

Para estimar el ahorro económico al implementar el nuevo equipo, se ha tomado un precio medio de la electricidad sacado de los datos de facturación de 0,12 €/kWh.

El precio de adquisición de la Bomba de calor Fujitsu ACY 170H UIAT-LH es de 3.666,50 €/unidad.

	BdC Carrier por BdC Fujitsu ACY 170H UIAT-LH
Nº equipos	2
Consumo actual equipos (kWh/año)	92.856
Consumo nuevos equipos (kWh/año)	86.286
Ahorro energético (kWh/año)	6.570
Ahorro emisiones CO ₂ (kg/año)	2.234
Ahorro económico (€/año)	788,40
Inversión (€)	7.333
Periodo de retorno (años)	9,30
Evaluación de la propuesta	No Rentable

Tabla 47. Estudio de viabilidad de sustitución de BdC Carrier (R22) por BdC Fujitsu ACY 170H UIAT-LH (R410a)

- Sustitución de 1 Bomba de calor aire-aire Ciatesa ISV-250 por 1 Bomba de calor aire-aire Carrier 38ZF 320.

Estos equipos se encuentran situados en el servicio de Psiquiatría

Para estimar el ahorro económico al implementar el nuevo equipo, se ha tomado un precio medio de la electricidad sacado de los datos de facturación de 0,12 €/kWh.

El precio de adquisición de la Bomba de calor Carrier 38ZF 320 es de 34.295 €/unidad.

	BdC Ciatesa ISV-250 por BdC Carrier 38ZF 320
Nº equipos	1
Consumo actual equipos (kWh/año)	128.794
Consumo nuevos equipos (kWh/año)	100.083
Ahorro energético (kWh/año)	28.711
Ahorro emisiones CO ₂ (kg/año)	9.762
Ahorro económico (€/año)	3.445,32
Inversión (€)	34.295
Periodo de retorno (años)	9,95
Evaluación de la propuesta	No Rentable

Tabla 48. Estudio de viabilidad de sustitución de BdC Ciatesa ISV-250 (R22) por BdC Carrier 38ZF 320 (R410a)

A continuación, se muestra una tabla en la que se realiza un análisis de viabilidad de la implementación de los nuevos equipos de iluminación y climatización por separado y de ambas medidas conjuntamente. El análisis completo se puede ver en la **Tabla 49**.

	Sustitución de luminarias	Sustitución de equipos de climatización	Sustitución de luminarias y equipos de climatización
Consumo actual equipos (kWh/año)	1.714.202	830.521	2.544.723
Consumo nuevos equipos (kWh/año)	703.467	678.821	1.382.288
Ahorro energético (kWh/año)	1.010.735	151.700	116.235
Ahorro emisiones CO ₂ (kg/año)	343.650	51.578	395.228
Ahorro económico (€/año)	121.288	18.204	139.492
Inversión (€)	152.979	185.562	338.541
Periodo de retorno (años)	1,26	10,19	2,43
Evaluación de la propuesta	Rentable	No Rentable	Rentable

Tabla 49. Estudio de viabilidad de sustitución de luminarias y equipos de climatización de R22

Como se aprecia en la **Tabla 49**, la sustitución de todas las luminarias expuestas en el correspondiente punto de las medidas de ahorro resulta rentable, con un periodo de retorno de la inversión de 1,26 años. La sustitución de la totalidad de las luminarias por otras de mayor eficiencia permitiría un ahorro del 58,96% del consumo de energía eléctrica empleada para la iluminación y de las emisiones de CO₂ debidas a esta fuente de energía.

Por el contrario, tal y como se analizó previamente, la sustitución de los equipos de climatización tiene un periodo de retorno elevado, de 10,19 años. Como se indicó anteriormente la sustitución de estos equipos se está realizando periódicamente debido al gas refrigerante que emplean. En el hipotético caso de que se sustituyesen todos los equipos, se obtendría un ahorro del 18,27% en el consumo de energía eléctrica y de las emisiones de CO₂.

Si se sustituyesen conjuntamente todas las luminarias y equipos de climatización expuestos, el periodo de retorno sería de 2,43 años, lo que según los criterios establecidos por la Dirección del centro resultaría rentable. El ahorro energético y de emisiones de la sustitución conjunta de todos los equipos sería del 45,68%.

Como conclusión a la sustitución de equipos en el centro hospitalario, se dará total prioridad a la sustitución de las luminarias, mientras que los equipos de climatización serán reemplazados cuando los actuales se averíen, en lugar de realizarles labores de mantenimiento correctivo.

Implementación en SCADA de mediciones en calderas

Actualmente el centro hospitalario no tiene implementado ningún sistema de medición o control de diversos parámetros relativos a las calderas pirtotubulares empleadas para la producción de ACS y agua caliente para calefacción.

Al preguntar sobre los valores de consigna empleados para la conductividad del agua de caldera y del contenido de oxígeno en los gases de combustión, estos no estaban del todo claros, por lo que se asume que existe una potencial mejora y ahorro de combustible en las calderas.

Es por ello que se sugiere la implementación de un sistema de medidores y sensores de la conductividad que permita regular la purga de las calderas acercándose al valor límite permitido del agua de caldera en función de la presión por la Norma UNE-EN 12953-10:2004 sobre Calderas Pirtotubulares.

Para la medición del oxígeno en los gases de combustión se propone la implementación de un medidor láser, como el TDLS8000, que permita medir por barrido de forma precisa el porcentaje de óxígeno y ajustarlo a un valor cercano al 2%.

La implementación de estos equipos se estima como rentable, ya que ajustar los valores mencionados con anterioridad permitirá reducir el consumo de gas natural en las calderas, lo que supondrá una reducción de emisiones de CO₂, además del ahorro económico al reducir el consumo de este combustible.

Implementación de detectores de presencia

Aunque la consigna desde la Dirección del centro hospitalario sea la de ahorro energético y la reducción del consumo de electricidad apagando la iluminación en los lugares que no se estén ocupando, esto no ocurre con asiduidad por parte del personal y por parte del público usuario.

Es por ello que se sugiere la implementación de detectores de presencia en las zonas públicas como los pasillos, halls, aseos, etc. que limiten la iluminación de estas áreas durante los periodos de presencia de personas en ellos.

Implementación de programadores horarios para los equipos de climatización

Se ha detectado en varios servicios que el personal no controla eficientemente los equipos de climatización, pues los dejan encendidos en periodos temporales en los que no hay ocupación de dichas salas o estancias. Esto supone un consumo eléctrico importante, especialmente en los meses de verano.

Se propone implementar un programador horario para cada unidad de climatización (bomba de calor, rooftop, etc.) que haya en el centro hospitalario en el que el equipo entre en funcionamiento únicamente en el horario laboral que tenga el servicio al que afecta.

Instalación de variadores de frecuencia en equipos que los admitan

Esta es una medida que el centro hospitalario ya está llevando a cabo, pues cada vez que se sustituye un grupo de bombas, estas se reemplazan por un nuevo modelo que incluya variador de frecuencia.

Involucrar a todos los trabajadores del centro hospitalario en la gestión y eficiencia energética

Promover una cultura de ahorro y de reducción del consumo energético en todos los servicios, dando especial importancia a aquellos en los que exista o participe activamente en algún USE.

Para una mejor respuesta e involucración en esto, se puede incluir dentro de los objetivos marcados por el centro en las evaluaciones anuales de productividad, un punto que trate sobre la reducción de consumo de energía o de reducción de las emisiones de CO₂.

Implementación de energías renovables

Dado que el centro hospitalario tiene en propiedad una gran parcela aledaña al edificio principal, se ha propuesto evaluar y estudiar la implementación de una instalación solar fotovoltaica que permita el autoconsumo y el vertido de excedentes a la red. Existe cierta predisposición por parte de la Dirección del centro sobre abordar esta posibilidad.

5.2 Planificación Energética

5.2.1 Plan de recopilación de datos

La primera de las hojas del archivo excel de Planificación Energética recoge una recopilación de datos relativos a los tipos de consumos energéticos que se dan en el centro hospitalario, de las variables pertinentes y los factores estáticos que se emplean para el cálculo de los IDEn.

La **Figura 46** muestra las distintas tablas recopilatorias de los datos mencionados antes.

PLAN DE RECOPIACIÓN DE DATOS DE LA ENERGÍA

CENTRO HOSPITALARIO	N/A
Ubicación	Sevilla
Fecha	abr-22

CONSUMOS ENERGÉTICOS				
Fuente	Tipo de Control	Frecuencia	Usos Controlados	Identificación Equipo de Medida
Electricidad	Facturas	Mensual	Uso general del centro	Contador digital AT
Gas Natural	Facturas	Mensual	Producción de ACS	Contador analógico
Propano	Facturas	Mensual	Cocina	N/A
Gasoil A	Facturas	Mensual	Grupos electrógenos	N/A
Gasoil C	Facturas	Mensual	N/A	N/A

VARIABLES PERTINENTES			
Variable	Tipo de Control	Frecuencia	Fuente
nº estancias (Hospitales)	Informe	Mensual	Indicadores Asistenciales
nº usuarios (At. Primaria)	Informe	Mensual	Indicadores Asistenciales
Temperatura Media Diaria (°C)	Base de datos	Mensual	AEMET / Junta de Andalucía

FACTORES ESTÁTICOS			
Variable	Tipo de Control	Frecuencia	Fuente
nº camas	Informe	Mensual	Indicadores Asistenciales
nº horas de funcionamiento		Mensual	Perfiles de Ocupación
Superficie total (m2)	Base de datos	Cambios significativos	Diagnóstico / Revisión Energética Inicial

Figura 46. Planificación energética: Plan de recopilación de datos del centro hospitalario

5.2.2 Datos Básicos

En esta hoja de la Planificación Energética se recogen en distintas tablas para los años 2019, 2020 y 2021 los datos de consumo de las distintas fuentes de energía (electricidad, gas natural, propano, gasoil A y gasoil C) y los datos de las variables de cálculo empleadas para calcular los IDEn (nº de camas, nº de estancias, horas de funcionamiento, temperature media diaria y grados mes).

En las *Figuras 47, 48, 49, 50, 51 y 52* se muestran las tablas con la recopilación de los datos expuestos anteriormente.

Los datos de consumo eléctrico han sido extraídos de la base de datos con la que cuenta el centro hospitalario, en la que existe un histórico de las facturas eléctricas emitidas por la compañía suministradora. En cuanto al consumo de gas natural, a pesar de la existencia de contadores analógicos para el consumo de este combustible, los datos han sido solicitados y proporcionados por la empresa suministradora directamente. Respecto al consumo de gasoil A-C, tal y como se comenta en el apartado 5.1.5.2 de la Revisión Energética, este ha sido proporcionado por la empresa privada encargada del mantenimiento del centro hospitalario en volumen y los han estimado idénticos en ambos años, por lo que se ha realizado un reparto equitativo a lo largo de todos los meses del año. Por último, para conocer el consumo de propano se ha consultado al Departamento de Compras de la Subdirección de Gestión Económica del centro hospitalario, el cual cuenta con un registro de todos los pedidos de propano.

En cuanto a las variables de cálculo como el número de estancias y de camas, se han solicitado al Departamento de Documentación Clínica. Estos datos están recogidos en las memorias anuales del centro hospitalario. Para la temperature media diaria, en el protocolo se detalla que esta debe obtenerse por la base de datos de AEMET.

DATOS BÁSICOS		2019			
AÑO:	DATOS DE CONSUMO				
MES	Electricidad (MWh)	Gas Natural (MWh)	Gasoil C (MWh)	Propano (MWh)	Gasoil A (MWh)
Enero	824.21	1,018.78	2.73	0.00	0.29
Febrero	750.71	846.89	2.73	53.00	0.29
Marzo	826.03	725.88	2.73	0.00	0.29
Abril	790.68	725.44	2.73	56.16	0.29
Mayo	1,039.31	474.87	2.73	30.30	0.29
Junio	1,043.24	421.76	2.73	0.00	0.29
Julio	1,232.91	417.48	2.73	0.00	0.29
Agosto	1,254.35	309.70	2.73	0.00	0.29
Septiembre	1,170.00	206.03	2.73	0.00	0.29
Octubre	970.90	391.07	2.73	90.14	0.29
Noviembre	796.06	639.52	2.73	0.00	0.29
Diciembre	796.27	727.30	2.73	56.46	0.29
TOTAL 2019	11,494.67	6,904.730	32.76	286.06	3.48

Figura 47. Planificación Energética: datos básicos de consumo del año 2019

DATOS BÁSICOS AÑO:		2019			
		VARIABLES DE CÁLCULO			
MES	nº camas	nº estancias (Hospitales)	Horas de Funcionamiento (h)	Temperatura Media Diaria (°C)	Grados mes (22°C)
Enero	500.00	12,238.00	744.00	9.78	12.22
Febrero	508.10	11,158.00	672.00	12.42	9.58
Marzo	509.30	11,920.00	744.00	15.50	6.50
Abril	511.00	11,411.00	720.00	15.90	6.10
Mayo	505.60	12,006.00	744.00	22.74	0.74
Junio	509.30	10,676.00	720.00	23.82	1.82
Julio	471.30	10,167.00	744.00	26.19	4.19
Agosto	471.80	9,654.00	744.00	27.96	5.96
Septiembre	484.00	9,814.00	720.00	25.14	3.14
Octubre	488.50	10,923.00	744.00	20.47	1.53
Noviembre	494.20	10,779.00	720.00	14.62	7.38
Diciembre	510.90	10,654.00	744.00	13.55	8.45
TOTAL 2019	5,964.00	131,400.00	8,760		

Figura 48. Planificación Energética: variables de cálculo del año 2019

DATOS BÁSICOS AÑO:		2020			
		DATOS DE CONSUMO			
MES	Electricidad (MWh)	Gas Natural (MWh)	Gasoil C (MWh)	Propano (MWh)	Gasoil A (MWh)
Enero	827.93	862.35	2.73	18.223	0.29
Febrero	744.72	538.25	2.73	32.189	0.29
Marzo	772.90	588.08	2.73	15.947	0.29
Abril	749.81	525.55	2.73	0.000	0.29
Mayo	832.97	309.54	2.73	22.883	0.29
Junio	1,044.18	252.51	2.73	15.492	0.29
Julio	1,345.74	209.97	2.73	25.682	0.29
Agosto	1,234.89	241.83	2.73	0.000	0.29
Septiembre	1,099.71	249.25	2.73	0.000	0.29
Octubre	892.70	329.94	2.73	21.624	0.29
Noviembre	829.65	570.71	2.73	0.000	0.29
Diciembre	798.63	884.73	2.73	22.227	0.29
TOTAL 2020	11,173.83	5,562.68	32.76	174.267	3.48

Figura 49. Planificación Energética: datos básicos de consumo del año 2020

DATOS BÁSICOS AÑO:		2020			
		VARIABLES DE CÁLCULO			
MES	nº camas	nº estancias (Hospitales)	Horas de Funcionamiento (h)	Temperatura Media Diaria (°C)	Grados mes (22°C)
Enero	512.00	12,259.00	744.00	10.63	11.37
Febrero	513.00	11,461.00	696.00	15.16	6.84
Marzo	515.10	8,979.00	744.00	15.55	6.45
Abril	521.80	8,223.00	720.00	17.27	4.73
Mayo	519.10	9,173.00	744.00	22.57	0.57
Junio	500.00	9,652.00	720.00	22.04	0.04
Julio	492.00	9,728.00	744.00	30.99	8.99
Agosto	467.50	9,035.00	744.00	28.35	6.35
Septiembre	473.80	9,772.00	720.00	25.50	3.50
Octubre	511.10	10,806.00	744.00	19.31	2.69
Noviembre	518.80	10,591.00	720.00	16.22	5.78
Diciembre	524.30	9,939.00	744.00	11.51	10.49
TOTAL 2020	6,068.50	119,618.00	8,784		

Figura 50. Planificación Energética: variables de cálculo del año 2020

DATOS BÁSICOS AÑO:		2021				
MES	DATOS DE CONSUMO					
	Electricidad (MWh)	Gas Natural (MWh)	Gasoil C (MWh)	Propano (MWh)	Gasoil A (MWh)	
Enero	811.46	1,148.77	2.73	0.000	0.29	
Febrero	722.75	779.07	2.73	0.000	0.29	
Marzo	805.55	775.21	2.73	0.000	0.29	
Abril	841.10	516.77	2.73	0.000	0.29	
Mayo	1,015.73	408.60	2.73	19.375	0.29	
Junio	1,108.59	301.32	2.73	20.902	0.29	
Julio	1,300.99	251.49	2.73	0.000	0.29	
Agosto	1,317.01	263.47	2.73	22.910	0.29	
Septiembre	1,119.81	228.71	2.73	24.584	0.29	
Octubre	995.09	259.44	2.73	20.285	0.29	
Noviembre	802.53	736.73	2.73	0.000	0.29	
Diciembre	810.81	795.78	2.73	0.000	0.29	
TOTAL 2021	11,651.43	6,465.37	32.76	108.056	3.48	

Figura 51. Planificación Energética: datos básicos de consumo del año 2021

DATOS BÁSICOS AÑO:		2021				
MES	VARIABLES DE CÁLCULO					
	nº camas	nº estancias (Hospitales)	Horas de Funcionamiento (h)	Temperatura Media Diaria (°C)	Grados mes (22°C)	
Enero	520.00	11,162.00	744.00	9.73	12.27	
Febrero	521.30	9,674.00	672.00	13.51	8.49	
Marzo	517.40	10,083.00	744.00	14.87	7.13	
Abril	512.00	10,374.00	720.00	17.69	4.31	
Mayo	512.00	10,541.00	744.00	21.37	0.63	
Junio	511.90	10,573.00	720.00	24.40	2.40	
Julio	498.60	10,254.00	744.00	28.18	6.18	
Agosto	495.00	9,623.00	744.00	28.10	6.10	
Septiembre	496.20	10,234.00	720.00	24.48	2.48	
Octubre	513.00	12,153.00	744.00	21.13	0.87	
Noviembre	530.20	11,438.00	720.00	12.82	9.18	
Diciembre	531.00	11,665.00	744.00	12.69	9.31	
TOTAL 2021	6,158.60	127,774.00	8,760			

Figura 52. Planificación Energética: variables de cálculo del año 2021

Existe una última tabla en la que se especifican datos como la superficie total del centro hospitalario y algunos factores de conversión que pueden resultar de interés en caso de que los datos de consumo no estén proporcionados en MWh.

Otros datos	
Superficie Total (m2)	111531.31
Factor Conversión Gasolina (kWh/litro)	9.199
Factor Conversión Gasóleo A (kWh/litro)	9.943
Factor Conversión Gasóleo C (kWh/litro)	10.75
Factor Conversión Propano (kWh/kg)	13.139
Factor Conversión Biomasa (kWh/kg)	3.933

Figura 53. Planificación Energética: Superficie del centro hospitalario y factores de conversión

5.2.3 Indicadores de Desempeño Energético

En la tercera de las hojas del archivo de Planificación Energética se hacen los cálculos de los cinco IDen expuestos en el apartado 5.1.7 de la Revisión Energética. Estos se calculan realizando el sumatorio del consumo

de cada una de las fuentes de energía de manera mensual en los años 2019, 2020 y 2021, además de calcular el valor medio anual. Estos sumatorios se dividen por las diferentes variables de cálculo mencionadas en el apartado 5.2.2.

Las **Figuras 54, 55 y 56** muestran los valores calculados de los IDEn tanto mensualmente como de valor medio anual en los años 2019, 2020 y 2021.

AÑO: 2019					
MES	Consumo Energía total (MWh)	Consumo Energía total / superficie (MWh/m ²)	Consumo Energía total / temperatura (MWh/ grados mes)	Consumo Energía total / estancias (MWh/nº estancias)	Consumo Energía total / camas (MWh/nº camas)
ene-19	1,846.01	0.0166	151.06	0.151	3.692
feb-19	1,653.61	0.0148	172.61	0.148	3.255
mar-19	1,554.93	0.0139	239.22	0.130	3.053
abr-19	1,575.30	0.0141	258.25	0.138	3.083
may-19	1,547.50	0.0139	2,091.22	0.129	3.061
jun-19	1,468.02	0.0132	806.61	0.138	2.882
jul-19	1,653.41	0.0148	394.61	0.163	3.508
ago-19	1,567.07	0.0141	262.93	0.162	3.321
sep-19	1,379.05	0.0124	439.19	0.141	2.849
oct-19	1,455.12	0.0130	951.06	0.133	2.979
nov-19	1,438.60	0.0129	194.93	0.133	2.911
dic-19	1,583.05	0.0142	187.34	0.149	3.099
VALOR MEDIO	1,560.14	0.0140	512.42	0.1429	3.141

Figura 54. Planificación Energética: IDEn 2019

AÑO: 2020					
MES	Consumo Energía total (MWh)	Consumo Energía total / superficie (MWh/m ²)	Consumo Energía total / temperatura (MWh/ grados mes)	Consumo Energía total / estancias (MWh/nº estancias)	Consumo Energía total / camas (MWh/nº camas)
ene-20	1,711.52	0.0153	150.53	0.140	3.343
feb-20	1,318.18	0.0118	192.72	0.115	2.570
mar-20	1,379.95	0.0124	213.94	0.154	2.679
abr-20	1,278.38	0.0115	270.27	0.155	2.450
may-20	1,168.41	0.0105	2,049.84	0.127	2.251
jun-20	1,315.20	0.0118	907.03	0.136	2.630
jul-20	1,584.41	0.0142	176.24	0.163	3.220
ago-20	1,479.74	0.0133	233.03	0.164	3.165
sep-20	1,351.98	0.0121	386.28	0.138	2.853
oct-20	1,247.28	0.0112	463.67	0.115	2.440
nov-20	1,403.38	0.0126	242.80	0.133	2.705
dic-20	1,708.60	0.0153	162.88	0.172	3.259
VALOR MEDIO	1,412.25	0.0127	454.10	0.1427	2.797

Figura 55. Planificación Energética: IDEn 2020

AÑO: 2021					
MES	Consumo Energía total (MWh)	Consumo Energía total / superficie (MWh/m ²)	Consumo Energía total / temperatura (MWh/ grados mes)	Consumo Energía total / estancias o usuarios (MWh/nº estancias o usuarios)	Consumo Energía total / camas (MWh/nº camas)
ene.-21	1,963.25	0.0176	160.00	0.176	3.775
feb.-21	1,504.84	0.0135	177.25	0.156	2.887
mar.-21	1,583.78	0.0142	222.13	0.157	3.061
abr.-21	1,360.90	0.0122	315.75	0.131	2.658
may.-21	1,446.73	0.0130	2,296.39	0.137	2.826
jun.-21	1,433.84	0.0129	597.43	0.136	2.801
jul.-21	1,555.49	0.0139	251.70	0.152	3.120
ago.-21	1,606.41	0.0144	263.35	0.167	3.245
sep.-21	1,376.12	0.0123	554.89	0.134	2.773
oct.-21	1,277.83	0.0115	1,468.77	0.105	2.491
nov.-21	1,542.29	0.0138	168.00	0.135	2.909
dic.-21	1,609.61	0.0144	172.89	0.138	3.031
VALOR MEDIO	1,521.76	0.0136	554.05	0.1436	2.965

Figura 56. Planificación Energética: IDEn 2021

Aunque no es objeto de este apartado, para poder evaluar posteriormente de una mejor manera el desempeño energético, se ha realizado la representación gráfica que compara el valor mensual de los distintos IDEn en el año 2021 respecto a los valores mensuales esperados de las LBEn de cada uno de ellos.

Además de dichas representaciones, se realiza una representación gráfica ver la evolución y la línea de tendencia que siguen cada uno de los IDEn desde el año 2019 hasta el año 2021.

IDEn n°1: Consumo de Energía total

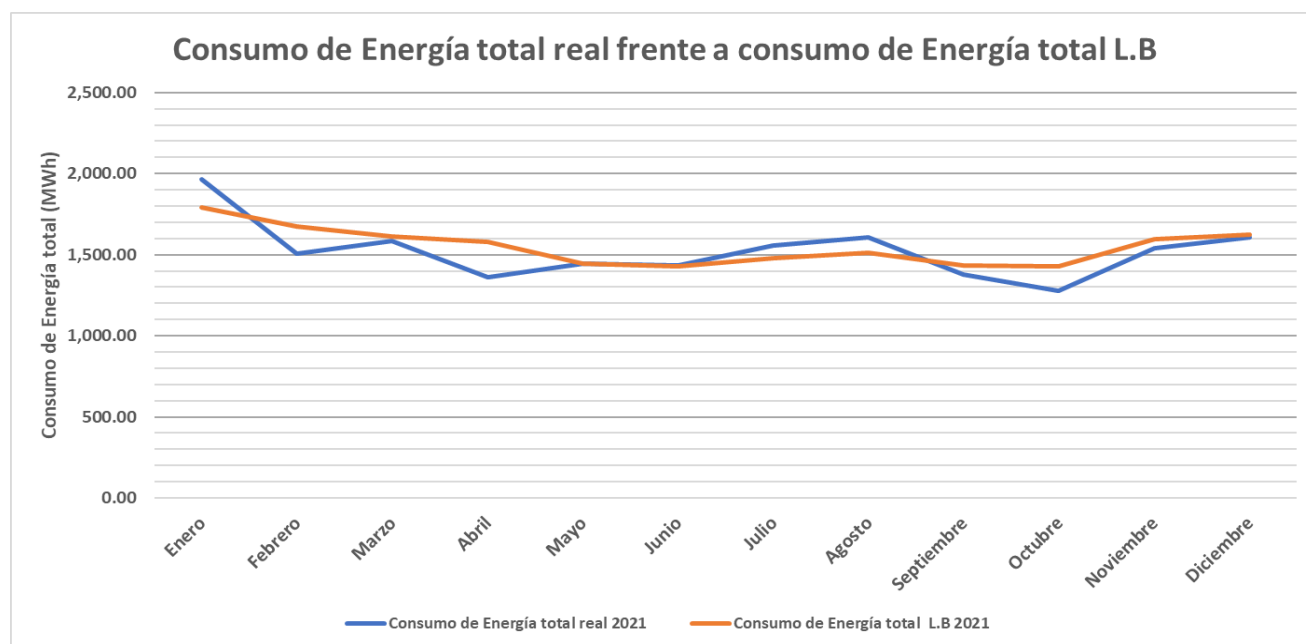


Figura 57. Comparativa del IDEn Consumo de Energía total con su LBEn

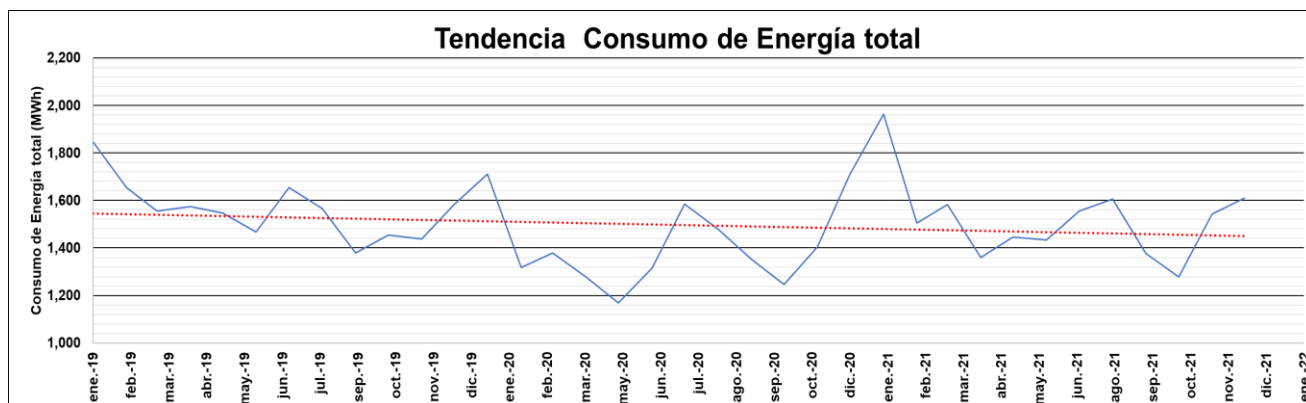


Figura 58. Tendencia del IDEn Consumo de Energía total entre 2019 y 2021

En lo que respecta a la tendencia del IDEn Consumo de Energía total, se aprecia que la tendencia entre el año 2019 y 2021 es decreciente. Este identificador tiene como VIC el consumo de energía eléctrica y demás combustibles que se emplean en el centro hospitalario. En la **Figura 57** se puede ver la comparación del consumo de energía total real y el esperado de la LBEn. Esto fue analizado en el apartado 5.1.9 de la Revisión Energética. Como se observó, el centro hospitalario ha tenido un comportamiento global mejor al esperado, en un 1,86%.

Respecto a la línea de tendencia mostrada en la **Figura 58**, se observa como esta tiene una tendencia decreciente. El análisis de esta se realizó 5.1.5.2 de la Revisión Energética. En este punto se dijo que la reducción del consumo entre los años 2019 y 2021 fue aproximadamente del 2,7%. Aunque también se destacó el repunte producido entre los años 2020 y 2021.

Por último, destacar que el valor medio del IDEn Consumo de Energía total en el año 2021 es un 2,4% inferior que al del año 2019.

IDEn nº2: Consumo de Energía total por superficie

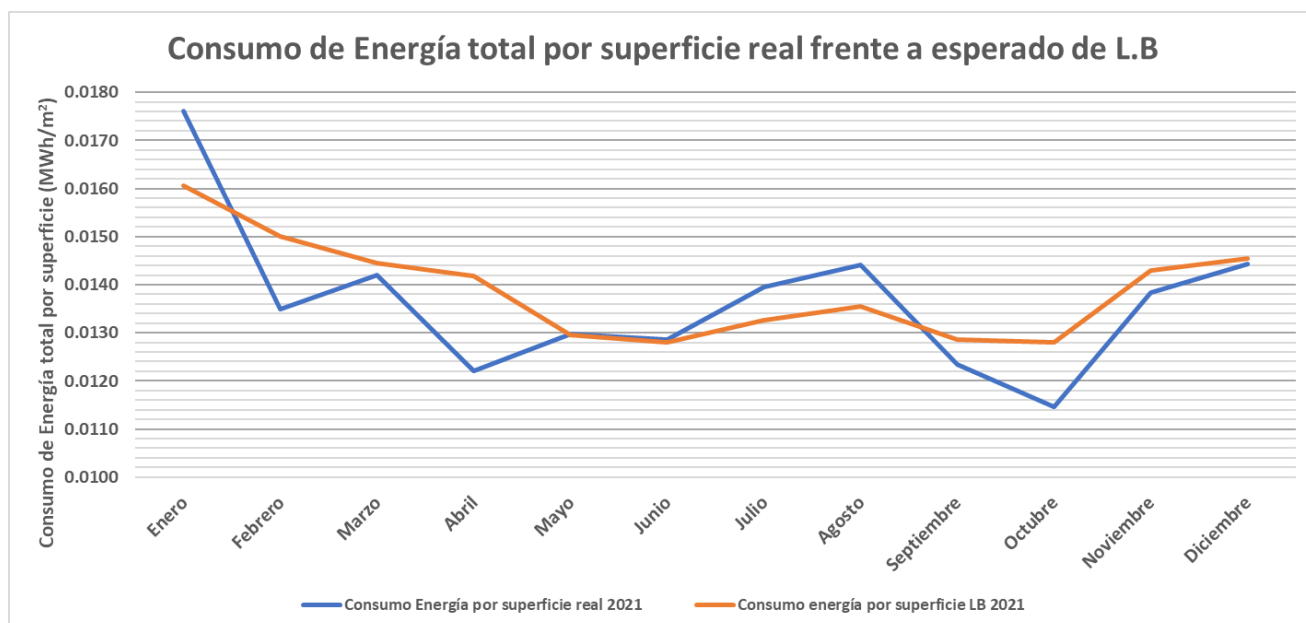


Figura 59. Comparativa del IDEn Consumo de Energía total por superficie con su LBEn

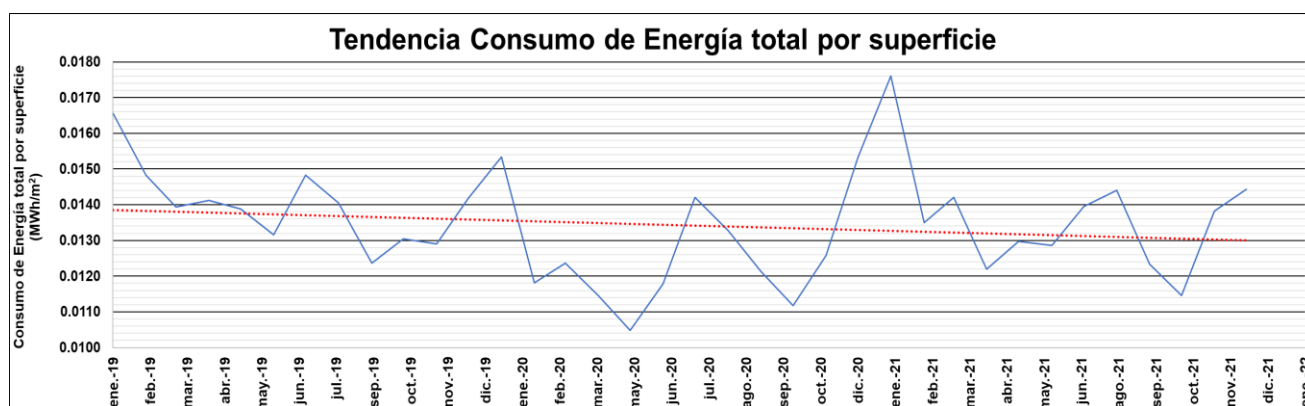


Figura 60. Tendencia del IDEn Consumo de Energía total por superficie entre 2019 y 2021

En cuanto al IDEn Consumo de Energía total por unidad de superficie, este representa la cantidad de energía que se consume por cada metro cuadrado de superficie del centro hospitalario. Este indicador sigue la misma tendencia que el anterior, ya que el único factor variable que afecta a este indicador es el consumo de las distintas fuentes de energía a lo largo del tiempo. El otro factor que interviene es la superficie total del centro hospitalario, la cual, salvo alguna modificación o ampliación del terreno, es considerado como una variable estática.

Lo que se debe analizar es el comportamiento mensual de este IDEn con los valores esperados obtenidos mediante su LBEn. Como se puede ver en la **Figura 59**, el comportamiento de este IDEn es mejor de lo esperado en 7 de los 12 meses del año. Esto hace que el valor medio de la desviación anual tenga un valor favorable del 1,82%. Por tanto, en lo que respecta al segundo de los IDEn, el centro se está comportando de una manera ligeramente más favorable a lo esperado.

IDEn n°3: Consumo de Energía total por temperatura

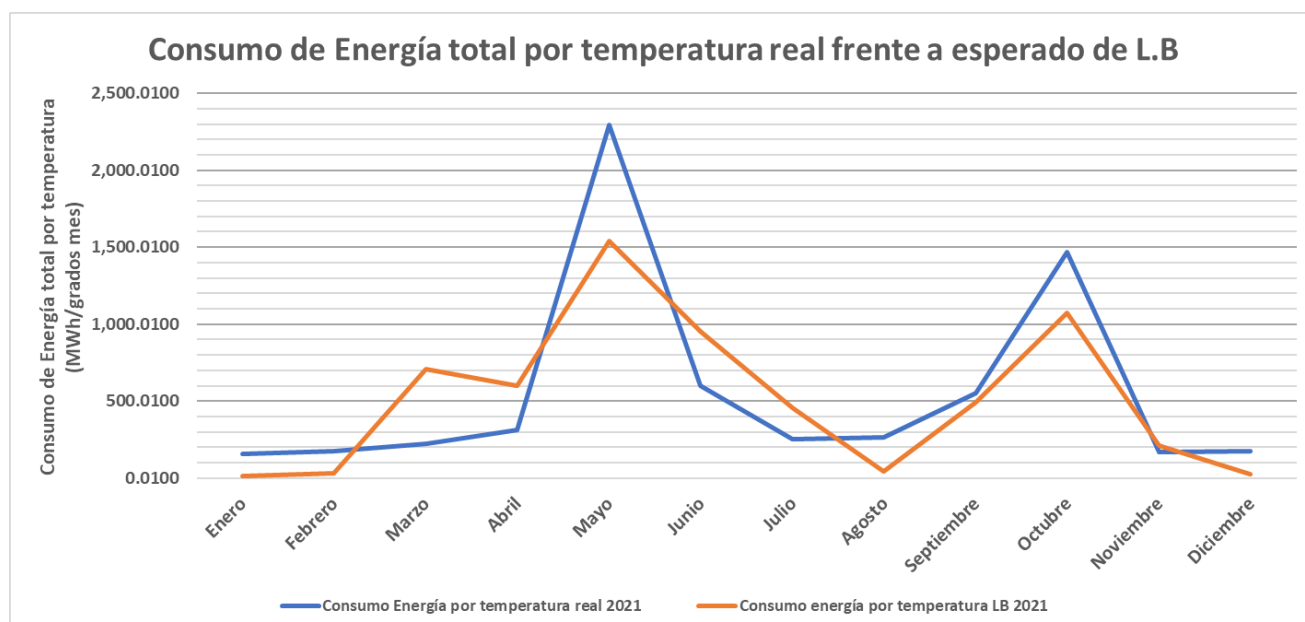


Figura 61. Comparativa del IDEn Consumo de Energía total por temperatura con su LBEn

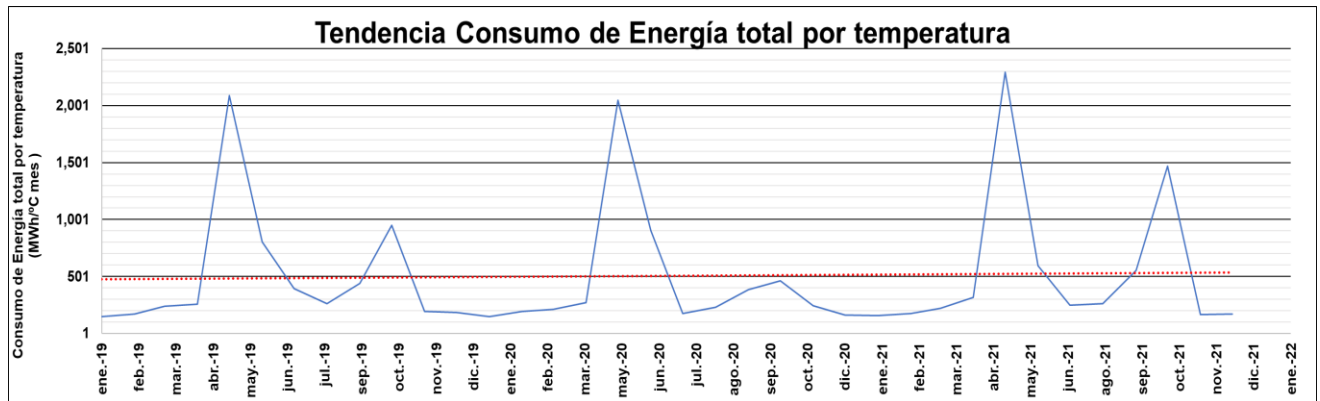


Figura 62. Tendencia del IDEn Consumo de Energía total por temperatura entre 2019 y 2021

En cuanto al tercero de los IDEn, Consumo de Energía total por temperatura, se representa como influye la temperatura ambiente en el consumo de energía que se da en el centro hospitalario. Los grados mes se han calculado a partir de la diferencia de la temperatura de referencia de 22 °C y la temperatura media diaria en cada mes.

La tendencia de este indicador de desempeño energético ha resultado ser más o menos constante. Atendiendo a los valores medios de este indicador en las **Figuras 54, 55 y 56**, se calcula el porcentaje de variación del mismo en estos tres años, siendo este un 8,12% superior en 2021 respecto a su valor en 2019.

En este IDEn intervienen como VIC el consumo de energía total y los grados mes. Ambos factores han sido muy parecidos en ambos años, siendo ligeramente superiores en ambos casos en el año 2019.

Como se puede ver en la **Figura 61**, el Consumo de Energía total por temperatura ha tenido un comportamiento mejor al esperado en 5 de los 12 meses del año. Destaca principalmente la diferencia en los meses de mayo y octubre. En términos globales, el centro ha tenido un comportamiento peor al esperado en lo que respecta a este IDEn, con una diferencia del 8,12% respecto al comportamiento esperado.

IDEn nº4: Consumo de Energía total por número de estancias

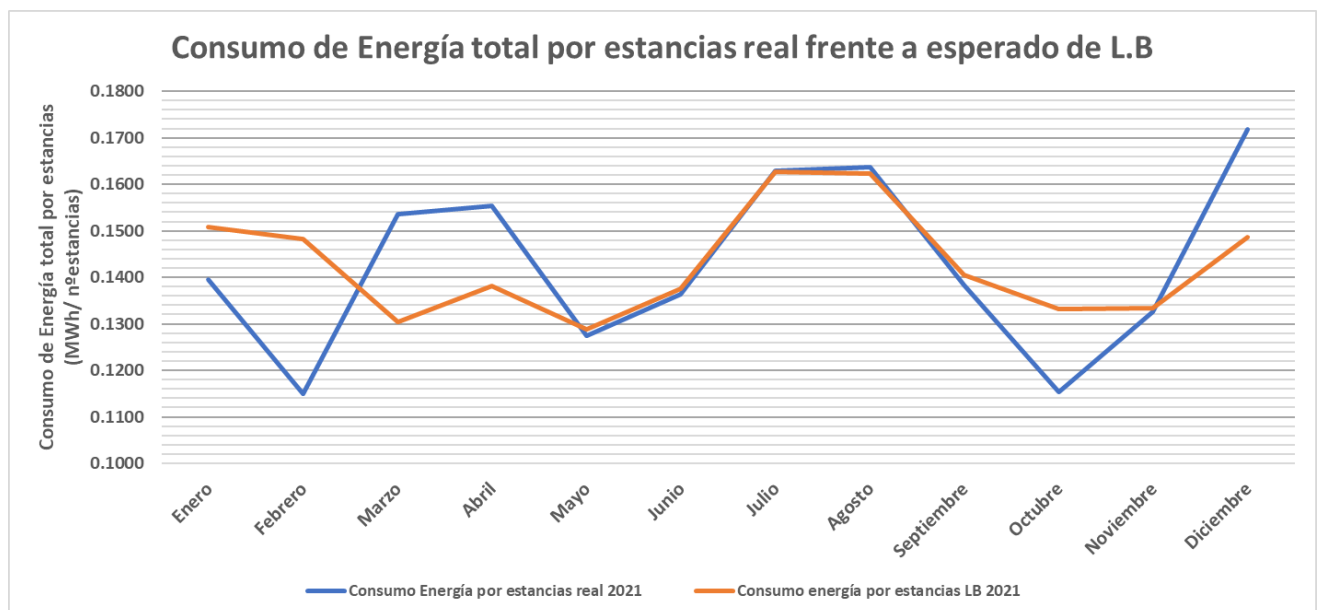


Figura 63. Comparativa del IDEn Consumo de Energía total por estancias con su LBEn

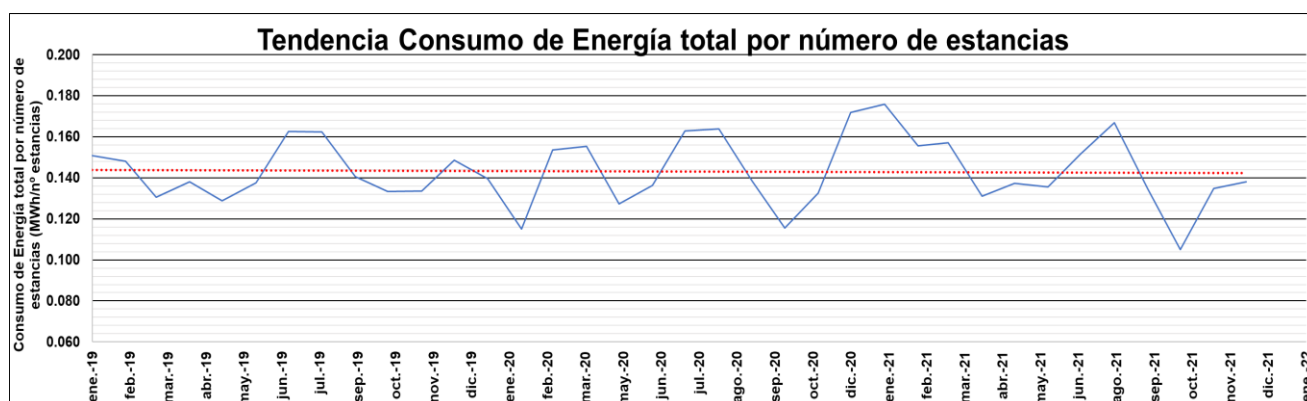


Figura 64. Tendencia del IDEn Consumo de Energía total por estancias entre 2019 y 2021

Con este IDEn se pretende conocer cuántos MWh se consume por cada estancia en el centro hospitalario, siendo una estancia la permanencia de un usuario o paciente durante una noche en el centro.

Como se observa en las **Figuras 48, 50 y 52**, el número de estancias anuales en el centro hospitalario ha sufrido variaciones entre los años 2019 y 2021.

Se puede ver que el número de estancias en el centro hospitalario tiene un impacto directo en el consumo de energía total anual. Por ejemplo, entre los años 2019 y 2020, el consumo de energía total se dio una reducción del consumo del 9,5%, siendo la reducción del número de estancias del 8,9%. Entre 2020 y 2021 hubo un repunte de la energía total consumida del 7,8%, coincidiendo con un aumento del número de estancias del 6,8%.

La tendencia de este IDEn es ligeramente decreciente. Esto se debe a que el consumo de energía total y el número de estancias anuales se ha reducido en 2021 respecto al 2019, a pesar de que el valor medio anual sea ligeramente superior en 2021 que en 2019.

Respecto a la comparativa del Consumo de Energía total por estancias real y esperado, tal y como se observa en la **Figura 63**, el centro hospitalario ha tenido un comportamiento favorable en 7 de los 12 meses del año. En términos globales, la desviación del consumo real ha sido un 0,14% mejor al consumo esperado.

IDEn nº5: Consumo de Energía total por número de camas

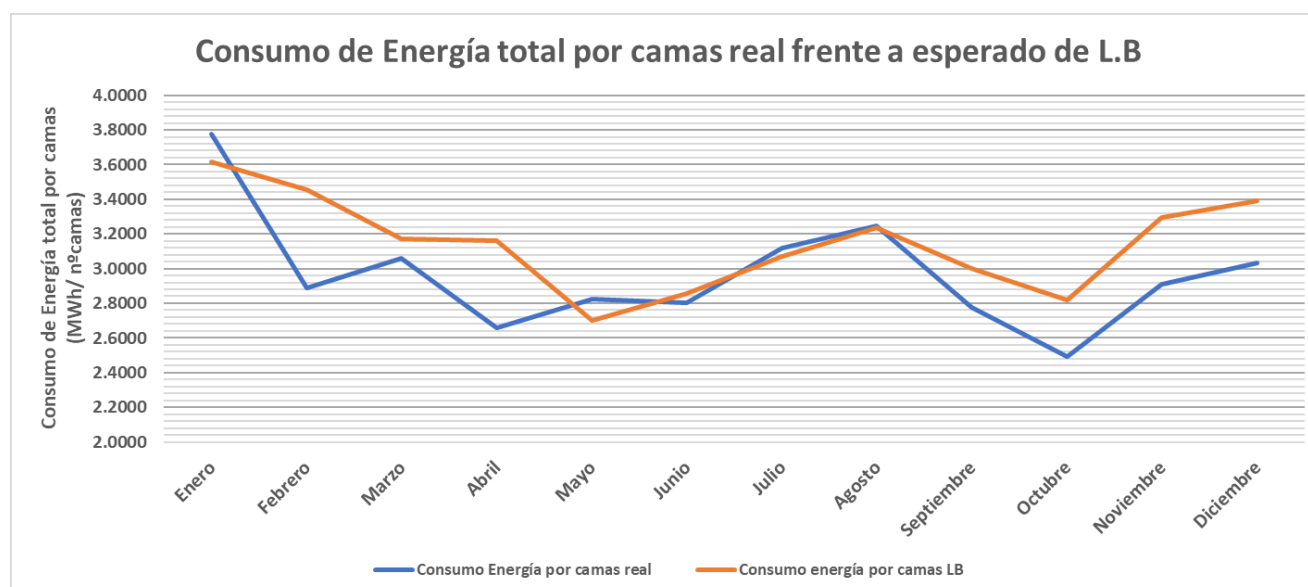


Figura 65. Comparativa del IDEn Consumo de Energía total por camas con su LBEn

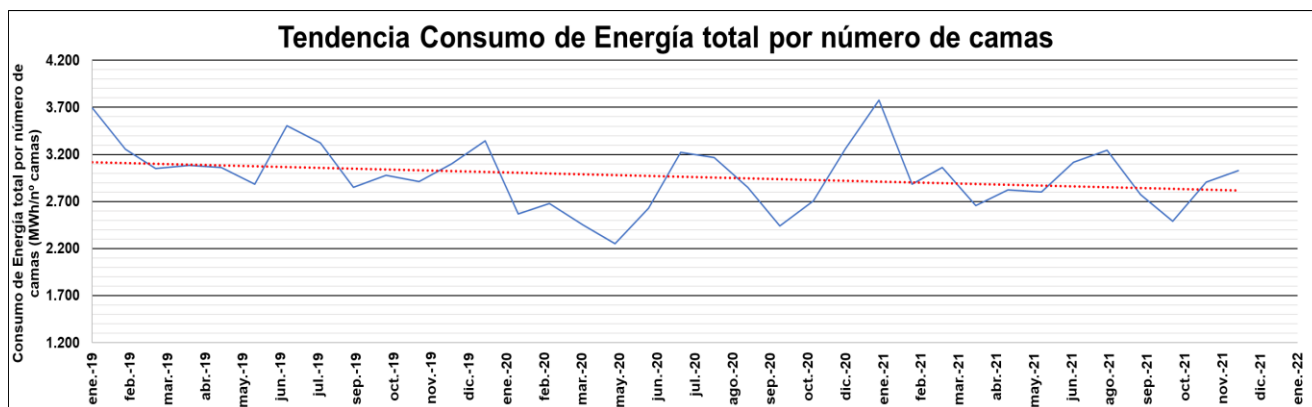


Figura 66. Tendencia del IDEn Consumo de Energía total por camas entre 2019 y 2021

El número de camas es un factor “estático” que está sujeto a cambios en caso de que se den reformas u obras en el centro hospitalario. Es por ello, como se puede observar en las **Figuras 48, 50 y 52**, que el número de camas varía algo de un año para otro.

Como se matiza en la explicación del IDEn anterior, el consumo de energía total fue mayor en 2019 que en 2021. Sin embargo, el número de camas fue superior en 2021.

Que en la **Figura 66** se vea una tendencia decreciente quiere decir que la cantidad de energía consumida por cada cama es menor en 2021 que en 2019. Esto se puede corroborar con el valor medio anual de dicho identificador. Este es un 5,6% menor en 2021 respecto a su valor en 2019. Esta tendencia se debe al aumento del número de camas producido en 2021 respecto del 2019, cuyo valor es un 3,25% superior, además del menor consumo de energía total en 2021 respecto a 2019.

En cuanto al Consumo de Energía total por camas real, este ha sido menor al esperado en 8 de los 12 meses del año. Es por ello que la desviación de este IDEn respecto a su valor esperado ha tenido un valor favorable del 5,18%.

5.2.4 Línea de Base Energética

En este apartado se realiza la descripción del procedimiento seguido para la determinación de las distintas LBEn mostradas en el apartado 5.1.9 de la Revisión Energética. Las LBEn que se han calculado son las relativas al consumo de energía eléctrica, de gas natural y al consumo de energía total del centro hospitalario. Adicionalmente a estas, se han calculado las LBEn de los distintos IDEn mostrados en el apartado anterior.

Las variables de cálculo empladas para sacar las distintas LBEn son el consumo energético mensual que corresponda a cada caso (eléctrico, de gas natural, total, etc.), los Grados Mes y el número de estancias mensuales. Destacar que se han empleado los datos correspondientes al año 2019. En un primer momento se iban a escoger los datos del año 2020, pero estos no daban una visión realista de la realidad, pues en el centro hospitalario se dejaron de atender numerosos servicios y consultas a causa de la pandemia causada por el COVID-19. Es por ello que el comportamiento esperado del centro hospitalario se asemeja más a años anteriores y se opta por emplear los datos del 2019.

A continuación, se muestra el procedimiento seguido para la obtención de cada una de las LBEn expuestas anteriormente.

LBEn del Consumo Eléctrico

Se realiza una primera regresión en la que se obtiene un coeficiente de determinación R^2 de valor 0,61. Por tanto esta primera LBEn no se puede dar como válida, al ser el valor del coeficiente menor a 0,80.

Para ello se realiza una corrección de los datos mediante la representación gráfica de las variables Grados Mes y consumo eléctrico mensual, en la que se localizan los puntos anómalos respecto a la línea de tendencia, tal y

como se muestra en la **Figura 67**.

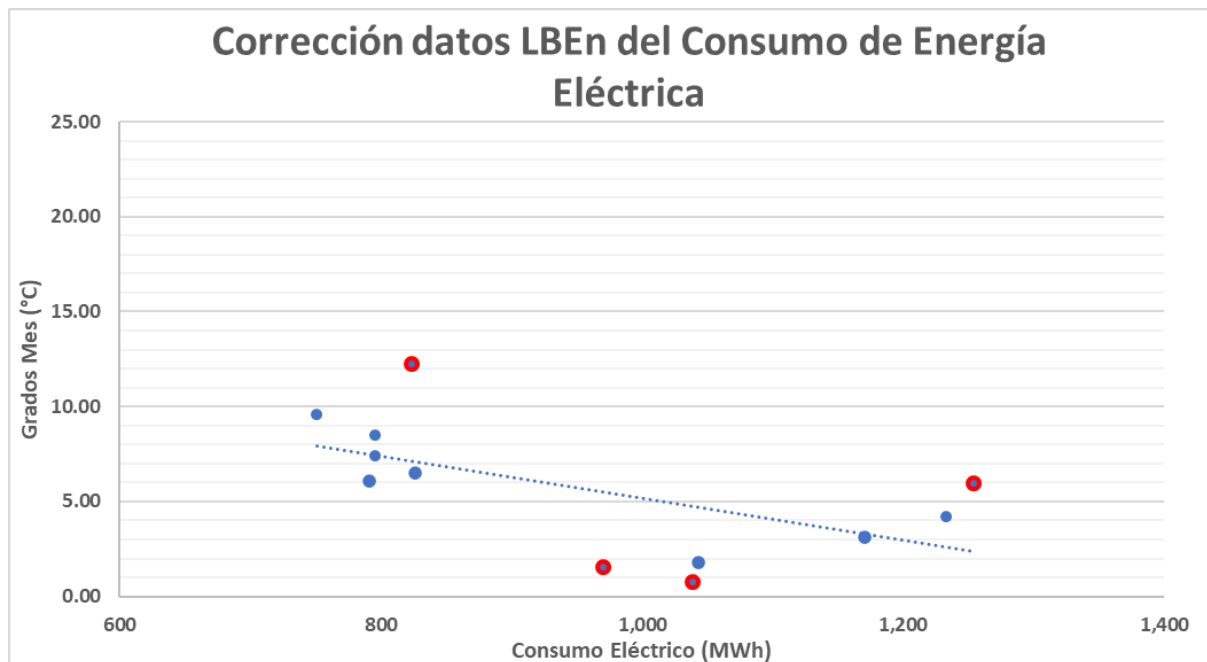


Figura 67. Corrección de datos para LBen de Consumo de Energía Eléctrica

Los datos anómalos corresponden a los meses de enero, mayo Agosto y octubre. Estos se eliminan y se realiza otra regresión lineal con los meses restantes, obteniéndose esta vez un coeficiente de determinación R^2 con un valor de 0,84, por lo que se da como válida la LBen.

Una vez dada por válida la LBen, se procede a calcular los valores de consumo eléctrico mensual de esta. Para ello se debe aplicar la siguiente ecuación:

$$y = -42,43 \cdot X1 - 0,136 \cdot X2 + 2646,66$$

Donde -42,43 y -0,136 son dos variables obtenidas mediante la regresión lineal referidas a los Grados Mes y a las estancias mensuales respectivamente y 2646,66 es el coeficiente de intercepción obtenido también por la regresión. $X1$ y $X2$ son los Grados Mes y el número de estancias mensuales respectivamente

Aplicando dicha ecuación se obtienen los valores de Consumo de Energía Eléctrica de la LBen, que comparándolo con el Consumo de Energía Eléctrica real se obtiene el porcentaje de desviación mostrados en **Figura 35** y **Tabla 24**.

LBen del Consumo de Gas Natural

A diferencia de la anterior LBen, se ha realizado una primera regresión, en la que se ha obtenido un coeficiente de determinación R^2 con un valor de 0,94. Por tanto se puede dar como válida la LBen calculada.

Se procede a calcular los valores de consumo de gas natural mensual de esta. Para ello se debe aplicar la siguiente ecuación:

$$y = 46,52 \cdot X1 + 0,156 \cdot X2 - 1394,23$$

Donde 46,52 y 0,156 son dos variables obtenidas mediante la regresión lineal referidas a los Grados Mes y a las estancias mensuales respectivamente y -1394,23 es el coeficiente de intercepción obtenido también por la regresión. $X1$ y $X2$ son los Grados Mes y el número de estancias mensuales respectivamente

Aplicando esta ecuación se obtienen los valores de Consumo de gas natural de la LBen, que comparándolo con el Consumo de gas natural real se obtiene el porcentaje de desviación mostrados en **Figura 36** y **Tabla 25**.

LBEn del Consumo de Energía total (IDEn nº1)

Para el cálculo de la tercera LBEn se ha realizado una regresión inicial cuyo valor de coeficiente de determinación R^2 ha sido de 0,57. Por tanto, como en los otros casos, ha sido necesario realizar una corrección de dicha LBEn. Los puntos anómalos que se deben eliminar para obtener un buen coeficiente de determinación son los mostrados en la **Figura 68**.

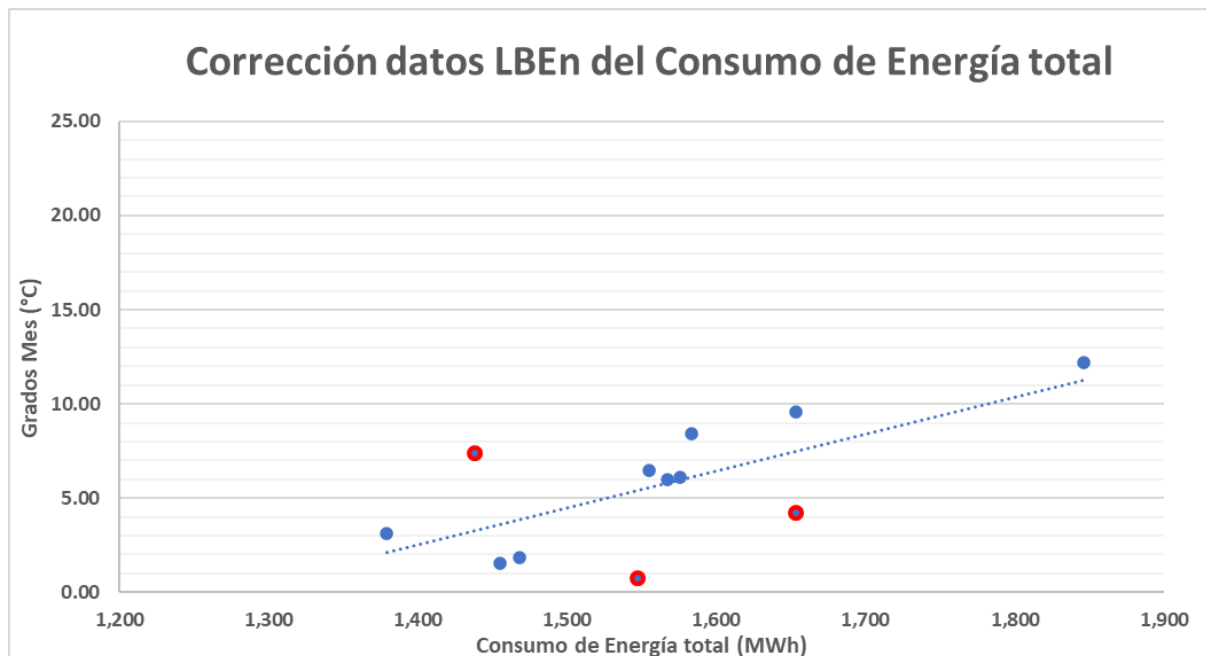


Figura 68. Corrección de datos para LBEn de Consumo de Energía total

En este caso los datos anómalos corresponden a los meses de mayo, julio y noviembre. Una vez eliminados se realiza otra regresión lineal con los meses restantes, obteniéndose esta vez un coeficiente de determinación R^2 con un valor de 0,88, por lo que se da como válida la LBEn.

Una vez dada por válida la LBEn, se procede a calcular los valores del Consumo de Energía total mensual de esta. Para ello se debe aplicar la siguiente ecuación:

$$y = 29,57 \cdot X1 + 0,037 \cdot X2 + 982,23$$

Donde 29,57 y 0,037 son dos variables obtenidas mediante la regresión lineal referidas a los Grados Mes y a las estancias mensuales respectivamente y 982,23 es el coeficiente de intercepción obtenido también por la regresión. $X1$ y $X2$ son los Grados Mes y el número de estancias mensuales respectivamente

Aplicando esta ecuación se obtienen los valores de Consumo de Energía total de la LBEn, que comparándolo con el Consumo de Energía total real se obtiene el porcentaje de desviación mostrados en **Figura 37** y **Tabla 26**.

LBE_n del Consumo de Energía total por superficie (IDEn n°2)

Se realiza una primera regresión en la que se obtiene un coeficiente de determinación R^2 de valor 0,57. Por tanto esta LBE_n no se puede dar como válida, al ser el valor del coeficiente menor a 0,80. Los puntos anómalos que se deben eliminar para obtener un buen coeficiente de determinación son los mostrados en la **Figura 69**.

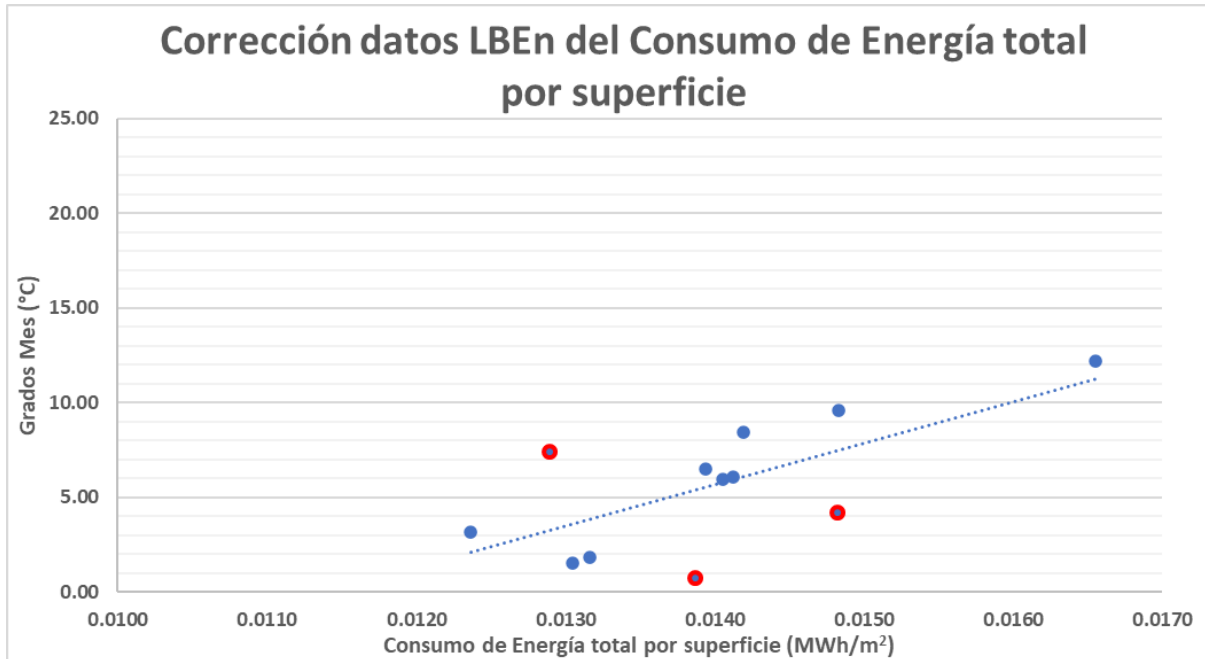


Figura 69. Corrección de datos para LBE_n de Consumo de Energía total por superficie

En este caso los datos anómalos corresponden a los meses de mayo, julio y noviembre. Una vez eliminados se realiza otra regresión lineal con los meses restantes, obteniéndose esta vez un coeficiente de determinación R^2 con un valor de 0,88, por lo que se da como válida la LBE_n.

Una vez dada por válida la LBE_n, se procede a calcular los valores del Consumo de Energía total por superficie mensual de esta. Para ello se debe aplicar la siguiente ecuación:

$$y = 0,00026 \cdot X_1 + 3,28 \cdot 10^{-7} \cdot X_2 + 0,0088$$

Donde 0,00026 y $3,28 \cdot 10^{-7}$ son dos variables obtenidas mediante la regresión lineal referidas a los Grados Mes y a las estancias mensuales respectivamente y 0,0088 es el coeficiente de intercepción obtenido también por la regresión. X_1 y X_2 son los Grados Mes y el número de estancias mensuales respectivamente

Aplicando esta ecuación se obtienen los valores de Consumo de Energía total por superficie de la LBE_n, que comparándolo con el Consumo de Energía total por superficie real se obtiene la representación gráfica mostrada en la **Figura 59**.

LBEEn del Consumo de Energía total por temperatura (IDEn nº3)

Se realiza una regresión en la que se obtiene un coeficiente de determinación R^2 de valor 0,77. Esta LBEEn se ha dado como válida, ya que al realizar la corrección de datos no se logró alcanzar un valor superior a 0,80. Además, el valor del coeficiente de determinación es muy cercano al valor aceptado.

Se procede a calcular los valores del Consumo de Energía total por temperatura mensual de esta. Para ello se debe aplicar la siguiente ecuación:

$$y = -139,47 \cdot X1 + 0,326 \cdot X2 - 2273,59$$

Donde -139,47 y 0,326 son dos variables obtenidas mediante la regresión lineal referidas a los Grados Mes y a las estancias mensuales respectivamente y -2273,59 es el coeficiente de intercepción obtenido también por la regresión. $X1$ y $X2$ son los Grados Mes y el número de estancias mensuales respectivamente

Aplicando esta ecuación se obtienen los valores de Consumo de Energía total por temperatura de la LBEEn, que comparándolo con el Consumo de Energía total por temperatura real se obtiene la representación gráfica mostrada en la **Figura 61**.

LBEEn del Consumo de Energía total por estancias (IDEn nº4)

Se realiza una primera regresión en la que se obtiene un coeficiente de determinación R^2 de valor 0,54. Por tanto esta LBEEn no se puede dar como válida, al ser el valor del coeficiente menor a 0,80. Los puntos anómalos que se deben eliminar para obtener un buen coeficiente de determinación son los mostrados en la **Figura 70**.

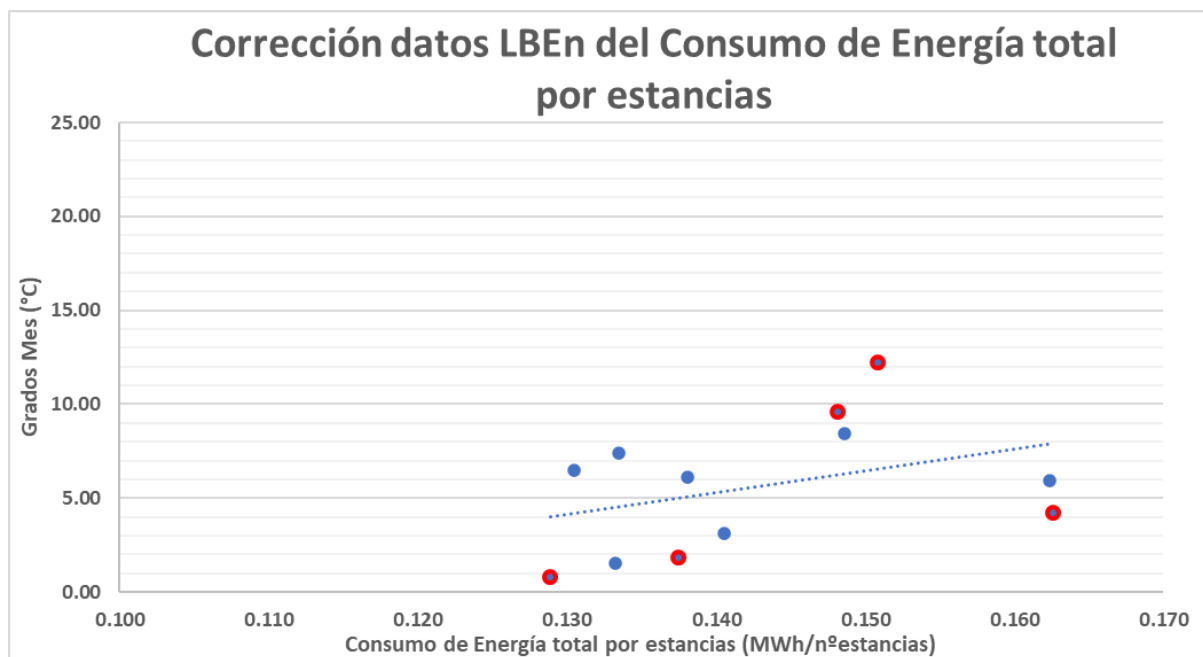


Figura 70. Corrección de datos para LBEEn de Consumo de Energía total por estancias

En este caso los datos anómalos corresponden a los meses de enero, febrero, mayo, junio y julio. Una vez eliminados se realiza otra regresión lineal con los meses restantes, obteniéndose esta vez un coeficiente de determinación R^2 con un valor de 0,66, por lo que no se da como válida la LBEEn.

En esta ocasión se tomará como LBEEn el Consumo de Energía total por estancias del año 2019. Es por ello que esta LBEEn se debe revisar anualmente hasta que se alcance un coeficiente de determinación R^2 correcto.

Comparando el Consumo de Energía total por estancias de los años 2019 y 2021 se obtiene la representación gráfica mostrada en la **Figura 63**.

LBE_n del Consumo de Energía total por camas (IDEn n°5)

Para el cálculo de esta LBE_n se ha realizado una regresión inicial cuyo valor de coeficiente de determinación R^2 ha sido de 0,33. Por tanto, como en los otros casos, ha sido necesario realizar una corrección de dicha LBE_n. Los puntos anómalos que se deben eliminar para obtener un buen coeficiente de determinación son los mostrados en la **Figura 71**.

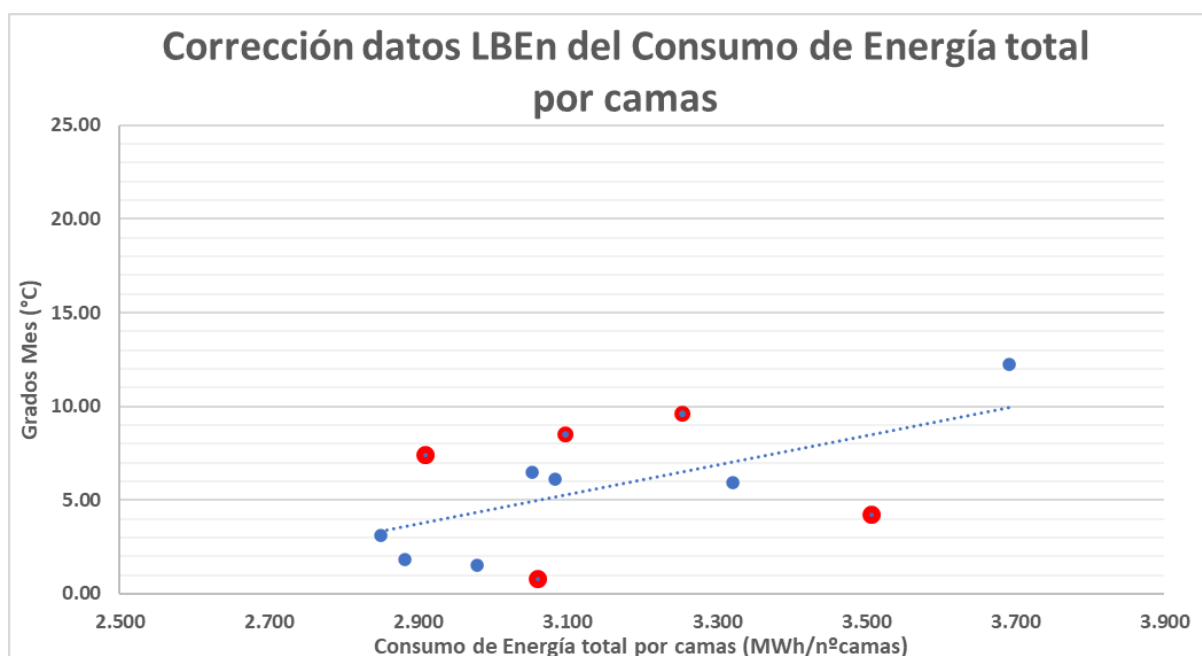


Figura 71. Corrección de datos para LBE_n de Consumo de Energía total por camas

En este caso los datos anómalos corresponden a los meses de febrero, mayo, julio, noviembre y diciembre. Una vez eliminados se realiza otra regresión lineal con los meses restantes, obteniéndose esta vez un coeficiente de determinación R^2 con un valor de 0,84, por lo que se da como válida la LBE_n.

Una vez dada por válida la LBE_n, se procede a calcular los valores del Consumo de Energía total mensual de esta. Para ello se debe aplicar la siguiente ecuación:

$$y = 0,081 \cdot X_1 - 4,89 \cdot 10^{-5} \cdot X_2 + 3,23$$

Donde 0,081 y $-4,89 \cdot 10^{-5}$ son dos variables obtenidas mediante la regresión lineal referidas a los Grados Mes y a las estancias mensuales respectivamente y 3,23 es el coeficiente de intercepción obtenido también por la regresión. X_1 y X_2 son los Grados Mes y el número de estancias mensuales respectivamente

Aplicando esta ecuación se obtienen los valores de Consumo de Energía total por camas de la LBE_n, que comparándolo con el Consumo de Energía total por camas real se obtiene la representación gráfica mostrada en la **Figura 65**.

5.2.5 Objetivos Energéticos

Los objetivos energéticos establecidos para la mejora del desempeño en el año 2022 son definidos por el Equipo de Gestión de la Energía. Estos deben ser coherentes con lo reflejado en la Revisión Energética y la Planificación Energética y se deberán revisar al finalizar el año 2022, para poder analizar que ha fallado en caso de no alcanzarlos o ver por cuanto se han sobrepasado.

Como se ha dicho, el establecimiento de estos objetivos pertenece al Equipo de Gestión de la Energía del centro hospitalario, pero aquí se disponen una serie de ejemplos que pueden ser tomados en consideración a la hora de establecerlos:

- Reducción del consumo de energía eléctrica en un 3% en 2022 respecto al consumo que se produjo en 2021. Este objetivo se puede conseguir fácilmente con la sustitución de la mitad de luminarias propuestas en las acciones de mejora, ya que la sustitución de la totalidad de las luminarias significa un ahorro de la energía eléctrica del 8.67%.
- Respecto a la reducción del consumo de gas natural no se puede establecer ningún porcentaje de reducción del consumo de este combustible, pues como se menciona en el apartado de acciones de mejora, no se dispone de ningún equipo de medida del porcentaje de oxígeno en los gases de salida de la combustión o de la conductividad del agua de la caldera. El objetivo marcado para este punto es la recopilación de estos datos a lo largo del año 2022 para poder establecer unas consignas correctas de ambos parámetros y posteriormente establecer algún objetivo que permita la reducción del consumo de este combustible.
- Implantación de una cultura y hábitos de ahorro energético entre los trabajadores del centro hospitalario, realizando cursos de formación y sensibilización que promuevan y faciliten el ahorro energético en todos los sectores del centro. Se realizarán encuestas sobre hábitos de consumo energético de forma previa a la realización de los cursos y al finalizar el año, lo que permitirá evaluar la eficacia de esta medida junto con el análisis de los datos obtenidos de consumo energético.

5.2.6 Análisis del Desempeño

El desempeño energético del centro hospitalario ha sido evaluado estudiando las líneas de tendencia de las distintas fuentes de energía que se emplean en el centro hospitalario conjuntamente con las LBEn establecidas.

En cuanto al consumo de la energía eléctrica, se pudo ver que la tendencia de este era creciente entre los años 2019 y 2021. Esto era causado principalmente al repunte en el consumo de energía eléctrica en el año 2021 respecto al año 2020. Analizando su LBEn se observó que la desviación del consumo real de energía eléctrica respecto al esperado fue significativamente peor, en un 5,60%. Se sospecha que el principal motivo del repunte de energía eléctrica en el centro ha sido motivado por el aumento del número de estancias, pues se incrementaron en un 6,8% en el año 2021, una vez pasado el confinamiento por la pandemia causada por el COVID-19. A esto hay que sumarle que durante el 2020 el número de consultas realizadas en el centro hospitalario se redujeron considerablemente.

Respecto al gas natural, la tendencia ha sido claramente decreciente desde el año 2019 hasta el año 2021, a pesar del repunte sufrido en el año 2021 respecto del consumo del 2020. En cuanto a su LBEn, el consumo real de gas natural fue similar al esperado, con una desviación favorable del 1,83%. El motivo del repunte se puede deber a dos factores principalmente. El primero de ellos es el mismo que el explicado en el consumo de energía eléctrica, el aumento del número de estancias en el centro hospitalario y por tanto una mayor necesidad de producción de ACS y agua caliente para calefacción. El otro motivo se puede ver analizando las temperaturas medias diarias mensuales en los años 2021 y 2020, observándose que en 2021 las temperaturas fueron algo menores, en especial en los meses de otoño e invierno en los que predomina el uso de las calderas para producción de agua caliente para calefacción.

Por último, se analiza el desempeño energético mediante los distintos IDEn seleccionados para el centro hospitalario. En la **Tabla 50** se expone un recopilatorio de los valores de desviación de los valores totales reales de los distintos IDEn respecto a los valores esperados de sus respectivas LBEn.

DESVIACIÓN DE LOS VALORES REALES Y ESPERADOS DE LOS IDEn	
IDEn	Desviación entre valores reales y esperados
Consumo de Energía total	1,86 (%)
Consumo de Energía total por superficie	1,82 (%)

Consumo de Energía total por temperatura	-8,12 (%)
Consumo de Energía total por número de estancias	0,14 (%)
Consumo de Energía total por número de camas	5,81 (%)

Tabla 50. Resumen de los resultados de desviación entre valores reales y esperados de los IDEn

Como se observa en la **Tabla 50**, de los 5 IDEn estudiados, únicamente el Consumo de Energía total por temperatura tiene un valor peor al esperado. El análisis de cada uno de estos IDEn se realizó en el apartado 5.2.3. En dicho apartado se analizaron las líneas de tendencia entre los años 2019 y 2021. De todos los IDEn, el único que tiene una tendencia creciente es el Consumo de Energía total por temperatura.

En el análisis del desempeño energético lo que se ha querido es dar una visión general del comportamiento del centro hospitalario analizando los valores de desviación de los IDEn respecto al comportamiento esperado de estos. Se puede extraer como conclusión que en líneas generales el comportamiento ha sido mejor del esperado y se considera como eficiente.

A pesar de ello, es importante adoptar las medidas de ahorro y los objetivos que se marquen por parte del Equipo de Gestión de la Energía, pues a pesar de las tendencias decrecientes en los consumos y los IDEn, entre 2020 y 2021 se ha producido un repunte en todos ellos, por lo que si se continua con un aumento del consumo energético la tendencia se verá revertida y comenzará a aumentar.

Se puede extraer como conclusión que el confinamiento producido por la pandemia causada por el COVID-19 redujo el número de estancias totales en el año 2020, lo que ayudó a reducir el consumo de energía. Una vez recuperada la normalidad se ha vuelto a una situación similar a la que había en el año 2019. Es por ello que se debe prestar atención al consumo energético que se de en 2022 y estudiar si las medidas que se adopten a raíz de la elaboración de este SGEN ayudan a minorar las emisiones de CO₂ y el consumo energético.

En líneas generales el desempeño energético del centro hospitalario en el 2021 ha sido relativamente eficiente. Se espera que con las nuevas medidas de ahorro y la implementación de este SGEN puedan reducir el consumo de energía en los próximos años, teniendo un mayor control sobre las áreas y usos principales de la energía y realizando un seguimiento más exhaustivo de los consumos.

6 CONCLUSIONES

Resulta evidente la necesidad de conseguir un ahorro energético y en las emisiones de CO₂ en todos los sectores. Como se ha podido comprobar con el caso práctico planteado, los centros hospitalarios son áreas y edificios en los que se da un gran consumo de energía y en los que existe un gran potencial de mejora y ahorro energético.

Es por ello que adoptar medidas que promuevan una cultura de ahorro del consumo de energía y una mejor gestión de esta ayudará a conseguir una mayor sostenibilidad energética, medioambiental y económica en el sector sanitaria.

En todo esto juega un papel fundamental los Sistemas de Gestión de la Energía y la norma ISO 50001:2018, pues permiten conocer como se está comportando el centro hospitalario en materia energética, dando una visión en cuanto al consumo energético, los principales usos de la energía, las áreas con mayor implicación y de las emisiones de CO₂ emitidas por el uso de las distintas fuentes de energía.

Para todo esto será necesario la participación de todos los niveles implicados en el día a día del centro hospitalario, desde el personal de mantenimiento hasta la Alta Dirección del centro.

Implementando un Sistema de Gestión de la Energía que aplique el ciclo de mejora continua (PVHA) se pueden plantear y aplicar planes de acción que permitan realizar un seguimiento del consumo energético de las distintas áreas del centro hospitalario, evaluar el desempeño energético de las distintas fuentes de energía del centro y corroborar si se alcanzan los objetivos y metas marcadas por parte del Equipo de Gestión de la Energía.

REFERENCIAS

- [1] <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-browser/?country=WORLD&fuel=Energy%20consumption&indicator=CO2Industry>
- [2] <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2021>
- [3] https://iea.blob.core.windows.net/assets/deebef5d-0c34-4539-9d0c-10b13d840027/NetZeroby2050-ARoadmapfortheGlobalEnergySector_CORR.pdf
- [4] https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_statistics_-_an_overview&oldid=552859#Final_energy_consumption
- [5] <https://energia.gob.es/balances/Balances/LibrosEnergia/Libro-Energia-2018.pdf>
- [6] UNE-EN ISO 50001:2018, Sistemas de gestión de la energía. Requisitos con orientación para su uso
- [7] Reinier Jiménez Borges, José P. Monteagudo Yanes, <<Análisis del sistema energético de un hospital basado en la norma NC ICO 50 001>>, marzo 2018
- [8] Guía práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), versión de marzo de 2011, Oficina Catalana del Canvi Climàtic.

