
DOCUMENTOS TÉCNICOS DE INSTALACIONES EN LA EDIFICACIÓN: DTIE

DTIE 18.09

**DESCARBONIZACIÓN EN LA REHABILITACIÓN DE
LAS INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN Y ACS
CENTRALES EN EL SECTOR RESIDENCIAL**

Autor del DTIE:

- **Ricardo García San José**, Vicepresidente del Comité Técnico Atecyr e Ingeniero Industrial.

Revisores:

- **Pedro Vicente Quiles**, Presidente del Comité Técnico de Atecyr. Catedrático de la Universidad Miguel Hernández de Elche. Vicepresidente de REHVA.
- **José Manuel Cejudo López**, Dr. Ingeniero Industrial. Catedrático de Universidad del Grupo de Energética Universidad de Málaga Miembro del Comité Técnico de Atecyr.

Autora del caso práctico:

- **Maria Villegas Zafra**, Ingeniero de proyecto, Samsung Electronics Air Conditioner Europe.

ISBN: 978-84-95010-89-6

Deposito legal: M-22240-2026

©ATECYR

Edita: ATECYR

Agastia 112 A - 28043 Madrid

Producción y Realización: ATECYR

Queda prohibida la total o parcial reproducción del contenido de este documento salvo expresa autorización de Atecyr.

Conoce al Comité Técnico de Atecyr:

Presidente: Pedro G. Vicente Quiles

Presidente de honor: José Manuel Pinazo Ojer

Vicepresidente: Ricardo García San José

Vicepresidente y Secretario: Arcadio García Lastra

Miembros honoríficos:

Rafael Úrculo Aramburu, Ramón Velázquez Vila, José María Cano Marcos, Antonio Vegas Casado, Enrique Torrella Alcaraz, Juan José Quixano Burgos

Vocales:

Francisco Javier Rey Martínez

José Manuel Cejudo López

José Fernández Seara

Juan Travesí Cabetas

Víctor Manuel Soto Francés

Miguel Ángel Navas Martín

José Luis Barrientos Moreno

Adrián Gomila Vinent

Manuel Sánchez Marín Flores

Justo García Sanz-Calcedo

Ignacio Leiva Pozo

Gorka Goiri Celaya

Nicolás Bermejo Presa

Miguel Ángel Llopis Gómez

Ángel Barragán Cervera

Alberto Jiménez Martín

César Martín Gómez

Paloma Vírseda Chamorro

Ramón Cabello López

Pedro Romero Jiménez

Pedro Coya Alonso

Ramón Puente Varela

José Antonio Fernández Benítez

Manuel Gallardo Salazar

Manuel Ruiz de Adana Santiago

Emilio José Sarabia Escrivá

Simón Aledo Vives

Francisco Javier Aguilar Valero

Esteban Domínguez González-Seco

Héctor Martínez González

Javier Cano Cavanillas

Joaquín Celma Querol

Fernando Domínguez Muñoz

Fernando Varela Díez

Subcomités del Comité Técnico de Atecyr:

- **Subcomité 1:** Calidad de Aire Interior
- **Subcomité 2:** Eficiencia energética y EERR en los edificios
- **Subcomité 3:** Operación y gestión eficiente
- **Subcomité 4:** Simulación energética y TIC
- **Subcomité 5:** Sostenibilidad y transición ecológica
- **Subcomité 6:** Refrigeración y bombas de calor
- **Subcomité 7:** Normativa

PRESENTACIÓN DTIE

La Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración (ATECYR), entidad sin ánimo de lucro fundada en 1974, agrupa a más de 1.610 ingenieros y profesionales relacionados con los sectores de calefacción, refrigeración, ventilación y aire acondicionado. ATECYR cumple al pie de la letra con su carácter asociativo y transforma, fielmente, los fines que figuran en sus estatutos en objetivos a cumplir y en forma de trabajar. Los Estatutos que rigen nuestra Asociación definen como fines de ATECYR:

- **La creación, recopilación y divulgación de información científica** relacionada con estas tecnologías y sus correspondientes técnicas en España, cuyo objeto es el entorno ambiental del hombre, la sostenibilidad y el desarrollo de la misma, así como el fomento y desarrollo del interés por el diseño y equipamiento de este entorno, a fin de mejor cumplir su función social.
- **La investigación, realización de estudios y análisis relativos** a esta temática, así como la recomendación de planes de actuación y Transferencia de Tecnología.
- **Colaborar con las Administraciones Central, Autonómicas o Locales** así como con cualquier otro organismo o entidad pública o privada, asesorándolas o prestándolas la asistencia necesaria para la confección, desarrollo y/o interpretación de la normativa y reglamentación relativa al ámbito material en el que la Asociación desarrolla su actividad.

Para la consecución de sus fines, ATECYR lleva a cabo una intensa actividad de colaboración con entes públicos y privados, mediante la participación en grupos de trabajo para la elaboración de distintas normas con el Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible (MITMA). Con el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, como miembro de pleno derecho en la Comisión Asesora de Certificación Energética y del RITE, así como asesor técnico en casos de tanta relevancia como la contabilización de consumos o las Auditorías Energéticas. Colaboramos con el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo en la Subdirección General de Calidad y Seguridad Industrial en el desarrollo de la modificación del Reglamento de Seguridad de Instalaciones Frigoríficas. Así mismo participamos con un gran número de Comunidades Autónomas y Ayuntamientos, gracias a la incansable actividad de las Agrupaciones provinciales con que contamos.

En el campo normativo es digno de resaltar la adjudicación del concurso restringido convocado por el IDAE para la revisión del Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE), en diciembre de 2003 y que se aprobó y publicó el 20 de julio de 2007, Real Decreto 1027/2007 y la secretaria y coordinación de las 26 asociaciones representativas del sector, para proponer al ministerio la modificación de este reglamento que se ha publicado en el año 2013, RD 238/2013. Atecyr es miembro de la Asociación Española de Normalización UNE como Institución, y participa activamente en los Comités de Normalización de la Asociación Española de Normalización (UNE). Por último, Atecyr participa en el plenario del Comité Técnico de Normalización CTN 192 Inspecciones Reglamentarias. Este Comité trata los procedimientos de actuación en el ámbito de la Seguridad Industrial y en la realización de las inspecciones reglamentarias. Atecyr asume la secretaria del Subcomité SC 15 de Instalaciones Térmicas en los Edificios, que está redactando la norma UNE 192015 sobre inspecciones reglamentarias en las instalaciones térmicas de los edificios reguladas en el RITE, que se prevé pase a información pública a mediados de 2024.

Destacamos el desarrollo de 2 cursos propios, que se imparten de manera semipresencial, desarrollados por el Comité Técnico de ATECYR y que cuentan con los más prestigiosos profesores del sector que son:

- El Curso de Experto en Climatización de 300 horas. Actualmente en la XIV Edición.
- El Curso de Experto en Refrigeración de 168 horas. Actualmente en la XI Edición.

Y la impartición de 5 convocatorias del Curso de Experto Auditor y Gestor Energético en la Edificación y la Industria de 256 horas y 1 convocatoria del Curso de Experto en Rehabilitación Energética de Edificios de 160 horas. Desde el año 2020 hasta julio del 2026, hemos incrementado el servicio de formación continua gratuita a los socios, impartiendo 60 cursos. Asimismo, hemos tratado de satisfacer la demanda del sector en cada momento, con cursos de formación continua, impartiendo 55 cursos. Además, ATECYR ha organizado junto con la Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid el Congreso de Tecnologías de la Refrigeración, Tecnofrío'16, Tecnofrío'17, Tecnofrío'18, Tecnofrío'19, Tecnofrío'20, Tecnofrío'21. Junto con AFEC y FEDECAI el I, II y el III Congreso de Calidad de Aire Interior y en solitario Tecnofrío'22.

ATECYR es miembro y participa activamente en REHVA, Federación Europea de Asociaciones de Profesionales del Sector de Instalaciones Mecánicas y en FAIAR, Federación de Asociaciones Iberoamericanas de Aire Acondicionado y Refrigeración. Además ha participado junto con REHVA y otras asociaciones en el Proyecto Europeo PROF TRAC y U-CERT y actualmente está participando en el Proyecto Europeo LIFE-2022-CET- Buildperform iEPB y en los cincuenta años de vida, ATECYR no sólo ha participado en gran número de proyectos, sino que se ha convertido en un referente para todos los técnicos del sector de climatización y refrigeración. El Comité Técnico de ATECYR viene trabajando desde hace años, en la elaboración de una valiosa documentación de divulgación científico-técnica sobre temas relacionados con el sector de climatización y refrigeración. Entre esta documentación, se encuentran traducciones de libros y artículos considerados de interés y bibliografía propia.

La colección de Documentos Técnicos de Instalaciones en la Edificación (DTIE) nace como una respuesta a la necesidad detectada de agrupar y ordenar la información técnica sobre una serie de temas específicos mediante la elaboración de unas guías donde se reúna toda la información que el técnico precisa sobre el tema en cuestión para desarrollar su labor.

Esta colección de documentos consta de guías prácticas sobre temas de interés dentro del ámbito de la climatización y refrigeración, dirigidas a técnicos que trabajan o que tengan inquietudes en este ámbito y se han convertido en la documentación imprescindible en los cursos de formación de las Instalaciones en la Edificación.

Desde 2016 Atecyr ofrece gratuitamente a los técnicos del sector www.calculaconatecyr.com que es el portal a través del cual se distribuyen gratuitamente para todos los técnicos del sector 8 programas de cálculo y dimensionamiento de las instalaciones térmicas. ATECYR, a través de la Fundación ATECYR ha adquirido la licencia de distribución del Software desarrollado y adaptado a las necesidades del mercado y normativa vigentes por un grupo de profesores de la UPV del Grupo de Ingeniería Térmica del Departamento de Termodinámica Aplicada. Las últimas actualizaciones de los programas son, en algunos casos, de abril de 2022 y enero de 2024. Se trata de ofrecer al técnico herramientas útiles para la realización de su trabajo, sin condicionar su creatividad, incluyendo la última tecnología y tendencias, dejando a su interpretación las cuestiones normativas.

ATECYR, junto con el IVE, es autor del programa CERMA, reconocido como Documento Reconocido para la certificación energética de edificios. Su versión más reciente asegura la plena adecuación al DB-HE 2019 del CTE y a las actualizaciones normativas vigentes. CERMA avanza además en su ampliación a edificios no residenciales, en línea con los procedimientos abiertos por el Ministerio y con las revisiones del marco regulatorio de eficiencia energética. El punto de partida para poder cumplir las exigencias europeas en materia de ahorro y eficiencia energética en los edificios pasa, en primer lugar, por llevar a cabo un diseño óptimo de la envolvente térmica y una correcta ejecución de la misma, con el objetivo de reducir al máximo la demanda de energía térmica del edificio.

Este nuevo DTIE 18.09 aborda uno de los principales retos de la transición energética en la edificación: la descarbonización de las instalaciones centrales de calefacción y agua caliente sanitaria en los edificios residenciales existentes. Con especial atención a los sistemas colectivos con radiadores, tradicionalmente diseñados para trabajar a temperaturas elevadas, el documento plantea una hoja de ruta basada en el principio de «primero, la eficiencia», que comprende la reducción de la demanda mediante la mejora de la envolvente y la optimización de las instalaciones, su regulación, equilibrado, aislamiento y control.

Asimismo, se analiza detalladamente la incorporación de las bombas de calor, tanto mediante su hibridación con las calderas existentes como a través de soluciones de descarbonización total. La guía aporta criterios de diseño y dimensionamiento, esquemas de integración, estrategias de funcionamiento y ejemplos prácticos que permiten afrontar las distintas situaciones del parque residencial. Se propone así un proceso de rehabilitación progresivo y realista que, sin perder de vista las dificultades técnicas y económicas existentes, facilite la reducción de los consumos y las emisiones y permita avanzar hacia el objetivo de neutralidad climática en 2050.

Sólo queda agradecer su aportación al patrocinador de este DTIE, a **SAMSUNG**, sin cuya ayuda sería imposible completar este interesante proyecto y presentar este nuevo DTIE 18.09 Descarbonización en la rehabilitación de las instalaciones de calefacción y ACS centrales en el sector residencial

Iñaki Morcillo Irastoza
Presidente de ATECYR

RELACIÓN DE DOCUMENTOS TÉCNICOS DE INSTALACIONES EN LA EDIFICACIÓN

SERIE 1: Instalaciones sanitarias

- 1.01 Preparación de agua caliente para usos sanitarios
- 1.02 Calentamiento de agua de piscinas
- 1.05 Prevención de la corrosión interior de las instalaciones de agua
- 1.06 Instalación de climatización en hospitales
- 1.07 Ventilación en edificios de viviendas
- 1.08 Calidad de aire en hospitales
- 1.09 Ventilación en edificios terciarios

SERIE 2: Condiciones de diseño

- 2.01 Calidad del ambiente térmico
- 2.02 Calidad de aire interior
- 2.03 Acústica en instalaciones de aire
- 2.04 Acústica en instalaciones de climatización: Casos prácticos
- 2.05 Calidad del aire exterior: mapa ODAs de las principales capitales de provincias de España
- 2.06 Sistemas de filtración y purificación del aire
- 2.07 Las instalaciones de climatización, SARS CoV 2 y calidad de aire
- 2.08 Operación y reforma para la mejora de la calidad del aire en los edificios

SERIE 3: Psicrometría

- 3.01 Psicrometría

SERIE 4: Tuberías

- 4.01 Cálculo de las pérdidas de presión y criterios de diseño. (Edición revisada)
- 4.02 Circuitos hidráulicos y selección de bombas

SERIE 5: Conductos

- 5.01 Cálculo de conductos

SERIE 6: Combustible

- 6.01 Combustión
- 6.02 Diseño y cálculo de chimeneas

SERIE 7: Cálculo de carga, demanda y consumo

- 7.01 Cálculo de carga y demanda térmica
- 7.03 Entrada de datos a los programas LIDER y CALENER VyP
- 7.04 Entrada de datos al programa CALENER GT
- 7.05 Cálculo de cargas térmicas
- 7.06 Procedimientos simplificados para la certificación de viviendas de nueva construcción: Cerma, Ce2, CES
- 7.07 Metodología BIM en la climatización

SERIE 8: Fuentes de energía de libre disposición

- 8.01 Recuperación de energía en sistemas de climatización
- 8.02 Bomba de calor para calefacción
- 8.03 Instalaciones solares térmicas para producción de Agua Caliente Sanitaria
- 8.04 Energía solar térmica. Casos prácticos
- 8.05 Bombas de calor para producción de ACS
- 8.06 Instalaciones de climatización y ACS con bombas de calor aire/aguas individuales en bloques de vivienda

SERIE 9: Sistemas de acondicionamientos de aire

- 9.01 Tipos de sistemas
- 9.02 Relación entre el edificio y el sistema de climatización
- 9.03 Sistemas de climatización para viviendas, residencias y locales comerciales
- 9.04 Sistema de suelo radiante
- 9.05 Sistemas de climatización
- 9.06 Selección de equipos secundarios según el sistema

- 9.07 Cálculo y selección de equipos primarios
- 9.08 Bombas de calor a gas
- 9.09 Sistemas de climatización radiante
- 9.10 Cálculo y diseño de unidades de tratamiento de aire

SERIE 10: Sistemas de calefacción

- 10.03 Calderas individuales
- 10.04 Piscinas cubiertas climatizadas con aire exterior como único medio deshidratante
- 10.05 Principios básicos de las calderas de condensación
- 10.06 Piscinas cubiertas. Sistemas de climatización deshumectación y ahorro de energía mediante bombas de calor

SERIE 11: Control

- 11.02 Regulación y control de instalaciones de climatización
- 11.03 Contaje de energía de acuerdo al RITE en sistemas de agua para calefacción y ACS

SERIE 12: Aislamiento térmico

- 12.01 Cálculo del aislamiento térmico de conducciones y equipos
- 12.02 Aplicación de aislamientos en la edificación y las instalaciones. Casos prácticos

SERIE 13: Difusión de aire

- DTIE 13.01 Generalidades sobre Difusión de Aire

SERIE 14: Acumulación de energía térmica

SERIE 15: Salas de máquinas

- 15.01 Salas de calderas

SERIE 16: Puesta en marcha, recepción y mantenimiento

- 16.01 Criterios de calidad en el montaje de las instalaciones de climatización y ACS
- 16.02 Etiquetado y ecodiseño

SERIE 17: Varios

- 17.01 Análisis económico de sistemas eficientes. Estudio de casos
- 17.02 Responsabilidad civil del ingeniero
- 17.03 Contenidos de proyecto y memoria técnica
- 17.04 Instrumentación y medición

SERIE 18: Rehabilitación Energética y Reforma

- 18.01 Rehabilitación energética de la envolvente térmica de los edificios
- 18.03 Integración de energías renovables en la rehabilitación energética de los edificios
- 18.04 Auditorías energéticas. Casos prácticos.
- 18.05 Rehabilitación energética de edificios de oficinas. Descarbonización
- 18.06 Rehabilitación energética de centros educativos. Descarbonización
- 18.09 Descarbonización en la rehabilitación de las instalaciones de calefacción y ACS centrales en el sector residencial

SERIE 19: Edificios de Consumo de Energía Casi Nulo

- 19.01 Edificios de Consumo de Energía Casi Nulo. Parte teórica
- 19.02 Edificios de Consumo de Energía Casi Nulo. Casos prácticos
- 19.03 Calidad de la envolvente térmica de los edificios. Infiltraciones y puentes térmicos

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. OBJETIVO 2050	13
1.2. DISTRIBUCIÓN DE LOS CONSUMOS DE ENERGÍA EN ESPAÑA	15
1.3. ENERGÍAS RENOVABLES	17
2. SECTOR RESIDENCIAL. SITUACIÓN ACTUAL.....	19
2.1. NÚMERO DE VIVIENDAS.....	19
2.2. PARQUE DE INSTALACIONES ACTUAL	20
2.3. TIPOLOGÍAS DE INSTALACIONES CONSIDERADAS POR ZONA CLIMÁTICA.....	25
3. MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA REHABILITACIÓN DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS	29
3.1. INTERVENCIONES MÍNIMAS EN LAS INSTALACIONES EXISTENTES.....	30
3.2. SUSTITUCIÓN DE CALDERAS	31
4. HIBRIDACIÓN DE CALDERAS CON BOMBAS DE CALOR AIRE/AGUA	35
4.1. BOMBAS DE CALOR PARA PRODUCCIÓN EXCLUSIVA DE ACS	36
4.2. INTEGRACIÓN DE LAS BOMBAS DE CALOR EN LA CALEFACCIÓN	38
4.3. INTEGRACIÓN DE LAS BOMBAS DE CALOR EN CALEFACCIÓN Y ACS CONJUNTAMENTE	40
4.4. ENCADENAMIENTO DE CICLOS DE COMPRESIÓN	45
4.5. UNIDADES DE CAUDAL DE REFRIGERANTE VARIABLE CON CONJUNTOS HIDRÓNICOS.....	46
5. DESCARBONIZACIÓN 100%	49
5.1. ESQUEMAS CON NIVELES TÉRMICOS HASTA 60°C.....	49
5.2. ESQUEMAS CON NIVELES TÉRMICOS SUPERIORES A 60°C.....	50
5.3. INTEGRACIÓN DE BOMBAS DE CALOR AGUA/AGUA CON EQUIPOS AIRE/AGUA	53
5.4. BOMBAS DE CALOR DE INSTALACIONES DE CAUDAL DE REFRIGERANTE VARIABLE	53
6. SERVIDUMBRES PARA LA INTEGRACIÓN DE LAS BOMBAS DE CALOR AIRE/AGUA	55
6.1. TEMPERATURAS DE FUNCIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS DE LOS EDIFICIOS	55
6.2. MOVIMIENTO DE AIRE	56
6.3. DIMENSIONES Y PESOS	57
6.4. RUIDO	59
6.5. ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA.....	60
6.6. COSTO ECONÓMICO.....	60
7. EJEMPLOS PRÁCTICOS	61
7.1. REFORMA DE LA INSTALACIÓN SIN INTERVENIR EN LA ENVOLVENTE	61
7.2. INTERVENCIÓN EN LA ENVOLVENTE Y DESCARBONIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES	80
8. ESTRATEGIAS DE CONTROL.....	89
9. CONCLUSIONES.....	93
ANEXO 01: RADIADORES	95
ANEXO 02: BOMBAS DE CALOR	109
ANEXO 03: TABLAS FRECUENCIAS HORARIAS DE TEMPERATURAS	115
BIBLIOGRAFÍA	127

OBJETIVO:

En el presente DTIE se analiza la integración de las bombas de calor en las instalaciones de calefacción colectivas con radiadores; se trata de la instalación más habitual en los edificios de viviendas y, debido a sus temperaturas de funcionamiento, una de las que presentan mayores problemas para estos equipos.

El objetivo de emisiones neutras en 2050 tiene como consecuencia que deban eliminarse las calderas de combustibles fósiles, siendo este el equipo más ampliamente utilizado en la calefacción de los edificios. Una alternativa muy eficaz son las bombas de calor, con evidentes ventajas de rendimiento, pero con limitaciones en la temperatura que pueden alcanzar sin penalizar excesivamente sus prestaciones.

Por este motivo se está identificando la descarbonización con electrificación; esto será así solo si se consigue que la producción eléctrica sea masivamente renovable; parece claro que, en las ciudades, sobre todo en las zonas de bajas emisiones, no se deban utilizar equipos de combustión, ni aunque el combustible tenga la consideración de renovable, por lo que se debe plantear la electrificación de las producciones térmicas en los edificios.

En nueva edificación, las exigencias reglamentarias del aislamiento térmico conllevan una reducción muy alta de las potencias necesarias, por lo que no hay dificultades en el diseño de las instalaciones con emisores de baja temperatura, facilitando la implantación de bombas de calor. Sin embargo, en los edificios existentes en los que no se haya procedido a la rehabilitación de la envolvente, siguen requiriéndose potencias altas y temperaturas elevadas, por lo que es especialmente importante analizar cómo se deben integrar las bombas de calor en instalaciones con calderas, que seguirán siendo necesarias hasta que se aborde la reforma profunda de la envolvente de los edificios.

La incertidumbre de qué energías van a estar disponibles a medio y largo plazo, ha tenido como consecuencia que se aplacen las reformas de las generaciones térmicas, alargando más allá de plazos razonables la sustitución de calderas obsoletas por calderas de condensación. Como consecuencia, se mantienen instalaciones con altas emisiones.

Es por este motivo que, en el presente documento, se escalona la forma en la que deben realizarse las intervenciones. La primera medida debe ser la reducción de la demanda, pero debido a las grandes inversiones que requieren las intervenciones en la envolvente de los edificios, suelen aplazarse, por lo que una medida previa puede, o más bien debe, ser la sustitución de las calderas, pero proponiendo esquemas de funcionamiento que permitan la fácil integración posterior de las bombas de calor.

Se comienza con el análisis de los consumos de energía en España, a fin de valorar qué energías son las más apropiadas para los diferentes sectores.

En el capítulo de las medidas más apropiadas, con el objetivo de PRIMERO LA EFICIENCIA, se resumen las intervenciones que deben realizarse en las instalaciones independientemente de cuáles sean los generadores térmicos que se utilicen.

Para facilitar la lectura del documento, el desarrollo de los temas técnicos se incluye en los Anexos, de manera que se utilicen como complemento del texto y puedan ser obviados si se tiene conocimiento técnico suficiente sobre los mismos.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETIVO 2050

El ambicioso objetivo de CERO emisiones operativas (descarbonización) en el horizonte 2050 exige que las instalaciones de los edificios alcancen una reducción muy importante de los consumos, acompañada de su desplazamiento hacia las energías renovables o que en origen hayan sido producidas con energía renovable.

Por ello, en primer lugar, se debe analizar la cadena completa del consumo de energía de los edificios:

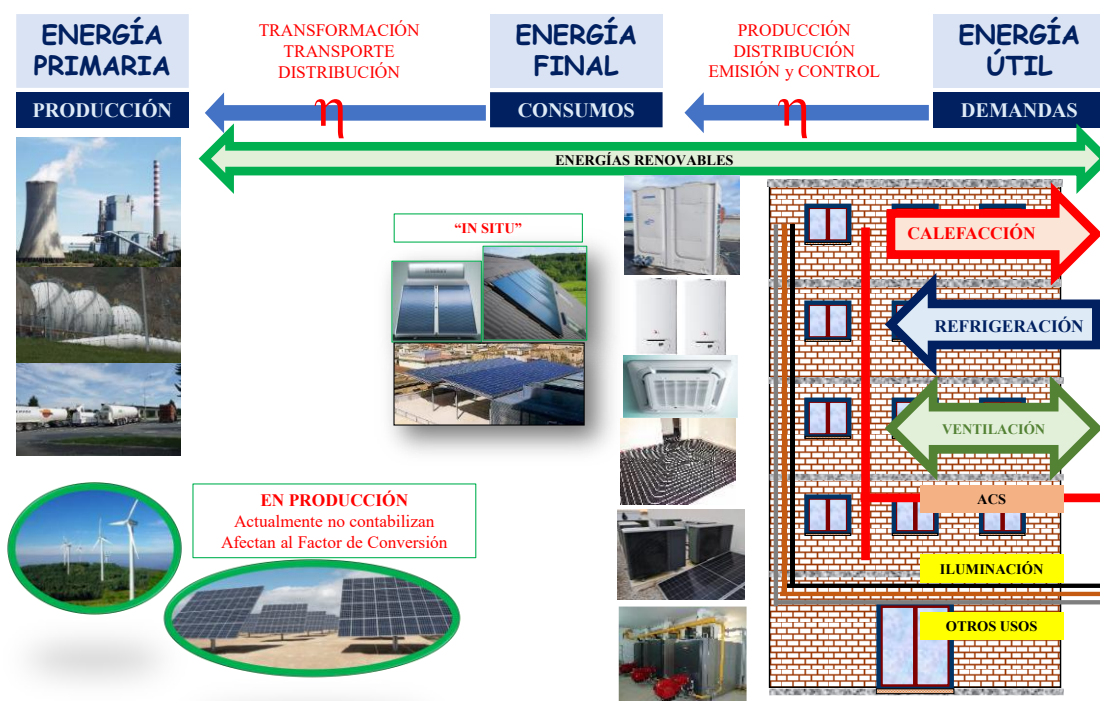


Figura 01.01: Sistema energético en los edificios

- **Energía Útil (Demanda):** Es la necesaria para alcanzar las condiciones de bienestar y seguridad en los edificios; se puede limitar mediante aislamiento térmico, protección de la radiación solar, aprovechamiento de la luz natural y recuperación del calor de la ventilación. Estos factores dependen directamente de la calidad con la que se haya construido o rehabilitado el edificio y son la clave para la obtención de los objetivos de sostenibilidad.
- **Energía Final (Consumo):** Es la energía que necesitan las instalaciones para atender la demanda. El rendimiento de las mismas determinará la energía final (consumo) que el edificio va a solicitar de los suministros exteriores.

$$\text{Energía Final (Consumo)} = \text{Energía útil (Demanda)} / \text{Rendimiento}$$

Este consumo depende de que la demanda sea baja (edificio), pero también de que las instalaciones sean eficientes (rendimiento).

- **Energía Primaria (Producción):** En la cadena de la contaminación es imprescindible considerar cuál es la Energía Primaria que se haya consumido para la producción de la Energía Final que soliciten los edificios. Por ello deben emplearse aquellas que en su producción consuman menos Energías NO Renovables y, por supuesto, limitar las pérdidas en su distribución hasta los puntos de consumo.

- **Integración de Energías Renovables:** El objetivo final puede, y debe, alcanzarse aplicando energías renovables en toda la cadena; las producidas “in situ” se integran directamente en las instalaciones del edificio, reduciendo la “Energía Final” requerida en los mismos. La producción de la energía primaria con energías renovables consigue entregar en los edificios la energía final que necesitan, con menores consumos de Energías NO Renovables, que son las que agotan la naturaleza.

En el horizonte 2050, el óptimo es que las energías renovables y residuales se integren tanto en los edificios como en la producción.

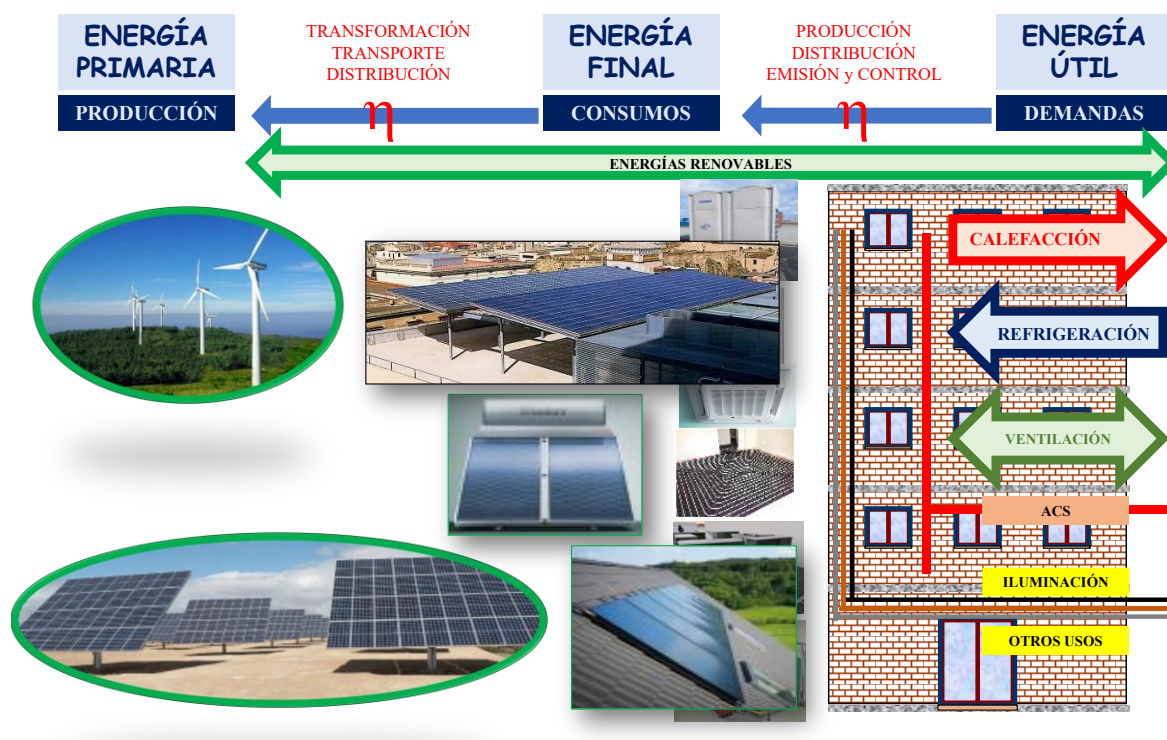


Figura 01.02: Sistema energético en los edificios para el objetivo 2050

La tendencia actual es reducir el consumo y este pasa a ser atendido por la electricidad, pero supeditado a una producción renovable de la misma; de no ser así, el objetivo sería inalcanzable.

Con el criterio de “PRIMERO LA EFICIENCIA” se debe intervenir en los componentes básicos del consumo:

- Mínimas Demandas: Lo que implica un óptimo diseño de los edificios o sus rehabilitaciones.
- Máximas Eficiencias: Selección de las instalaciones que mejor se adecuen a cada uso y a la zona climática donde se ubiquen los edificios; optimizando todos los componentes de las instalaciones: Generación, Distribución, Emisión y Control.

Complementariamente se debe maximizar la integración de renovables “in situ”.

Todo el sistema queda supeditado a la generación renovable de las energías finales; este último eslabón se valora con los factores de paso vigentes, los valores actuales, en vigor desde el 14/01/2016, se muestran en la Tabla 01.01.

Tabla 01.01: Factores de paso vigentes para las energías finales utilizadas en los edificios (Ministerio de Industria, Energía y Turismo, y Ministerio de Fomento)

Ministerio de Industria, Energía y Turismo, y Ministerio de Fomento						
ENERGÍA	PCS	FACTORES DE PASO (Vigentes desde 14/01/2016)				
		EMISIONES gCO ₂ /kWh	ENERGÍA PRIMARIA (kWh/kWh _{EP})			TOTAL
			RENOVABLE	NO RENOVABLE		
ELECTRICIDAD convencional Peninsular	1,00 kWh/kWhe	331	0,414	1,954		2,368
GAS NATURAL	11,98 kWh/Nm³	252	0,005	1,190		1,195
GLP	13,97 kWh/kg	254	0,003	1,201		1,204
GASÓLEO Calefacción	10,89 kWh/L	311	0,003	1,179		1,182
BIOMASA NO DENSIFICADA	kWh/kg	18	1,003	0,034		1,037
BIOMASA DENSIFICADA (PELLETS)	kWh/kg	18	1,028	0,085		1,113
CARBÓN USO DOMÉSTICO	9,43 kWh/kg	472	0,002	1,082		1,084

1.2. DISTRIBUCIÓN DE LOS CONSUMOS DE ENERGÍA EN ESPAÑA

Para seleccionar las energías más adecuadas a utilizar en los edificios, es conveniente, en primer lugar, analizar la distribución de los consumos de energía actuales en España por vectores energéticos y por sectores, para ayudar a seleccionar la energía final que mejor se adapte a cada aplicación.

No debe olvidarse que la descarbonización debe lograrse en todos los sectores, estando involucradas todas las energías.

En muchas ocasiones se identifica “descarbonización” con “electrificación”, pero es necesario matizar que la descarbonización también puede alcanzarse con combustibles renovables y que resulta imprescindible que la electricidad que se consuma sea generada con energías renovables.

En la Tabla 01.02 se muestran los consumos de energía final en España, en 2024, por sectores y agrupados en combustibles y electricidad.

Tabla 01.02: Consumos de energía final por sectores, año 2024 (Fuente MTERD)

CONSUMOS DE ENERGÍA FINAL (GWh/año) POR SECTORES (2024)											Fuente MITERD	
SECTOR	TOTAL BIOENERGÍA y RENOVABLE			TOTAL ENERGÍA FÓSIL			TOTAL ELÉCTRICOS			TOTAL (GWh/año) ENERGÍA		
	GWh/año	% del Total	% Sector	GWh/año	% del Total	% Sector	GWh/año	% del Total	% Sector			
INDUSTRIA	62.810	23,3%	33,3%	138.279	51,4%	21,1%	68.026	25,3%	29,7%	269.115	25,0%	
TRANSPORTE	40.351	10,0%	21,4%	357.554	88,8%	54,5%	4.681	1,2%	2,0%	402.586	37,5%	
EDIFICIOS	83.484	22,7%	44,2%	133.232	36,2%	20,3%	150.844	41,0%	65,8%	367.560	34,2%	
OTROS	2.218	6,2%	1,2%	27.536	77,4%	4,2%	5.821	16,4%	2,5%	35.575	3,3%	
TOTAL	188.863		17,6%	656.601		61,1%	229.371		21,3%	1.074.835		
ENERGÍA FINAL										885.972		