



la **SOS**  
**TENIBILIDAD**

empieza en el  
**PROYECTO**



AULA UNIVERSITARIA DE ARQUITECTURA

PLAN DE FORMACIÓN SELLO DE COMPROMISO CON LA SOSTENIBILIDAD "ARQUITECTOS EN VERDE"

# Manual 02

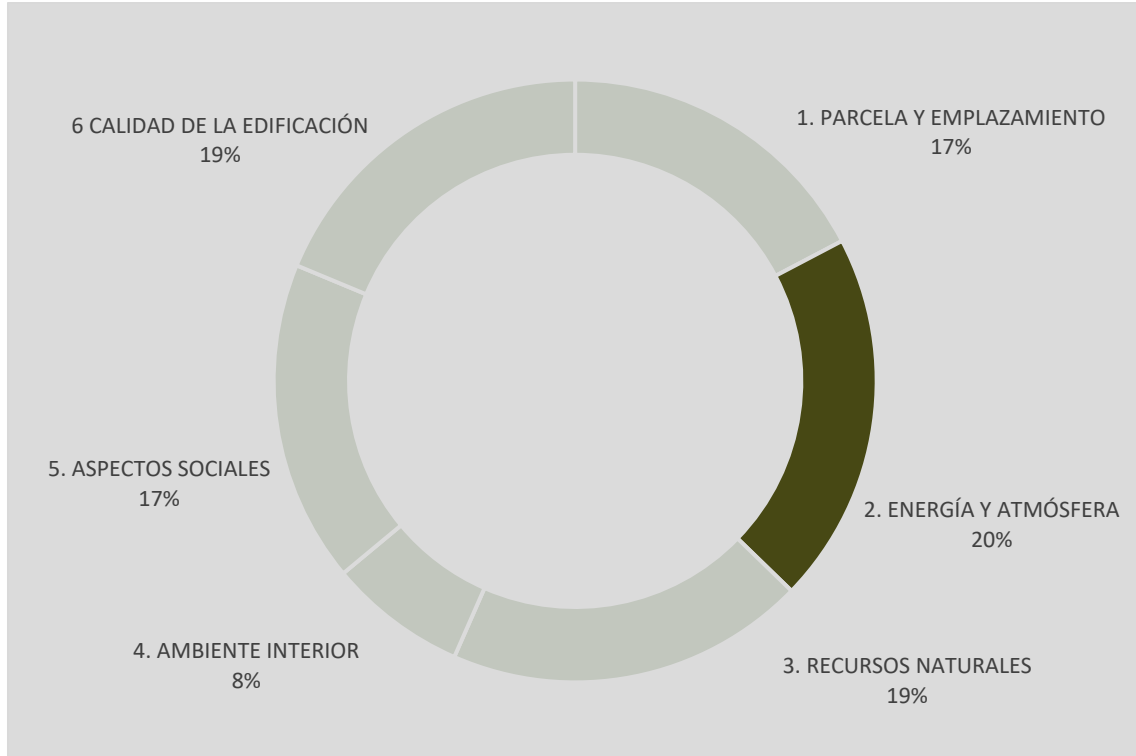
## ENERGÍA Y ATMÓSFERA

Daniel MOMPEÓN MARTÍN

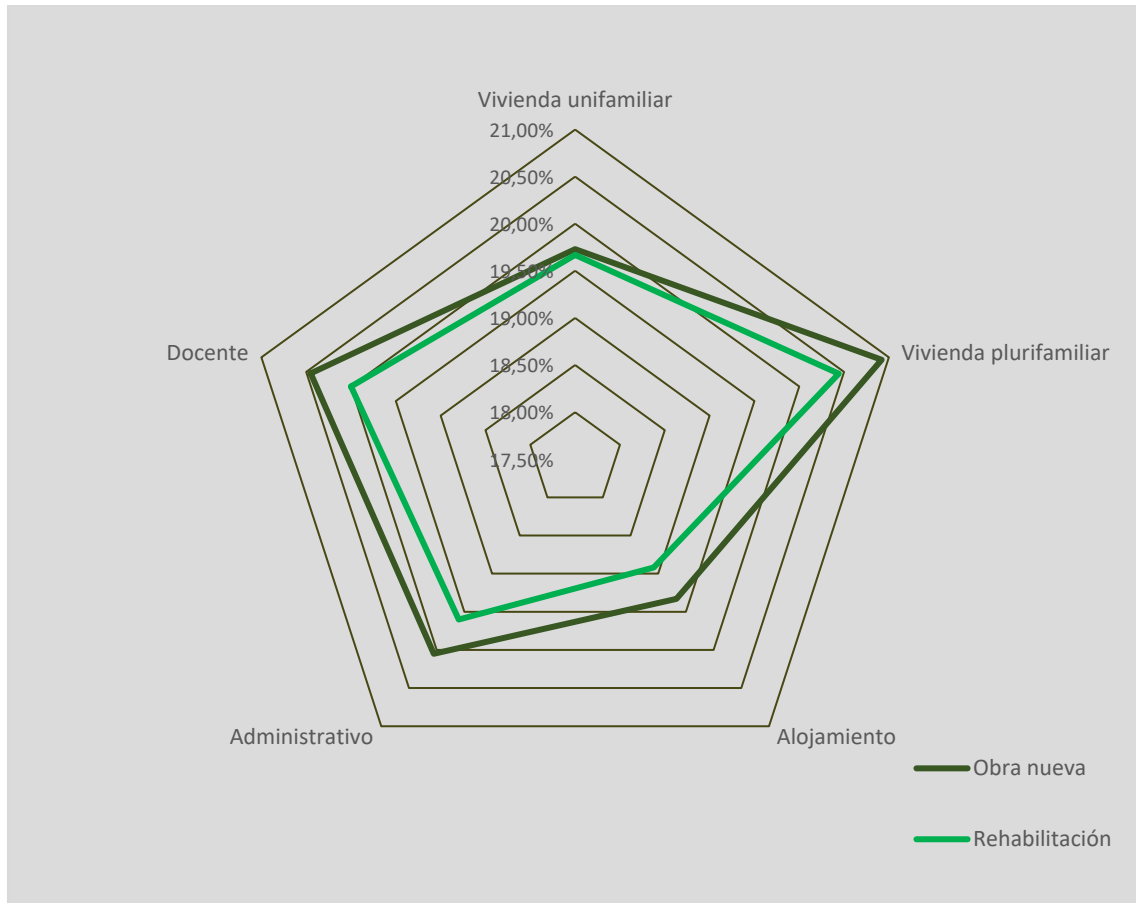
## SELLO DE COMPROMISO CON LA SOSTENIBILIDAD ARQUITECTOS EN VERDE

### BLOQUE 2

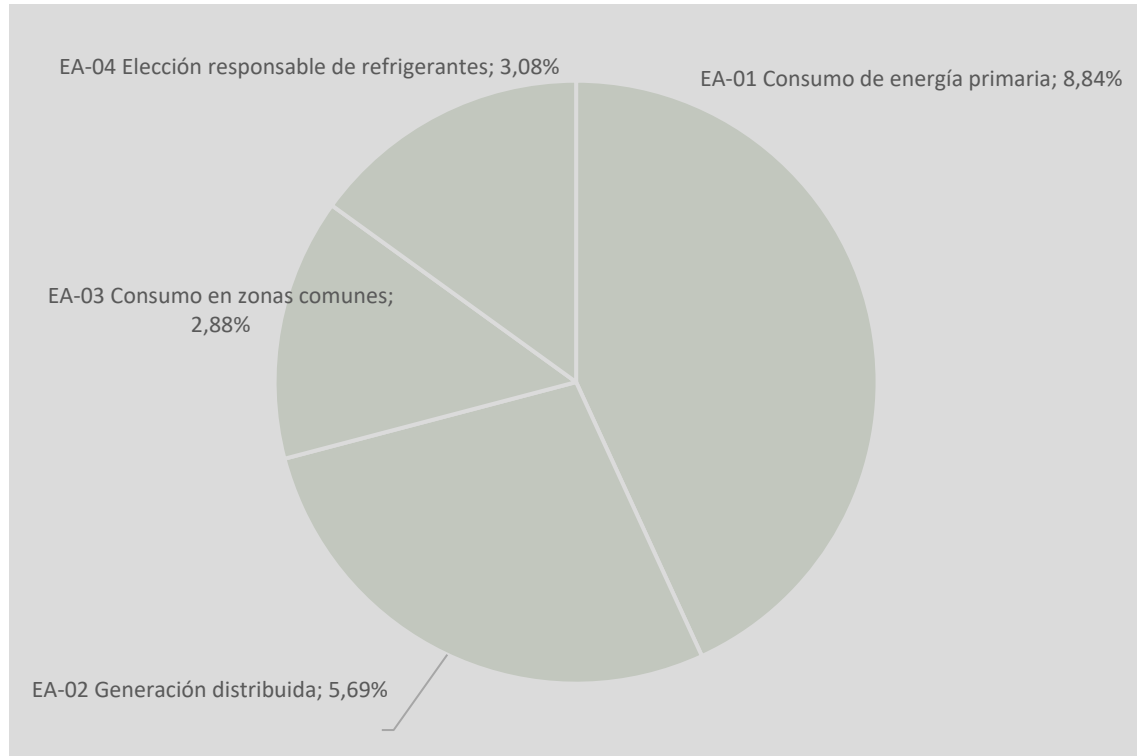
### ENERGÍA Y ATMÓSFERA



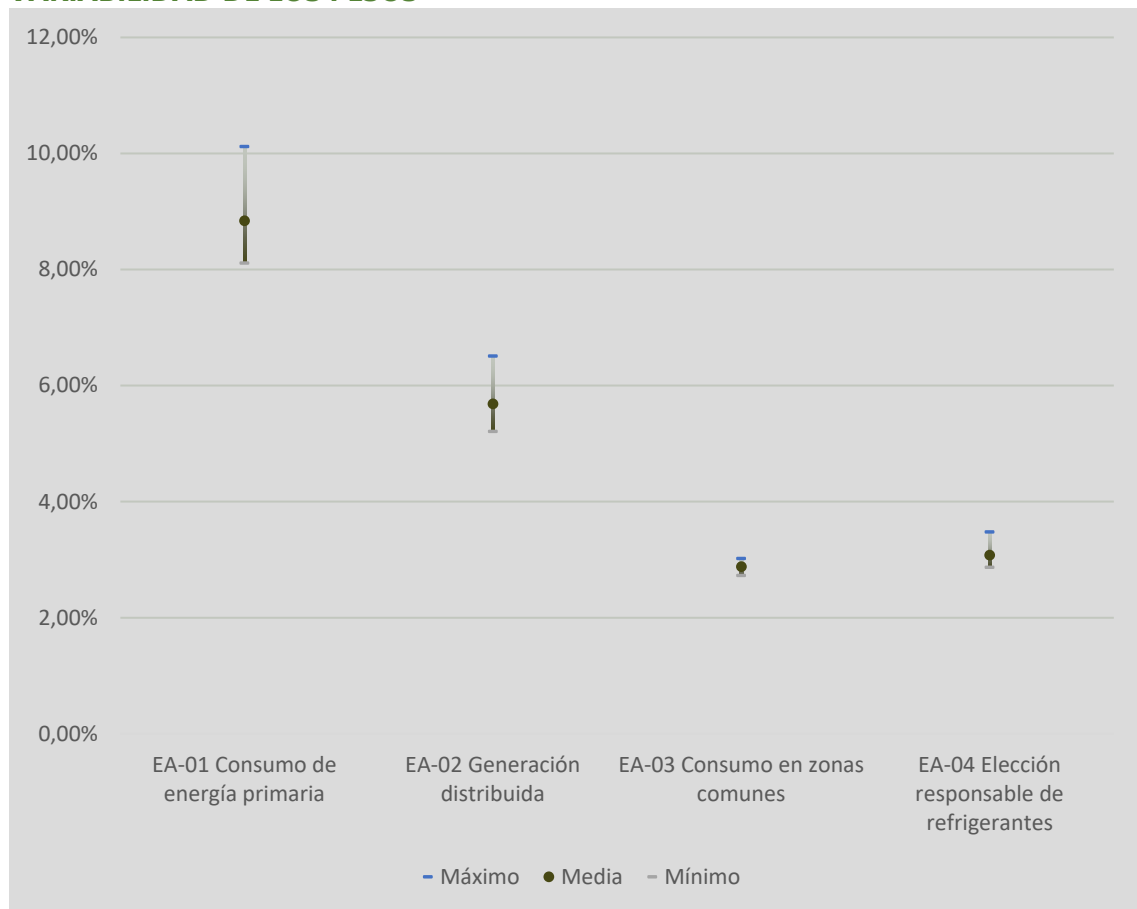
### DISTRIBUCIÓN POR USOS Y TIPO DE INTERVENCIÓN



## PESOS



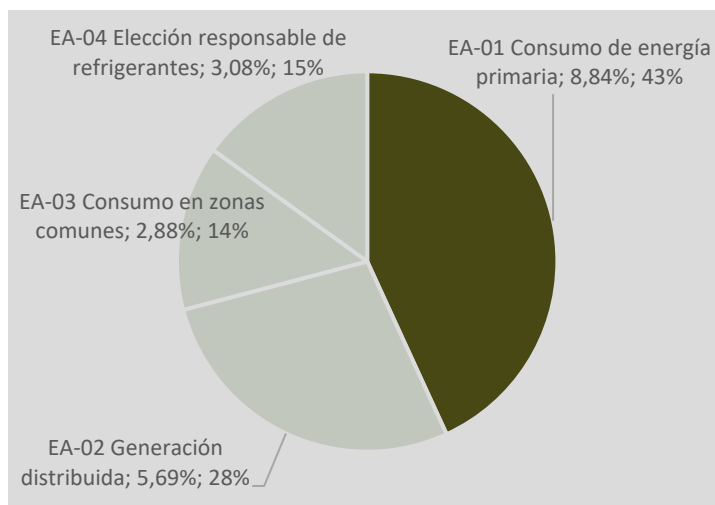
## VARIABILIDAD DE LOS PESOS



## EA 01 CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA

### OBJETIVO

Promover la reducción del consumo de energía primaria no renovable (hasta alcanzar su consumo cero) y el consumo de energía primaria total necesarias para cubrir las demandas de calefacción, refrigeración, ACS, ventilación, control de la humedad y en su caso iluminación.



### INDICADORES

% Reducción de consumo de EP no renovable	20%-80%	0 – 4,88%
% Reducción de consumo de EP total	20%-80%	0 – 4,88%

Ambos indicadores se consiguen en la justificación del CTE DB HE0, donde según el uso y tipo de intervención se marcan unos límites tanto para el consumo de energía primaria total, como energía primaria no renovable.

¿Como se puede conseguir reducir el consumo de energía primaria total y no renovable?

Lógicamente no hay "atajos", sin embargo, hay determinados elementos que afectan directamente a ambos indicadores:

- Cuando hablamos de consumo de energía final, primaria renovable, no renovable o total, nos estamos refiriendo a la energía que consumen los dispositivos de climatización, ventilación, ACS y en edificios de uso distinto a vivienda, la iluminación.
- Aunque los programas de justificación del CTE DB HE0 arrojan directamente los resultados, hay que comprender que los factores de paso sirven para comprender la "conversión" entre la energía final que se consume en el edificio según el vector energético y las energías primarias:

Vector energético	EPT	EPNR	EPR
Electricidad peninsular	2,368	1,954	0,444
Electricidad Extra peninsular	2,790	2,718	0,072
Gasóleo calefacción / Fuel-Oil	1,182	1,179	0,003

GLP	1,204	1,201	0,003
Gas Natural	1,195	1,190	0,005
Carbón	1,084	1,082	0,002
Biomasa no densificada	1,037	1,000	0,037
Biomasa densificada	1,000	1,000	0,000

Estos valores se pueden consultar en las herramientas habilitadas para la certificación energética.

- Si buscamos la manera de reducir el consumo de energía deberemos atacar a los puntos de consumo:
  - Climatización: La necesidad de una instalación de climatización está vinculada a las decisiones que se han tomado en el desarrollo de la envolvente, por lo que conseguir incorporar medidas bioclimáticas al edificio, optimizará dicha necesidad. Con un edificio optimizado a nivel de envolvente, se puede mejorar usando equipos de alta eficiencia para que se reduzcan los consumos de energía final y por ende, energía primaria total y no renovable. Como opción se podría cambiar el Vector Energético, y comprobar que a misma eficiencia y energía térmica, se podría sustituir GLP por Gas natural para reducir ligeramente los consumos, o si se opta por un sistema de bomba de calor de alta eficiencia, cambiando de una caldera de combustión a un sistema eléctrico.
  - ACS: La demanda de ACS viene dada por el HE4, la única forma de modificarla, es introduciendo un sistema centralizado ya que se usa un coeficiente de simultaneidad. La otra alternativa pasa por optimizar la generación térmica, mejorando el rendimiento del equipo o buscando una relación eficiencia / consumo según vector energético, mejor. Así, una aerotermia de alta eficiencia mejoraría el consumo de energía primaria total y no renovable respecto a una caldera de gas natural de alta eficiencia.
  - Ventilación: La exigencia de ventilación viene definida en el HS3 y RITE según uso. En el cálculo del HE0 solo se tiene en cuenta el consumo específico en uso residencial vivienda, mientras que en el resto de usos lo tiene en cuenta el programa dentro de "otros consumos", pero no se puede definir el equipo específico de ventilación. La ventilación tiene una doble función: el consumo que produce el equipo en si, y la influencia que esta ventilación tiene sobre la demanda de calefacción y refrigeración. En vivienda se pueden definir sistemas de recuperación de calor, que mejorará el comportamiento en la Demanda de calefacción y (en menor medida) de refrigeración, pero no en el consumo. Este tipo de sistemas en otros usos solo se pueden definir conjuntamente con la climatización en sistemas de conductos.

- Iluminación. La exigencia se regula por el HE-3, y aunque en edificios de uso vivienda, es obligatorio el cumplimiento del Documento Básico en las zonas comunes, es en otros usos donde el método de cálculo exige los parámetros de iluminación. Para optimizar este valor, basta con disponer una instalación que consuma menos: menos W/m<sup>2</sup> y mejor VEEI
- Adicionalmente, se puede conseguir reducir los consumos generando energía in-situ, bien mediante el uso de la energía eléctrica fotovoltaica, energía eléctrica mediante cogeneración de fuentes renovables o mediante energía solar térmica.

La evaluación del edificio a través de este criterio se establece en función del porcentaje de reducción de consumo de energía primaria no renovable (hasta su consumo cero) y el porcentaje de reducción del consumo de energía primaria total para cubrir las demandas en calefacción, refrigeración, ACS, ventilación, control de la humedad y en su caso iluminación, sobre el valor límite fijado por el CTE DB-HE 0.

## COMO Y CUANDO CONSEGUIR MEJORAR LOS INDICADORES

Las decisiones dirigidas a mejorar ambos indicadores pasan por optimizar el diseño, compacidad, envolvente, elementos de sombra y en cualquier caso, cualquier medida para mejorar la demanda de calefacción y refrigeración. También la toma de decisiones en la selección de sistemas de climatización, ACS, Ventilación e iluminación. Adicionalmente, considerar la instalación de generación de electricidad mediante el uso de energías renovables.

Toma de decisiones	EPNR	EPT
Anteproyecto	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Proyecto Básico	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Proyecto de ejecución	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Fase de construcción	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Las medidas para mejorar la EPNR se pueden tomar desde el principio, pero no son mensurables hasta que no se calcule el HE0, ya que dependen en gran medida de los equipos y sistemas de climatización y ACS que se dispongan, mientras que el ahorro general puede tomarse desde un principio, optimizando el diseño para mejor aprovechamiento de las condiciones ambientales.

## VIABILIDAD Y ESFUERZO

Dependiendo de las decisiones en la fase de diseño, la facilidad para alcanzar el objetivo será mayor o menor. Si el punto de partida no es el correcto, lograr alcanzar el 80% de mejora será cuando menos caro.

## **INTERACCIÓN CON OTROS INDICADORES**

EA-02 – GENERACIÓN DISTRIBUIDA

EA-03 – CONSUMO EN LAS ZONAS COMUNES

CE-01 – DISEÑO PASIVO

## EA 02 GENERACIÓN DISTRIBUIDA

### OBJETIVO

Explotar el potencial de generación de energías renovables del edificio o la parcela.

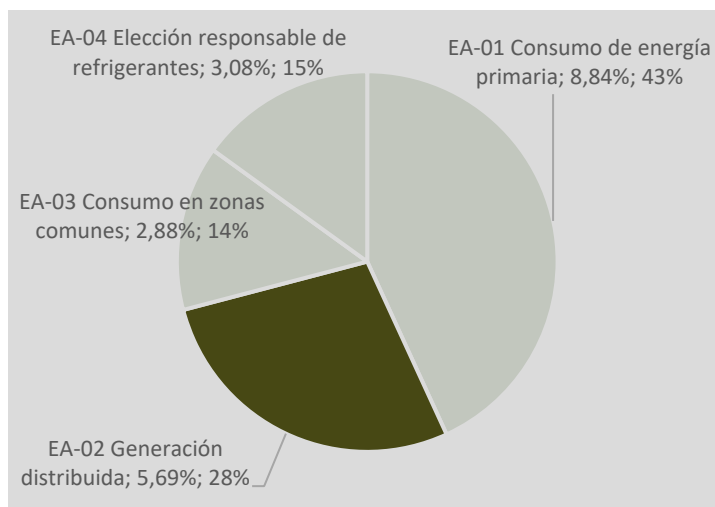
### INDICADORES

Generación eléctrica en edificio / Parcela mediante E. Renovables	4,62%
Edificio de energía positiva	1,15%

La generación eléctrica está recogida en la normativa en la aplicación del CTE DB HE5; para poder cumplir el primer objetivo, será necesario generar por encima de la exigencia normativa. En el caso de edificios de menos de 1.000 m<sup>2</sup>, no existe esta exigencia en lo referente a fotovoltaica, por lo que bastará con tener generación eléctrica procedente de energías renovables.

Para alcanzar un edificio de consumo energético positivo, será necesario generar más energía de la que se consume. Para alcanzar este objetivo se puede realizar mediante el uso de la herramienta de verificación del CTE DB HE0 o bien, mediante el cálculo de la energía generada anualmente, siendo necesario producir más energía de la que consume en los servicios de climatización, ACS, ventilación e iluminación.

De este modo queda excluida, por ejemplo, la energía generada a partir de biomasa cuando esta no se produzca en la propia parcela; la energía generada a partir de sistemas de aerotermia, al requerirse un aporte de energía primaria distinta a la generada para el funcionamiento del sistema de aerotermia. En el caso de la térmica solar, sí se dará por válida, ya que el posible aporte de energía primaria distinta a la generada no es imprescindible (la instalación podría diseñarse por termosifón), si bien se utiliza para mejorar rendimientos y reducir consumo de materiales.



## COMO Y CUANDO CONSEGUIR MEJORAR LOS INDICADORES

En este caso, la decisión de generar electricidad en la parcela se puede tomar en cualquier momento, incluso en la dirección de obra

Toma de decisiones	Generación	Energía positiva
Anteproyecto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Proyecto Básico	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Proyecto de ejecución	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Fase de construcción	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

## VIABILIDAD Y ESFUERZO

Estos indicadores se resuelven únicamente con la decisión de una instalación de generación energética. El límite de este indicador está relacionado con la superficie disponible en el caso de optar por fotovoltaica/fototérmica, o de la existencia de biomasa en la propia parcela.

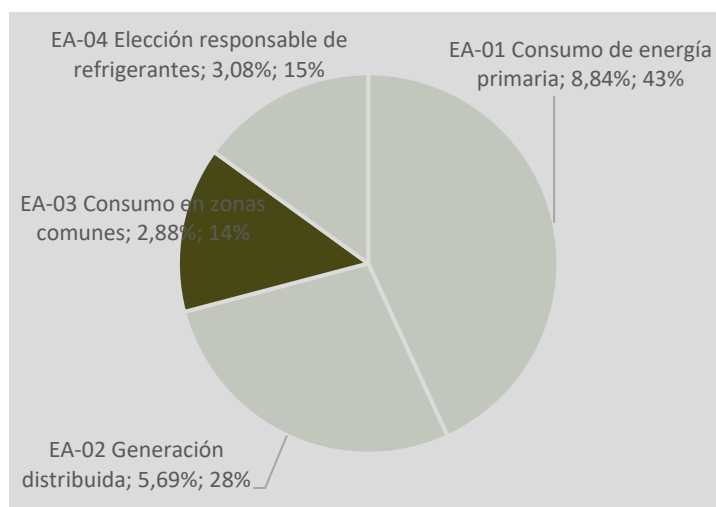
## INTERACCIÓN CON OTROS INDICADORES

EA-01 – CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA

## EA 03 CONSUMO EN ZONAS COMUNES

### OBJETIVO

Reducir el consumo de energía eléctrica de los sistemas de elevación y transporte (ascensores, montacargas, etc.), y en edificios de uso residencial privado, también de la iluminación de las zonas comunes.



### INDICADORES

Elementos de evaluación y transporte con clasificación al menos B	1,51%
VEEI de las ZZCC $\leq 3$	0,91%
Detector de presencia y sonda de iluminación en ZZCC	0,60%
Detector de presencia	0,45%
Sonda de iluminación	0,30%
Iluminación con Detector de presencia y temporizador	0,15%

### Ahorro energético en elementos de elevación y transporte

La evaluación del edificio a través de este indicador se realiza según las medidas de ahorro de energía eléctrica debida a los sistemas de elevación (ascensores y montacargas), verificar si cuentan con una clasificación al menos B, según la norma UNE-EN ISO 25745-2.

La citada norma desarrolla el cálculo y establece los límites para calificar energéticamente los elevadores:

Clase de eficiencia energética	Consumo energético por día (Wh)
A	$E_d \leq 0,72 \times Q \times n_d \times s_{av} / 1\ 000 + 50 \times t_{nr}$
B	$E_d \leq 1,08 \times Q \times n_d \times s_{av} / 1\ 000 + 100 \times t_{nr}$
C	$E_d \leq 1,62 \times Q \times n_d \times s_{av} / 1\ 000 + 200 \times t_{nr}$
D	$E_d \leq 2,43 \times Q \times n_d \times s_{av} / 1\ 000 + 400 \times t_{nr}$
E	$E_d \leq 3,65 \times Q \times n_d \times s_{av} / 1\ 000 + 800 \times t_{nr}$
F	$E_d \leq 5,47 \times Q \times n_d \times s_{av} / 1\ 000 + 1\ 600 \times t_{nr}$
G	$E_d > 5,47 \times Q \times n_d \times s_{av} / 1\ 000 + 1\ 600 \times t_{nr}$

Lógicamente, no es necesario calcular la eficiencia del aparato elevador, basta con prescribirlo.

En los catálogos comerciales se hace referencia a la normativa de cálculo de la eficiencia energética:

## Certificación energética

Las mediciones obtenidas en instalaciones de Gen2 Life con configuraciones estándar han resultado en la máxima calificación en eficiencia energética según las normas VDI4707 e **ISO25745**, poniendo de manifiesto nuestro liderazgo en ingeniería y rendimiento.

\*Basado en un ascensor de 1000 Kg a 1 m/s con 8 paradas y 200.000 arranques al año.



El gráfico muestra una escala de certificación energética con siete niveles, etiquetados de A a G. El nivel A es el más alto y está resaltado en verde, indicando la máxima calificación alcanzada. Los niveles B, C, D, E, F y G son mostrados en gris y están ordenados de menor a mayor eficiencia.

### Sistemas de iluminación eficientes en zonas comunes

La valoración del indicador se establece por medio del valor VEEI de las zonas comunes, pasillos, portales, distribuidores y descansillos, que deberá ser igual o inferior a 3.

El VEEI de un edificio existente se calculará según la siguiente fórmula:

$$\text{VEEI} = \text{PTOT INS} \cdot 100 / (\text{S} \cdot \text{Em})$$

donde:

**VEEI:** Valor de eficiencia energética de la instalación de iluminación

**PTOT INS:** Potencia total instalada, en W

**S:** Superficie útil del espacio a calcular

**Em:** Iluminancia media del recinto, en lux

En caso de obra nueva, o instalación nueva, podremos usar cualquier programa que justifique la exigencia del HE3, para el cálculo de la instalación de iluminación, en la que el VEEI es el parámetro normativo a cumplir. Como recomendación para este cálculo, cabe destacar DIALUX, es gratuito y contiene una amplia base de datos de luminarias.

### Dispositivos de ahorro de las zonas comunes del edificio.

Se identificarán los dispositivos de ahorro, como detectores de presencia, sondas de iluminación y temporizadores

## COMO Y CUANDO CONSEGUIR MEJORAR LOS INDICADORES

En el caso de los sistemas de elevación (escaleras, montacargas, ...), se consigue el objetivo con una prescripción, en la selección de dicho sistema.

El cálculo del VEEl requiere una toma de decisiones relacionadas con los colores de los acabados, luminarias elegidas y colocación de estas luminarias para conseguir la distribución uniforme y eficiente de la iluminación.

Toma de decisiones	Indicadores
Anteproyecto	<input type="checkbox"/>
Proyecto Básico	<input type="checkbox"/>
Proyecto de ejecución	<input checked="" type="checkbox"/>
Fase de construcción	<input type="checkbox"/>

## VIABILIDAD Y ESFUERZO

Cada uno de los indicadores son factibles fácilmente, básicamente porque o bien son prescripciones, o bien se trata de optimizar un cálculo (caso del VEEl) que ya tenemos que hacer para conseguir cumplir el HE3

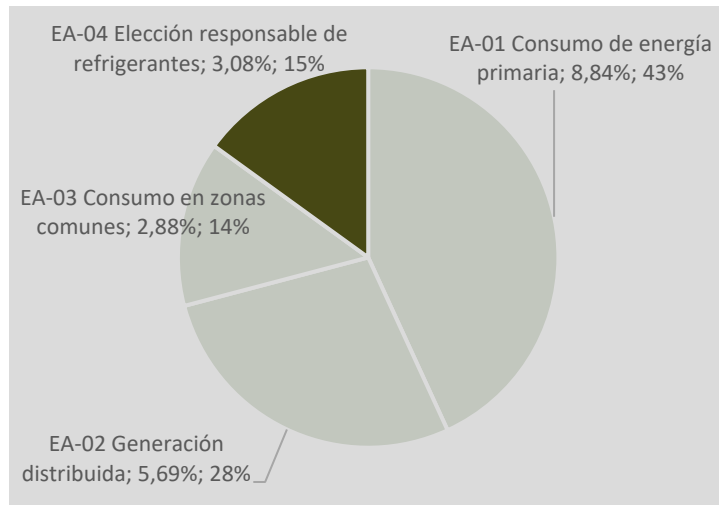
## INTERACCIÓN CON OTROS INDICADORES

EA-01 – CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA

## EA 04 ELECCIÓN RESPONSABLE DE REFRIGERANTES

### OBJETIVO

Reducir la contribución de los refrigerantes con un elevado potencial de efecto invernadero, al cambio climático y a la destrucción de la capa de ozono, fomentando la instalación de sistemas eficientes y energías renovables.



### INDICADORES

Potencial calentamiento de los refrigerantes 150kg – 700 kg CO<sub>2</sub> eq 0-3,17%

Los refrigerantes empleados en climatización deben tener un potencial de calentamiento global (en inglés, GWP, Global Warming Potential) entre 700 y 150 kg de CO<sub>2</sub>eq o inferior.

Identificar los refrigerantes empleados en la climatización del edificio y recopilar la documentación técnica del refrigerante empleado que justifique su potencial de calentamiento global (GWP).

En la Tabla A del Apéndice 1 de la instrucción técnica complementaria IF-02 del Reglamento de Seguridad para Instalaciones Frigoríficas (aprobados por el RD 552/2019, de 27 de septiembre) se puede ver la clasificación de los refrigerantes y su potencial de calentamiento global o atmosférico (PCA; en inglés, GWP):

Clasificación		Nº de Refrigerante (2)	DENOMINACIÓN (composición = % peso)	Fórmula	Masa Molecular (3) kg/kmol	Densidad de vapor a 25 °C a 101,3 kPa kg/m³	Límite Práctico (4) kg/m³	Punto de Ebullición 101,3 kPa (5) °C	ATEL / ODL (6) (kg/m³)	Inflamabilidad		Potencial de calentamiento atmosférico (7) PCA 100	Potencial agotamiento de la capa de ozono (8) PAO	Clasif. según: (9) REP
Grupo L	Clase de seguridad									Temp. Autoignición °C	Límite inferior de inflamabilidad kg/m³			
1	A1	R-11	Triclorofluorometano	CCl <sub>3</sub> F(10)	137.4	5.52	0.3	24	0.0082	ND	NF	4750	1	2
1	A1	R-12	Diclorodifluorometano	CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub> (10)	120.9	4.94	0.5	-29	0.088	ND	NF	10900	1	2
1	A1	R-12B1	Bromoclorodifluorometano	CBrClF <sub>2</sub> (10)	165.4	6.76	0.2	-4	ND	ND	NF	1.890	3	2
1	A1	R-13	Clorotrifluorometano	CClF <sub>3</sub> (10)	104.5	4.27	0.5	-81	ND	ND	NF	14.400	1	2

La tabla de clasificación de los refrigerantes contiene toda la información química de más de 100 refrigerantes, a modo de ejemplo los refrigerantes más habituales son:

Nº de Refrigerante	Denominación	PCA / GWP
R410A	R-32/125 (50/50)	2.088
R134a	1,1,1,2-Tetrafluoretano	1.430

R407C	R-32/125/134a (23/25/52)	1.774
R32	Difluormetano	675
R1234ze	Trans 1,3,3,3 Tetrafluorpropeno	7

El R32 será obligatorio en equipos partidos de menos de 3kg de refrigerante (domésticos), a partir del 2025; adicionalmente, el R1234ze se plantea como sustituto del R134a.

## COMO Y CUANDO CONSEGUIR MEJORAR LOS INDICADORES

Conseguir cumplir este indicador parte de una selección de los equipos de climatización. En el mercado hay equipos que ya cuentan con refrigerantes que cumplen las condiciones, por lo que es una prescripción. No requiere

### Toma de decisiones

- Anteproyecto
- Proyecto Básico
- Proyecto de ejecución
- Fase de construcción

### Indicadores

- 
- 
- 
- 

## VIABILIDAD Y ESFUERZO

No requiere esfuerzo alguno, no compromete el diseño, ni altera decisiones que se hayan podido tomar antes de la ejecución. En instalaciones con bombas de calor y aerotermia, hay que optar por prescribir alguno de los refrigerantes que cumplen la condición.

## INTERACCIÓN CON OTROS INDICADORES