



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

Grado en Ingeniería Energética

Estudio de la Evaluación de la Huella de Carbono en la Universidad de Valladolid

Autor:

Martín Llorente, Diego

Tutores:

**Dr. Fr. Javier Rey Martínez
Dr. Javier M. Rey Hernández
Departamento de Ingeniería
Energética y Fluidomecánica**

Valladolid, junio 2025.

Dedicatoria:

*A mis padres y mi hermano
por apoyarme en este camino.*

Resumen y palabras clave

Resumen:

Este estudio ofrece un análisis y cuantificación de la huella de carbono aplicada a la sostenibilidad y descarbonización de la Universidad de Valladolid en sus cuatro campus universitarios “Valladolid, Palencia, Segovia y Soria”.

En primer lugar, se calculó la huella de carbono institucional según la metodología estándar internacional GHG Protocol, mediante un software del Ministerio para la Transición Ecológica. Posteriormente, se evaluaron los diferentes tipos de consumo de energía y su evolución de la UVA durante una década. Esto nos permitió identificar áreas de mejora, reduciendo de la huella de carbono de los cuatro campus universitarios.

El estudio se alinea con las políticas nacionales e internacionales de la UE relativas a la sostenibilidad, escenario 2030-50 y anticipa la futura obligatoriedad del cálculo de la huella de carbono para otras organizaciones similares.

Palabras clave:

Sostenibilidad, huella de carbono, campus universitarios, descarbonización, energía.

Abstract:

This study provides an analysis and quantification of the carbon footprint in relation to sustainability and decarbonization at the University of Valladolid across its four campuses: Valladolid, Palencia, Segovia, and Soria.

First, the institutional carbon footprint was calculated using the international standard methodology of the GHG Protocol, through software provided by the Ministry for the Ecological Transition. Subsequently, the different types of energy consumption and their evolution at the University of Valladolid over a decade were evaluated. This allowed us to identify areas for improvement, reducing the carbon footprint of the four university campuses.

The study aligns with national and international EU sustainability policies, within the 2030–2050 framework, and anticipates the future requirement for carbon footprint calculation for similar organizations.

Keywords:

Sustainability, carbon footprint, university campuses, decarbonization, energy.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.....	15
Introducción.....	15
Objetivos	16
CAPÍTULO 1: ESTADO DEL ARTE.....	17
1.1 EL CAMBIO CLIMÁTICO	19
1.2 POLÍTICAS CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO	21
1.2.1 Objetivos y metas de desarrollo sostenible de la ONU.....	21
1.2.2 Políticas de descarbonización de la Unión Europea.....	24
1.2.3 Políticas de descarbonización en España	26
1.2.4 Políticas de descarbonización en Castilla y León.	28
1.2.5 Políticas de descarbonización en la Universidad de Valladolid	28
1.3 INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD	29
1.3.1 Huella de Carbono	29
1.3.2 Otros indicadores de sostenibilidad	33
CAPÍTULO 2: HUELLA DE CARBONO UVA	35
2.1 Descripción de la organización.....	37
2.2 Metodología	39
2.3 Límites del estudio	41
2.4 Alcance 1 y alcance 2	43
2.4.1 Consumo de combustible en instalaciones fijas	43
2.4.2 Vehículos de combustión	46
2.4.3 Equipos de climatización	47
2.4.4 Consumo eléctrico	48
2.4.5 Resultados alcance 1 y alcance 2	52
2.5 Alcance 3.....	69
2.5.1 Movilidad pendular habitual.....	71
2.5.2 Viajes institucionales	78
2.5.3 Agua	86
2.5.4 Residuos	88
2.5.5 Resultados alcance 3	93

2.7 Resultado global.....	94
2.7 Consumos	96
2.7.1 Consumos por campus	96
2.7.2 Consumos en total	100
2.8 Renovables	102
CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	107
3.1 Escenario actual	109
3.2 Comparación con una década.....	111
3.3 Plan de futuro	112
CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES.....	115
CAPÍTULO 5: TRABAJOS FUTUROS	119
CAPÍTULO 6: BIBLIOGRAFÍA	123
CAPÍTULO 7: ANEXOS	131

ÍNDICE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 El gráfico muestra que el CO ₂ atmosférico ha aumentado desde la Revolución Industrial, según datos de núcleos de hielo y mediciones recientes[3].	19
Ilustración 2 Comparación entre la temperatura global y la energía solar recibida desde 1880 muestra que, es extremadamente improbable que el Sol sea la causa del calentamiento global en el último medio siglo.[4]	20
Ilustración 3 Objetivos de Desarrollo Sostenible, tratados en este documento. [9]	22
Ilustración 4 Diagrama Sankey de la energía en España en 2023. Cifras en ktep. [19]	26
Ilustración 5 Consumo de energía primaria 2000-2023 en España. [19]	27
Ilustración 6 Emisiones de CO ₂ totales en Mt. Fuente: Datos Macro CO ₂ , España [23].	27
Ilustración 7 Agenda 2030, Universidad de Valladolid. [26]	28
Ilustración 8 Las concentraciones de gases de efecto invernadero de larga vida han aumentado desde 1750 debido a actividades humanas en la era industrial. Se miden en ppm o ppb, indicando su proporción en la atmósfera.[36]	30
Ilustración 9 Aporte de cada uno de los tres alcances a la huella de carbono. [1]	31
Ilustración 10 Ubicación de España y de Castilla y León dentro de Europa. [40]	37
Ilustración 11 Mapa de la comunidad de Castilla y León, España. En el se encuentra destacado las provincias donde se localizan los cuatro campus de la Universidad de Valladolid. Los colores utilizados para destacar cada provincia son utilizados en todo el documento. Generado con tecnología de Bing por fuente propia.	37
Ilustración 12 Etapas del estudio	40
Ilustración 13 CALCULO; REDUZCO; COMPENSO.	112

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1 Potencial de calentamiento global de los gases de efecto invernadero. [35]	29
Tabla 2 Límites del estudio. Fuente: propia.	42
Tabla 3 Consumo de combustible en instalaciones fijas. De los cuatro campus. Gas natural, gasóleo y biomasa de astilla.	43
Tabla 4 Vehículos de combustión propios de la organización.	46
Tabla 5 Consumo de electricidad por edificios, de los cuatro campus.	49
Tabla 6 Consumo de electricidad por vehículos de la organización.	50
Tabla 7 Consumo de calor a través de energía eléctrica.....	51
Tabla 8 Resultado alcance 1 y alcance 2, por cada uno de los gases.	52
Tabla 9 Emisiones directas por cada gas. En kilogramos de CO ₂ e equivalente.	54
Tabla 10 Resultados por gases desglosados según actividades, de las emisiones directas.	55
Tabla 11 Resultados de las emisiones directas según actividades.....	55
Tabla 12 Cómputo global de las emisiones de los alcances 1 y 2.	55
Tabla 13 Emisiones en t CO ₂ e del campus de Palencia. Alcance 1, Alcance 2 y Total.	56
Tabla 14 Emisiones en kg CO ₂ e del campus de Palencia según sus fuentes de emisión.	56
Tabla 15 Emisiones en t CO ₂ e del campus de Soria. Alcance 1, Alcance 2 y Total.	58
Tabla 16 Emisiones en kg CO ₂ e del campus de Soria según sus fuentes de emisión.	58
Tabla 17 Emisiones en t CO ₂ e del campus de Segovia. Alcance 1, Alcance 2 y Total	60
Tabla 18 Emisiones en kg CO ₂ e del campus de Segovia según sus fuentes de emisión.	60
Tabla 19 Emisiones en t CO ₂ e del campus de Valladolid. Alcance 1, Alcance 2 y Total.....	62
Tabla 20 Emisiones en kg CO ₂ e del campus de Valladolid según sus fuentes de emisión. ...	62
Tabla 21 Resumen de las emisiones en kilogramos de CO ₂ e, de cada uno de los campus y su sumatorio, en función de la fuente de emisión.	64
Tabla 22 Resumen en toneladas de CO ₂ e para los dos alcances obligatorios. Desglosados por campus y su sumatorio.....	65
Tabla 23 Porcentaje de personas que utiliza cada medio de transporte, por la comunidad universitaria.....	71
Tabla 24 N.º. de personas según el medio de transporte, por la comunidad universitaria ...	73
Tabla 25 Distancia media recorrida por viaje en kilómetros, por la comunidad universitaria.	73
Tabla 26 N.º medio de viajes realizado por la comunidad universitaria, en función de cada día de la semana.	73
Tabla 27 Distancia media recorrida por día, por la comunidad universitaria.	74
Tabla 28 Datos DGT sobre el tipo de turismos en la ciudad de Valladolid para el año 2023. [50]	74
Tabla 29 Factores de emisión utilizados para cada medio de transporte.	75
Tabla 30 Emisiones de CO ₂ e por día en función del medio de transporte, de la comunidad universitaria.....	76
Tabla 31 Emisiones de CO ₂ e anual en función del medio de transporte, de la comunidad universitaria.....	76
Tabla 32 Cómputo global de las emisiones de CO ₂ e anual en función del medio de transporte, de la comunidad universitaria	77
Tabla 33 Factores de emisión utilizados en los viajes institucionales. [54], [55]	79
Tabla 34 Cálculo de las emisiones de los viajes institucionales por trayectos.	84

Tabla 35 Resultado de las emisiones debidas a los viajes institucionales.	84
Tabla 36 Distancia recorrida por los distintos transportes en los viajes institucionales.	85
Tabla 37 Volumen de agua según los diferentes campus.	87
Tabla 38 Emisiones debidas al agua.	87
Tabla 39 Emisiones generadas por los residuos. Desglosado por cada tipo de residuo, factor de emisión utilizado y cómputo global.	91
Tabla 40 Resumen de las emisiones del alcance 3.	93
Tabla 41 Resultado final, en toneladas de CO ₂ e de los alcances 1,2 y 3.	94
Tabla 42 Comparativa de distancias que podríamos recorrer con un coche diésel para contaminar los kg CO ₂ e emitidos en 2023. Y los árboles que deberían ser plantados para capturar esas emisiones.	95
Tabla 43 Cálculo de la equivalencia de emisiones.	95
Tabla 44 Consumo del campus de Palencia en kWh.	96
Tabla 45 Consumo del campus de Soria en kWh.	97
Tabla 46 Consumo del campus de Segovia en kWh.	98
Tabla 47 Consumo del campus de Valladolid en kWh.	99
Tabla 48 Consumos de la Universidad de Valladolid en kWh.	100
Tabla 49 Comparación con una década.	111
Tabla 50 Reducción de emisiones en el transcurso de una década.	111
Tabla 51 Instalaciones fijas; factores de emisión (kgCO ₂ e/ud). [49].	133
Tabla 52 Instalaciones fijas; factores de emisión por gases. [49]	134
Tabla 53 Vehículos; cantidad de combustible consumido; factores de emisión (kgCO ₂ e/ud). [49]	136
Tabla 54 Vehículos; cantidad de combustible consumido; factores de emisión por gases. [49]	137
Tabla 55 Vehículos; distancia recorrida (km); factores de emisión (kgCO ₂ e/ud). [49].	138
Tabla 56 Vehículos; distancia recorrida (km); factores de emisión por gases. [49]	138
Tabla 57 PCA para climatización [35].	139
Tabla 58 Factores de Mix eléctrico de las comercializadoras (emisiones indirectas). [44] .	142

ÍNDICE ECUACIONES

Ecuación 1 Cálculo Huella de Carbono.[28]	32
Ecuación 2 Cálculo kilogramos de astilla.	44
Ecuación 3 Fugas de refrigerante [28]	47
Ecuación 4 Cálculo de distancia por día en función del, n.º de viajes y la distancia media recorrida.....	73
Ecuación 5 Emisiones por día en función de, distancia media recorrida por día, factor de emisión y n.º de personas.....	74
Ecuación 6 Emisiones por día en función de, distancia media recorrida por día, factor de emisión y n.º de personas. Para vehículos compartidos.....	74
Ecuación 7 Factor medio de emisión de los viajes institucionales.....	85
Ecuación 8 COP de calefacción.....	104
Ecuación 9 Cálculo potencia calorífica.	104
Ecuación 10 Cálculo de energía renovable.	104

ÍNDICE GRÁFICOS

Gráfico 1 Resultados alcance 1 y alcance 2 por gases.....	53
Gráfico 2 Comparativa de los gases para las emisiones directas, en kg CO ₂ e.....	54
Gráfico 3 Comparativa de los alcances 1 y 2, del campus de Palencia.....	56
Gráfico 4 Comparativa porcentual de las fuentes de emisión del campus de Palencia.	56
Gráfico 5 Comparativa de los alcances 1 y 2, del campus de Soria.....	58
Gráfico 6 Comparativa porcentual de las fuentes de emisión del campus de Soria.	58
Gráfico 7 Comparativa de los alcances 1 y 2, del campus de Segovia.....	60
Gráfico 8 Comparativa porcentual de las fuentes de emisión del campus de Segovia.	60
Gráfico 9 Comparativa de los alcances 1 y 2, del campus de Valladolid.	62
Gráfico 10 Comparativa porcentual de las fuentes de emisión del campus de Valladolid. ..	62
Gráfico 11 Comparativa de los alcances 1 y 2, de la Universidad de Valladolid.	65
Gráfico 12 Comparativa resumen de los alcances 1 y 2, en función de los campus de la Universidad de Valladolid.	66
Gráfico 13 Comparación porcentual de las emisiones del alcance 1 por campus.	67
Gráfico 14 Comparación porcentual de las emisiones del alcance 2 por campus.	67
Gráfico 15 Comparación porcentual de las emisiones de los alcances 1 y 2 por campus. ..	68
Gráfico 16 Distribución de las emisiones de los alcances 1 y 2 geográficamente.	68
Gráfico 17 Medio de transporte que utilizan los alumnos en porcentaje.	72
Gráfico 18 Medio de transporte que utilizan los transportes en porcentaje.	72
Gráfico 19 Gráfico de emisiones AUVASA 2018 - 2023. [51]	75
Gráfico 20 Comparativa de emisiones por movilidad de la comunidad universitaria, en función del medio de transporte utilizado.	77
Gráfico 21 Comparación porcentual de las emisiones ocasionadas por los distintos transportes en los viajes institucionales.	84
Gráfico 22 Comparación porcentual de la distancia recorrida por los distintos transportes en los viajes institucionales.	85
Gráfico 23 Comparativa del consumo de agua en los diferentes campus	87
Gráfico 24 Cantidad de residuos generados.	89
Gráfico 25 Representación de las emisiones totales por cada tipo de residuo.	91
Gráfico 26 Comparativa numérica de los tres alcances.....	94
Gráfico 27 Comparativa porcentual de los tres alcances.....	94
Gráfico 28 Consumo del campus de Palencia porcentualmente.	96
Gráfico 29 Consumo del campus de Soria porcentualmente.	97
Gráfico 30 Consumo del campus de Segovia porcentualmente.	98
Gráfico 31 Consumo del campus de Valladolid porcentualmente.	99
Gráfico 32 Consumos de la Universidad de Valladolid porcentualmente.	101
Gráfico 33 Comparativa de los consumos de la Universidad de Valladolid por cada campus.	101
Gráfico 34 Porcentaje de energía renovable en el campus de Palencia.....	102
Gráfico 35 Porcentaje de energía renovable en el campus de Soria.	103
Gráfico 36 Porcentaje de energía renovable en el campus de Segovia.	104
Gráfico 37 Porcentaje de energía renovable en el campus de Valladolid.	105
Gráfico 38 Porcentaje de energía renovable en la Universidad de Valladolid.	106
Gráfico 39 Situación de la UVa en el caso de tener electricidad 100% verde.	113

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Introducción

En el contexto actual de emergencia climática y agotamiento de los recursos naturales, la adopción de prácticas sostenibles se ha convertido en un imperativo ineludible para todo tipo de organizaciones, incluidas las instituciones de educación. La creciente frecuencia e intensidad de fenómenos meteorológicos extremos, junto con el aumento de la temperatura media global, ponen de relieve la urgencia de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y avanzar hacia un modelo de desarrollo bajo en carbono.

En este escenario, las universidades desempeñan un papel clave. No solo forman a las generaciones futuras, sino que también pueden actuar como auténticos líderes para la innovación y la aplicación de soluciones verdes, contribuyendo de manera activa a la transición energética y a la descarbonización de la sociedad.

La Universidad de Valladolid, consciente de esta responsabilidad social y ambiental, ha puesto en marcha un ambicioso estudio que abarca los cuatro campus de su ámbito de influencia. El objetivo principal es cuantificar y analizar de manera rigurosa la huella de carbono institucional, entendida como la suma total de emisiones directas e indirectas derivadas de todas las actividades universitarias. Para ello, se ha adoptado el Greenhouse Gas Protocol, el estándar internacionalmente reconocido que establece un marco metodológico sólido y trazable para la medición y gestión de emisiones.

Dicho protocolo clasifica las emisiones en tres alcances, de los cuales los dos primeros son de cumplimiento obligatorio. Estos alcances comprenden, respectivamente, las emisiones directas procedentes de fuentes controladas por la organización (alcance 1) y las emisiones indirectas asociadas al consumo de energía eléctrica (alcance 2). La determinación de estos dos primeros niveles se ha realizado mediante un software especializado, desarrollado por el Ministerio para la Transición Ecológica, que permite una recopilación de datos detallada y una trazabilidad fiable de las emisiones. Además, se ha incluido un tercer nivel opcional (alcance 3), que contempla otras fuentes indirectas, como la movilidad de trabajadores y estudiantes, gestión de residuos o el uso del agua, ofreciendo así una visión más completa y exhaustiva de la realidad energética y ambiental de la institución.

Paralelamente, se ha llevado a cabo un análisis de los patrones de consumo energético y de los indicadores asociados. Además, se ha podido ver la evolución de la institución comparándolo con una década lo cual permite identificar progresos y, muy especialmente, las áreas con mayor potencial de

mejora. De esta manera, se pueden establecer líneas de actuación priorizadas que faciliten la implementación de medidas de eficiencia energética, el fomento de energías renovables y el desarrollo de una cultura de sostenibilidad compartida entre todos los miembros de la comunidad universitaria.

En definitiva, este estudio no solo aspira a ofrecer un diagnóstico preciso de la huella de carbono de la Universidad de Valladolid, sino también a sentar las bases para un plan estratégico de descarbonización que impulse a sus campus hacia un futuro más verde, resiliente y comprometido con la lucha contra el cambio climático.

Objetivos

- **Cuantificación del impacto ambiental:** Determinar la huella de carbono de la universidad a través de un método riguroso basado en estándares internacionales, abarcando múltiples alcances de emisiones.
- **Análisis energético:** Evaluar de forma detallada los diversos tipos de consumo energético y el aprovechamiento de fuentes renovables en cada campus.
- **Comparación intercampus:** Establecer un análisis comparativo de los cuatro campus para detectar diferencias y semejanzas en sus perfiles de emisiones y consumo energético.
- **Identificación de oportunidades:** Detectar las áreas críticas y potenciales mejoras en términos de eficiencia energética y reducción de emisiones.
- **Línea base histórica:** Definir una referencia temporal a partir de los datos de los últimos nueve años para medir de forma objetiva la evolución y el progreso en reducción de emisiones.
- **Orientación estratégica:** Proporcionar información clave que sirva como base para la toma de decisiones futuras y el diseño de políticas ambientales que impulsen la descarbonización.
- **Liderazgo en sostenibilidad:** Posicionar a la universidad como referente en innovación y responsabilidad ambiental, anticipándose a la posible obligatoriedad de este tipo de evaluaciones para otras organizaciones.
- **Cumplimiento normativo y objetivos:** Verificar el grado de alineación con la legislación nacional y directivas europeas sobre cambio climático.

CAPÍTULO 1: ESTADO DEL ARTE

1.1 EL CAMBIO CLIMÁTICO

El **cambio climático** se refiere a una variación significativa y prolongada en el estado del clima, identificable a través de datos estadísticos sobre cambios en los promedios y la variabilidad de sus propiedades. Estos cambios pueden durar décadas o incluso períodos más largos.

Las causas del cambio climático pueden ser naturales, como las variaciones en los ciclos solares, las erupciones volcánicas o procesos internos del clima. Sin embargo, su origen también puede ser antropogénico, es decir, también puede ser resultado de actividades humanas que modifican la composición de la atmósfera, del agua o el uso del suelo de manera persistente.[1]

Según la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), el cambio climático se define como una alteración del clima atribuida directa o indirectamente a la actividad humana, la cual modifica la composición de la atmósfera global y se suma a la variabilidad climática natural. Distinguiendo por tanto entre el cambio climático causado por el ser humano y las variaciones climáticas de origen natural.[2]

En los últimos 800.000 años han ocurrido ocho glaciaciones junto con periodos más cálidos. El final de la última glaciación hace aproximadamente 11.700 años dio origen a la era climática moderna.[3]

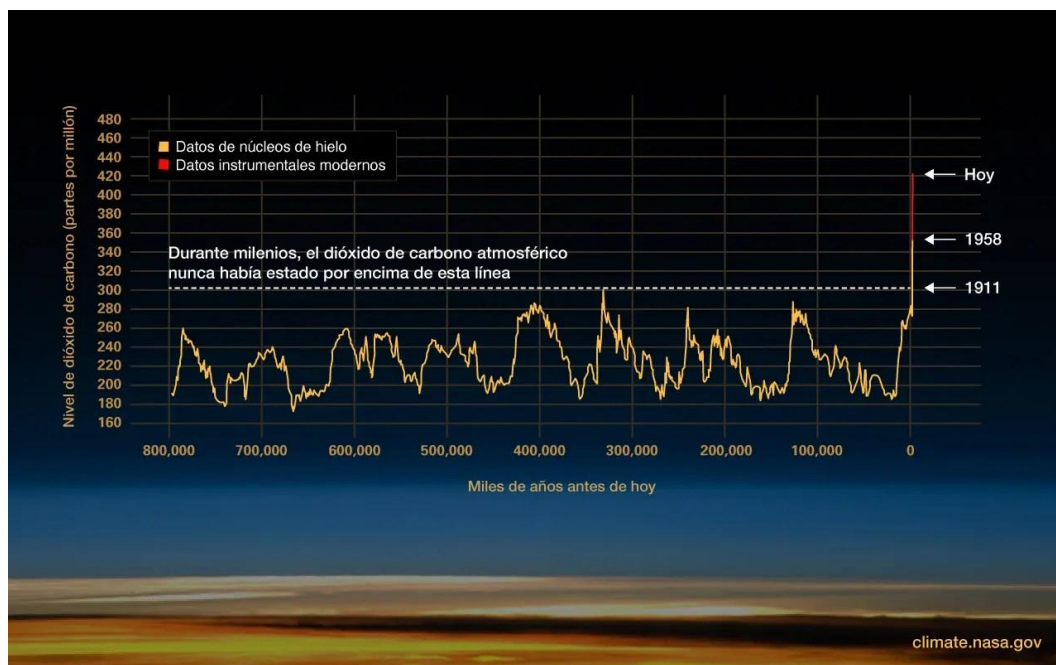


Ilustración 1 El gráfico muestra que el CO₂ atmosférico ha aumentado desde la Revolución Industrial, según datos de núcleos de hielo y mediciones recientes[3]

En esta era, la tendencia de calentamiento es distinta, ya que es resultado directo de las actividades humanas desde mediados del siglo XIX y avanza a un ritmo sin precedentes en miles de años. Es innegable que la acción humana ha generado gases en la atmósfera que han retenido más energía del Sol dentro del sistema terrestre.

El exceso de energía acumulada en el sistema terrestre ha provocado un aumento de la temperatura en la atmósfera, los océanos y la superficie terrestre, generando transformaciones rápidas y generalizadas en el clima, la criósfera y la biosfera. Como resultado, el balance energético de la Tierra se ha visto alterado, ya que la mayor concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera atrapa más radiación, lo que eleva la temperatura media del planeta.

Este fenómeno, conocido como **calentamiento global**, tendrá efectos a corto, medio y largo plazo, con impactos tanto locales como globales. Entre sus principales consecuencias, se encuentran el aumento del nivel del mar, la intensificación de fenómenos climáticos extremos y la extinción masiva de especies animales y vegetales.[4]

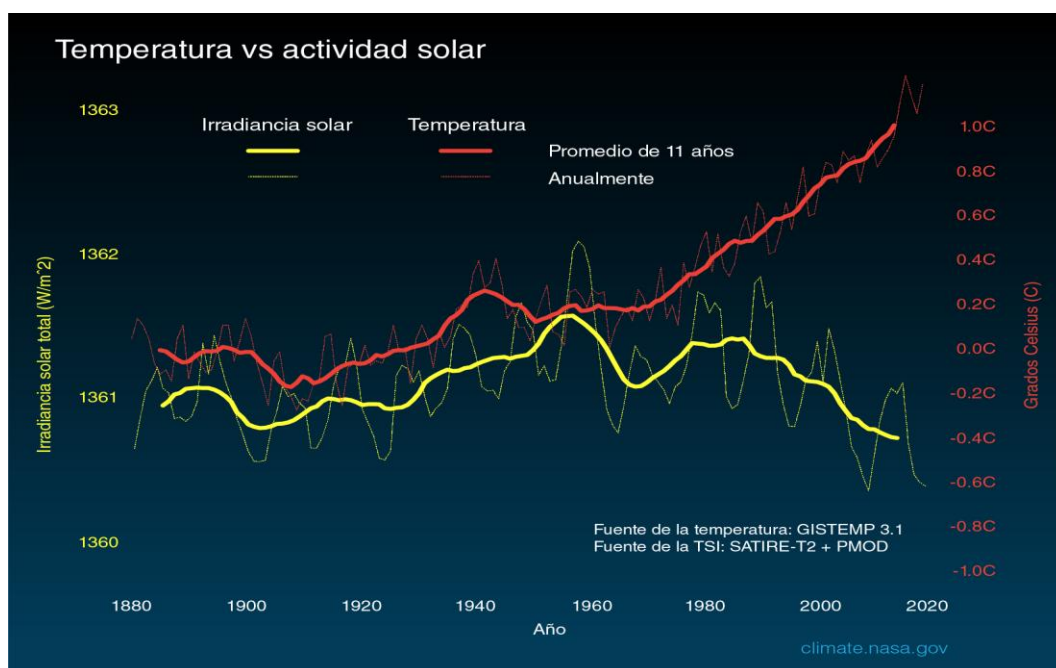


Ilustración 2 Comparación entre la temperatura global y la energía solar recibida desde 1880 muestra que, es extremadamente improbable que el Sol sea la causa del calentamiento global en el último medio siglo.[4]

1.2 POLÍTICAS CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO

1.2.1 Objetivos y metas de desarrollo sostenible de la ONU

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) lleva varios años buscando la sostenibilidad a través de acuerdos, teniendo siempre en cuenta los tres pilares de la sostenibilidad, la protección ambiental, el bienestar social y el desarrollo económico.[2]

Este compromiso de las Naciones Unidas se vio materializado en el año 1994, cuando entró en vigor la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

1.2.1.1 Protocolo Kioto

En 1997 se realizó el primer acuerdo internacional legalmente vinculante, con la finalidad de que los estados se comprometieran, entre 2008 y 2012, a reducir en un 5% a nivel global las emisiones de 6 tipos de gases de efecto invernadero a la atmósfera, tomando como referencia los niveles de 1990. Además, se establecieron mecanismos de mercado como el comercio de emisiones.[5]

Este acuerdo se enfocó a los países más contaminantes pero el escaso compromiso y cumplimiento del acuerdo hizo que se realizaran nuevas cumbres para buscar acuerdos.

1.2.1.2 Acuerdo de París

El pacto global contra el cambio climático, conocido como el Acuerdo de París, corresponde con la Conferencia de las Partes (COP) número 21. En el cual se acordaron las diferentes cuestiones[6]:

- Establecer como meta a largo plazo que el aumento de la temperatura media global sea muy inferior a 2°C en comparación con los niveles preindustriales.
- Limitar este incremento a un máximo de 1.5°C para reducir significativamente los impactos negativos del cambio climático.
- Lograr el pico de emisiones globales de gases de efecto invernadero lo antes posible, reconociendo que los países en desarrollo podrían necesitar más tiempo para alcanzarlo.
- Implementar reducciones drásticas en las emisiones tras alcanzar dicho pico, siguiendo las mejores evidencias científicas disponibles.

En comparación con el Protocolo Kioto, todos los países deben presentar planes climáticos en vez de solo los países más desarrollados, el objetivo se enfoca a limitar el aumento de temperatura en lugar de reducir las emisiones y se da un enfoque más amplio, incluyendo financiamiento y adaptación.

1.2.1.3 Objetivos de desarrollo sostenible

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) fueron aprobados el 25 de septiembre de 2015 por los líderes mundiales. Un conjunto de metas globales con el propósito de eliminar la pobreza, cuidar el medioambiente y promover el bienestar general dentro de una nueva agenda de desarrollo sostenible. Este plan incluye 17 objetivos, cada uno con metas concretas a alcanzar en un plazo de 15 años, contando con la colaboración de gobiernos, el sector privado y la sociedad civil.[7]

Muchos de estos objetivos están interrelacionados, para nuestro caso de estudio nos atañan en especial:

- **Objetivo nº6:** Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos.
- **Objetivo nº7:** Garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos.
- **Objetivo nº11:** Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.
- **Objetivo nº12:** Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.
- **Objetivo nº13:** Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos. En especial la meta 13.2 la cual dice incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales. Más en particular como nos informa el Instituto Nacional de Estadística los siguiente dos indicadores: [8]
 - Indicador 13.2.1. Número de países con contribuciones determinadas a nivel nacional, estrategias a largo plazo y planes y estrategias nacionales de adaptación y estrategias indicadas en comunicaciones sobre la adaptación y comunicaciones nacionales .
 - Indicador 13.2.2. Emisiones totales de gases de efecto invernadero por año.



Ilustración 3 Objetivos de Desarrollo Sostenible, tratados en este documento. [9]

1.2.1.4 COP-28

Ha sido el último COP realizado, teniendo lugar en Dubái (Emiratos Árabes Unidos) del 30 de noviembre al 13 de diciembre de 2023, para evaluar los avances del Acuerdo de París. Con una asistencia de unos 85 mil participantes, entre ellos más de 150 jefes de Estado y de Gobierno y una representación de 198 países. [10]

Tras analizar que los avances del Acuerdo de París no se están alcanzando y su pronóstico de éxito no es muy alentador según los más críticos, se decidió acelerar la acción para el año 2030. En especial en esta cumbre lo más relevante ha sido la insistencia en acelerar hacia energías más renovables y realizar una transición hacia un futuro sin combustibles fósiles. Sin embargo, no hubo compromisos vinculantes. [10]

1.2.2 Políticas de descarbonización de la Unión Europea

La Unión Europea (UE) como entidad geopolítica que cubre gran parte del continente europeo es líder mundial en aportar medidas contra el cambio climático y la descarbonización. Teniendo recogido como uno de sus primeros objetivos proteger y mejorar la calidad del medio ambiente. [11]

Estableciendo acuerdos vinculantes entre los países miembros para avanzar hacia un sistema energético más sostenible y eficiente, con el objetivo de disminuir la emisión de gases de efecto invernadero y reducir el impacto ambiental. [11]

1.2.2.1 Acuerdo 20-20-20

El Acuerdo 20-20-20 fue una de las estrategias más ambiciosas de la Unión Europea para combatir el cambio climático y promover un modelo energético más sostenible. Adoptado en 2009, un paquete de medidas con tres objetivos principales que debían cumplirse para el año 2020: [12]

1. Reducir en un 20% las emisiones de gases de efecto invernadero (en comparación con 1990).
2. Incrementar al 20% el uso de energías renovables.
3. Mejorar la eficiencia energética en otro 20%.

Para garantizar el cumplimiento del objetivo de reducción de emisiones, se implementó el Régimen de Comercio de Derechos de Emisión (RCDE). Este sistema establece límites de emisión para las empresas más contaminantes, como centrales eléctricas, grandes industrias y compañías aéreas. A estas empresas se les asignan derechos de emisión, que pueden comprar o vender en función de sus necesidades. Si superan el límite permitido, deben pagar sanciones, mientras que aquellas que reduzcan sus emisiones pueden guardar o vender sus derechos, incentivando así una reducción eficiente y rentable de la contaminación. [12]

El RCDE regula actualmente alrededor del 45% de las emisiones de la UE, permitiendo reducir las emisiones donde resulte más económicamente viable, y a su vez impulsando la inversión en energías limpias. [12]

Gracias a la aplicación del Acuerdo 20-20-20 y el RCDE, la Unión Europea logró superar sus objetivos climáticos antes del 2020. Entre 1990 y 2016, las emisiones de gases de efecto invernadero se redujeron en un 23%, mientras que la economía creció un 53%, demostrando que el crecimiento económico y la sostenibilidad pueden ir de la mano. Además, solo en 2016, las emisiones disminuyeron en un 0,7%, mientras que el PIB creció un 1,9%, lo que evidencia el impacto positivo de estas políticas. [12]

1.2.2.2 Pacto Verde Europeo

El Pacto Verde Europeo o Green Deal, fue presentado en diciembre de 2019 por la Comisión Von der Leyen como una estrategia integral para combatir el cambio climático y transformar la economía de la Unión Europea en un modelo sostenible. Cuya meta es que Europa se convierta en el primer continente climáticamente neutro para 2050. [13, 14]

Para lograrlo, el plan incluye 50 acciones concretas, enfocadas en reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentar la economía circular y garantizar un uso más eficiente de los recursos. [13]

Uno de los pilares fundamentales del Pacto Verde es asegurar una transición justa, especialmente para aquellas regiones que dependen de los combustibles fósiles. Para ello, se ha establecido un Fondo de Transición Justa, que puede movilizar hasta 100.000 millones de euros para ayudar a las comunidades y sectores más afectados por la transformación ecológica. [13]

Además, el plan se centra en áreas clave como el desarrollo de energía limpia, la mejora de la eficiencia energética en edificios [14,15,16,17] y la modernización de la industria, con el objetivo de reducir en un 55% de las emisiones para 2030 respecto a 1990, marcando una hoja de ruta ambiciosa para alcanzar la neutralidad climática en 2050. [13]

Para poder alcanzar esta meta se estableció el Objetivo 55 por el cual hace que estos objetivos climáticos sean una obligación jurídica, consiguiendo una coherencia y equilibrio en: una transición justa y equilibrada socialmente, apoyo a la competitividad de la industria de la unión con condiciones equitativas a terceros países, y mantenga el liderazgo a nivel internacional en la lucha contra el cambio climático. [13]

En referencia a la independencia de la UE con los combustibles fósiles rusos y acelerar esta transición ecológica se presentó el llamado REPowerEU. Con este plan se buscó aumentar para el año 2030 de un 40% a un 45% las energías renovables [18], diversificar nuestros suministros trabajando con socios internacionales, y reducir los combustibles fósiles en los transportes y la industria. Sin embargo, esto lleva a aumentar la inversión para 2027 en 210.000 millones de euros. [13]

1.2.3 Políticas de descarbonización en España

A nivel nacional en España seguimos avanzando en la línea de los organismos internacionales de la mano de la Unión Europea. En 2018 se creó el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) con la intención de implantar estrategias para la descarbonización. Para ello este ministerio realiza un balance energético anual, el cual fue el siguiente para 2023.[19]

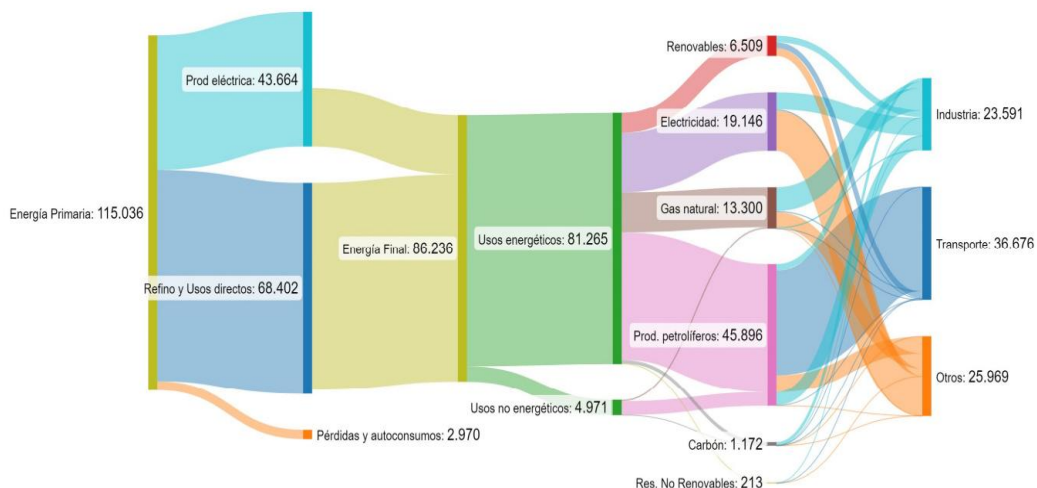


Ilustración 4 Diagrama Sankey de la energía en España en 2023. Cifras en ktep. [19]

Debido a las directrices internacionales de generar un plan de estrategia a largo plazo España elaboró en 2020, la Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo 2050 [20] con los objetivos ya establecidos a nivel europeo. Además, se realizan como hoja de ruta para 2030 los Planes Nacionales Integrados de Energía y Clima (PNIEC). [21, 22]

El más actualizado que este ministerio ha realizado es el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2023-2030 (PNIEC) acorde con la normativa nacional y europea. Cuyos objetivos de reducción de emisiones concretados para España son los siguientes: [21]

- 32 % de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero respecto a 1990.
- 48 % de renovables sobre el uso final de la energía.
- 43 % de mejora de la eficiencia energética en términos de energía final.
- 81 % de energía renovable en la generación eléctrica.
- Reducción de la dependencia energética hasta un 50 %.

Tanto los Planes Nacionales Integrados de Energía y Clima como la Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo 2050 están recogidos en la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética, que define el conjunto de normas necesarias para garantizar que España cumpla con los compromisos adquiridos en el Acuerdo de París. [22]

Todas estas medidas buscan fomentar una transición energética sostenible mediante el aumento gradual de la participación de fuentes limpias en la generación de energía. Existiendo una evolución significativa cada año hacia la descarbonización y la independencia de la energía primaria proveniente del exterior, la cual suele ser la importación de petróleo, gas natural, carbón u otras fuentes de energía no renovables. [19, 20, 21, 22]

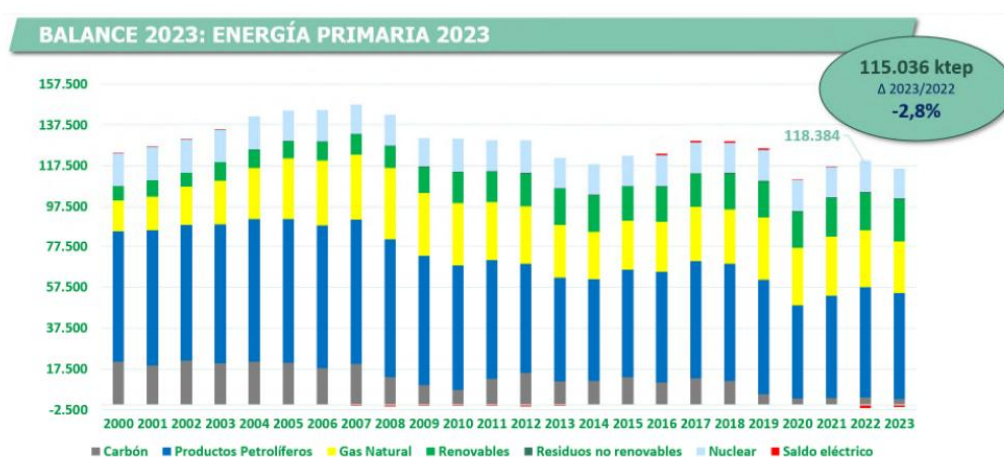


Ilustración 5 Consumo de energía primaria 2000-2023 en España. [19]

Gracias a estas políticas, España ve reducida su emisión de CO₂ a la atmósfera con una gran tendencia positiva en materia de descarbonización.

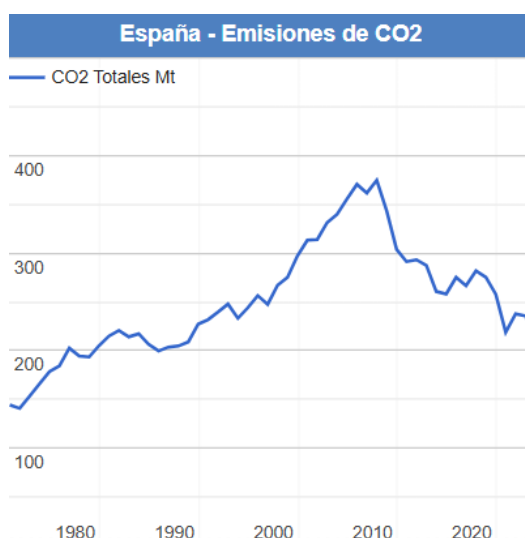


Ilustración 6 Emisiones de CO₂ totales en Mt. Fuente: Datos Macro CO₂, España [23]

1.2.4 Políticas de descarbonización en Castilla y León.

Castilla y León ha adoptado una estrategia de descarbonización alineada con los objetivos europeos para 2030 y 2050. La Junta impulsa la electrificación industrial, el uso de energías renovables y la eficiencia energética, con proyectos como la Red de Calor de Soria, que aprovecha biomasa forestal para reducir emisiones en entornos urbanos.[24]

En el ámbito del transporte, se promueven bonificaciones progresivas al transporte público y el desarrollo de una tarjeta única digital. Iniciativas como el bono rural gratuito, buscan reducir emisiones y mejorar la movilidad en zonas menos pobladas.[24]

1.2.5 Políticas de descarbonización en la Universidad de Valladolid

Desde la Universidad de Valladolid se está llevando a cabo un Plan de Sostenibilidad con el objetivo de ser un referente de “Institución pública sostenible”. Con el cual conseguirá reducir su consumo de energía, la reducción de costes económicos que esto conlleva, disminución de sus emisiones de CO₂ a la atmósfera e incremento de energías renovables. [25, 26, 27]

Los focos de actuación de este plan realizado en 2021, con la intención de alcanzar en 2030 las metas propuestas a nivel nacional en 2050, son los siguientes: [26]

- Energías renovables.
- Eficiencia energética.
- Edificios sostenibles.
- Uso del agua.
- Movilidad sostenible.
- Gestión de residuos.
- Comunicación.
- Gestión universitaria sostenible.



Ilustración 7 Agenda 2030, Universidad de Valladolid. [26]

1.3 INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD

La sostenibilidad en una organización o empresa busca a través de prácticas y estrategias el equilibrio entre el medio ambiente, la economía y la sociedad, viendo si es asumible su impacto a largo plazo.[28]

Para poder cuantificar el impacto [18, 27] de nuestra institución en estos tres ámbitos, es importante realizar estudios de sostenibilidad normalmente cuantitativos. A raíz de ello existen los indicadores de sostenibilidad ambiental entre los que podemos destacar la huella de carbono [16, 28], la huella ecológica [30], la huella hídrica [31] y la huella social[32].

1.3.1 Huella de Carbono

El dióxido de carbono (CO_2) es utilizado como referencia para medir el impacto de otros gases de efecto invernadero (GEI), estableciendo su potencial de calentamiento global (PCG) en 1. Siendo a su vez, el principal gas de efecto invernadero generado por la actividad humana, influyendo en el equilibrio térmico de la Tierra.[32, 33, 34, 35]

GEI	Fórmula Química	PCG
Dióxido de Carbono	CO_2	1
Metano	CH_4	27,9
Óxido nítrico	N_2O	273
Hexafluoruro de azufre	SF_6	24300
Trifluoruro de nitrógeno	NF_3	17400
Isoflurano	HCFE-235da2	539
Desflurano	HFE-236ea2	2590
Sevoflurano	HFE-347mmz1	195
Hexafluoroetano	C_2F_6 (PFC-116)	12400
Octofluoropropano	C_3F_8 (PFC-218)	9290

Tabla 1 Potencial de calentamiento global de los gases de efecto invernadero. [35]

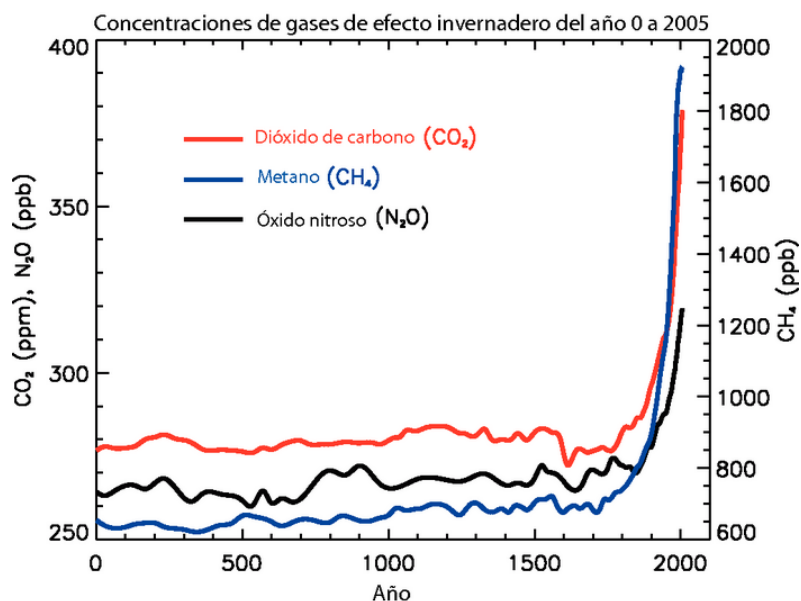


Ilustración 8 Las concentraciones de gases de efecto invernadero de larga vida han aumentado desde 1750 debido a actividades humanas en la era industrial. Se miden en ppm o ppb, indicando su proporción en la atmósfera.[36]

El Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico define, “La huella de carbono identifica la cantidad de emisiones de GEI que son liberadas a la atmósfera como consecuencia del desarrollo de cualquier actividad; permite identificar todas las fuentes de emisiones de GEI y establecer a partir de este conocimiento, medidas de reducción efectivas.”[28]

Existen dos tipos principales de metodologías de cálculo de la huella de carbono, **Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol)** y la ISO 14064-1 [33]. En este documento aplicaremos el GHG Protocol debido a que es el que utiliza el MITECO y es uno de los protocolos más utilizados con un estándar globalmente reconocido. Otros métodos conocidos son, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories o Bilan Carbone (Francia). [34]

En esta metodología, GHG Protocol, se distinguen dos tipos de huella de carbono: huella de carbono de producto y la **huella de carbono de organización o corporativa**. Es en esta segunda la que se aplicó en el presente documento. Gracias a la equivalencia mencionada con anterioridad, en la **Tabla 1** Potencial de calentamiento global de los gases de efecto invernadero. [35], entre el dióxido de carbono equivalente (CO_2e) con el resto de GEI podemos cuantificar las emisiones. [17, 33, 36]

Para analizar las diferentes fuentes de emisión el protocolo utiliza el concepto *Alcance*, estableciendo tres diferentes para poder proporcionarnos una radiografía completa de nuestras emisiones de GEI. [1]

Alcance 1: emisiones directas de GEI. Incluye aquellas generadas por fuentes que son propiedad de la organización o están bajo su control. Por ejemplo, emisiones provenientes de la combustión en calderas, hornos, vehículos, generadores, etc. También abarca las emisiones fugitivas (como fugas de aire acondicionado, fugas de GLP o refrigerantes, y pérdidas de metano (CH_4)). [1, 27]

Alcance 2: emisiones indirectas de GEI vinculados a la generación de electricidad. Aunque estas emisiones no ocurren dentro de las instalaciones de la entidad, son consecuencia directa de su actividad. [1, 27]

Alcance 3: otras emisiones indirectas que no están incluidas en los alcances anteriores y que provienen de fuentes ajenas a la organización, pero que están relacionadas con ella (como residuos, transporte o actividades logísticas). [1, 27]

En la siguiente ilustración podemos ver de forma gráfica el impacto de GEI de los tres alcances.

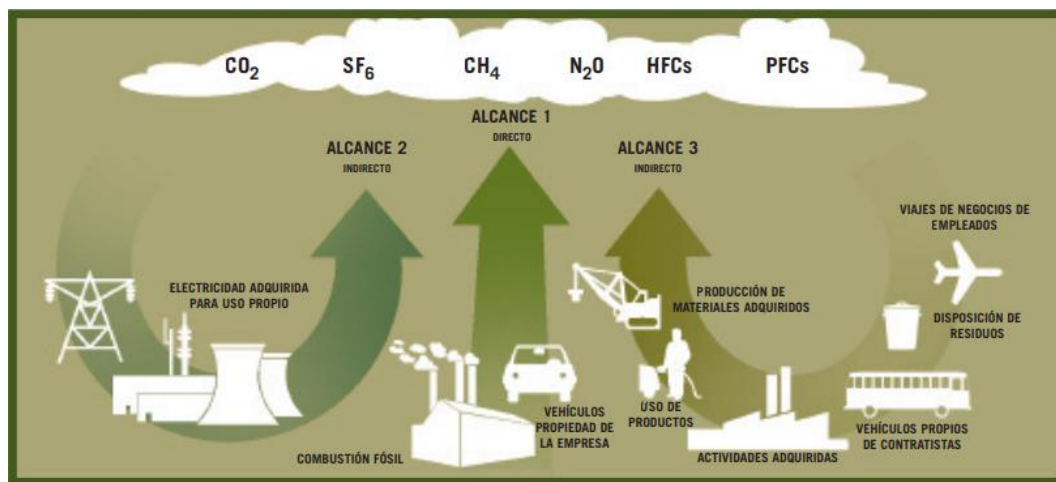


Ilustración 9 Aporte de cada uno de los tres alcances a la huella de carbono. [1]

De estos tres alcances, únicamente el alcance 1 y el alcance 2 son de cumplimiento obligatorio. Esto se debe a que el estudio del alcance 3 puede resultar complicado de cuantificar, ya que su evaluación depende en gran medida de la naturaleza y las características específicas de la actividad que desarrolla cada organización.

En lo referido a la metodología de cálculo, consiste el aplicar la siguiente ecuación: [28]

$$\text{Huella de carbono} = \text{Dato de actividad} \times \text{Factor de emisión}$$

Ecuación 1 Cálculo Huella de Carbono.[28]

En esta ecuación:

- El dato de actividad representa el valor que cuantifica el nivel o magnitud de la actividad que genera emisiones de GEI.
- El factor de emisión indica la cantidad de gases de efecto invernadero emitidos por cada unidad de dicho dato de actividad. Estos factores varían dependiendo de la actividad específica.

Es importante resaltar que la organización que lleva a cabo el cálculo de su huella de carbono, además de aportar en la lucha contra el cambio climático, obtiene los siguientes beneficios entre otros: [34]

- **Ahorros económicos**, generados al disminuir las emisiones de GEI principalmente a través de la reducción en el consumo de energía.
- **Participar en programas voluntarios**, ya sean nacionales (como el Registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de CO₂), regionales o impulsados por entidades privadas.
- **Fortalecer la reputación corporativa** y mejorar la posición de la empresa en el mercado.
- Lograr **reconocimiento externo** al implementar acciones voluntarias y anticipadas para reducir sus emisiones.
- **Optimización de procesos** y eficiencia operativa, la evaluación de emisiones suele revelar oportunidades para mejorar procesos, optimizar el uso de materias primas y reducir desperdicios
- **Acceso a financiamiento verde**, cada vez más entidades financieras, inversionistas y fondos priorizan proyectos y empresas con buenas prácticas ambientales.

1.3.2 Otros indicadores de sostenibilidad

También existen otros tipos de indicadores de sostenibilidad, pero con diferentes enfoques, algunos de ellos son los comentados a continuación.

Huella ecológica: es un indicador de sostenibilidad que mide el impacto que nuestro estilo de vida, el de una comunidad o el de una organización tiene sobre el medio ambiente. Representa la cantidad de superficie biológicamente productiva necesaria para producir los recursos que consumimos y absorber los residuos que generamos. Si esta superficie supera la capacidad del planeta o de un territorio específico para regenerar esos recursos y absorber esos desechos, se produce un déficit ecológico. [30]

Huella hídrica: es una medida que indica la cantidad total de agua dulce que una persona, comunidad u organización emplea, tanto de manera directa como indirecta, para generar los productos y servicios que utiliza.. Este cálculo incluye el agua consumida, evaporada o contaminada a lo largo de toda la cadena de producción, considerando tanto las aguas superficiales como las subterráneas. Para el caso de un país, su huella hídrica refleja tanto el uso del agua dentro de sus fronteras como el agua utilizada en otros países para fabricar los productos importados y consumidos por su población. [31]

Huella social: mide el efecto que generan las actividades de una empresa en el conjunto de la sociedad. Para calcularla, se toman en cuenta aspectos como la cantidad de empleos generados, el uso de recursos y los posibles desequilibrios o impactos negativos derivados de las dinámicas de este sector. [32]

Indicadores Level(s): son un conjunto de parámetros e indicadores básicos de sostenibilidad definidos por la Unión Europea. Estos parámetros están diseñados para edificios residenciales y de oficinas a lo largo de su ciclo de vida, consiguiendo proporcionar una terminología común. Estos indicadores abordan aspectos clave como el comportamiento ambiental, la salud y el bienestar, el coste y valor a lo largo del ciclo de vida, y los riesgos potenciales que pueden afectar el comportamiento futuro de los edificios. [38]

Certificado LEED: es un sistema de certificación de sostenibilidad para edificios. Entre los aspectos que analiza se encuentran la eficiencia energética, el uso eficiente y responsable del agua, la reducción de emisiones de GEI, el uso de materiales con bajo impacto ambiental, la gestión de residuos, la calidad ambiental interior y la aplicación de estrategias innovadoras para mejorar la sostenibilidad. Con ello establece criterios y puntuaciones en cada categoría, permitiendo clasificar las edificaciones certificadas en distintos niveles (Certificado, Plata, Oro o Platino), dependiendo del grado de cumplimiento de estos requisitos de sostenibilidad. [39]

CAPÍTULO 2: HUELLA DE CARBONO UVA

2.1 Descripción de la organización

En el presente documento se ha llevado a cabo un estudio detallado sobre la huella de carbono de la Universidad de Valladolid, situada en España. Este análisis se ha realizado conforme a los criterios establecidos por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, siguiendo las metodologías y normativas vigentes en materia de sostenibilidad ambiental.



Ilustración 10 Ubicación de España y de Castilla y León dentro de Europa. [40]



Con tecnología de Bing
© GeoNames, TomTom

Ilustración 11 Mapa de la comunidad de Castilla y León, España. En el se encuentra destacado las provincias donde se localizan los cuatro campus de la Universidad de Valladolid. Los colores utilizados para destacar cada provincia son utilizados en todo el documento. Generado con tecnología de Bing por fuente propia.

La Universidad de Valladolid es una institución académica pública con una amplia trayectoria y reconocimiento en el ámbito educativo e investigador. Su actividad se desarrolla en cuatro campus ubicados en la comunidad autónoma de Castilla y León, los cuales se encuentran distribuidos en las ciudades de **Valladolid, Palencia, Segovia y Soria**. En total, la universidad está conformada por 24 facultades y escuelas, además de 12 institutos universitarios y 8 laboratorios de investigación, que desempeñan un papel clave en el desarrollo del conocimiento y la innovación científica. [40, 41, 42]

Uno de los principales valores de esta institución radica en su comunidad universitaria, integrada por un total de 19243 estudiantes de grado, quienes representan el núcleo fundamental de la formación académica. A estos se suman 1.477 estudiantes de máster y 1332 estudiantes de doctorado, que amplían sus conocimientos en programas especializados de posgrado. Asimismo, la universidad cuenta con un equipo altamente cualificado compuesto por 2740 miembros del personal docente e investigador (PDI), quienes contribuyen activamente al avance del conocimiento en diversas disciplinas. [42]

Además, el funcionamiento administrativo y logístico de la institución está respaldado por 1087 profesionales pertenecientes al personal de administración y servicios (PAS), quienes desempeñan una labor esencial en el desarrollo diario de la universidad. Componiendo un total de **25879 personas**. [42]

Cabe destacar que la Universidad de Valladolid, con su larga trayectoria académica y su compromiso con la sostenibilidad, busca reducir su impacto ambiental a través de la medición y control de su huella de carbono, promoviendo iniciativas orientadas a la eficiencia energética, la reducción de emisiones y el fomento de prácticas responsables dentro de su comunidad universitaria. [41]

C.I.F. / N.I.F.: Q4718001C.

2.2 Metodología

Se lleva a cabo el cálculo de la huella de carbono de una organización acorde con las directrices establecidas en el **GHG Protocol** (Greenhouse Gas Protocol), una metodología ampliamente reconocida a nivel internacional para la medición y gestión de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Este cálculo abarca los tres alcances definidos por el protocolo, los cuales permiten evaluar de manera integral el impacto ambiental de la organización en términos de emisiones de CO₂ equivalente.

- Alcance 1: Referido las emisiones directas, es decir, aquellas generadas por fuentes que son propiedad de la organización o están bajo su control.
- Alcance 2: Considera las emisiones indirectas, derivadas del consumo de energía que adquiere la organización. Aunque estas emisiones no se producen dentro de las instalaciones de la entidad, son consecuencia directa de su actividad.
- Alcance 3: Engloba otras emisiones indirectas que no están incluidas en los alcances anteriores y que provienen de fuentes ajenas a la organización, pero que están relacionadas con su cadena de valor.

El alcance 3 no es obligatorio en la metodología escogida, pero se ha realizado para aportar un valor añadido al estudio.

Para la estimación de la huella de carbono correspondiente a los alcances 1 y 2, se emplea una aplicación informática desarrollada por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Este software proporciona una base de datos con los factores de emisión específicos para cada actividad, permitiendo realizar los cálculos de manera precisa y homogénea. La herramienta multiplica los valores de actividad por sus respectivos factores de emisión para obtener el resultado en CO₂ equivalente, unidad estándar utilizada para cuantificar el impacto ambiental de los gases de efecto invernadero. [44, 45]

Este estudio permite a la organización identificar sus principales fuentes de emisión y clasificarlas según su origen, con lo que gracias a ello se puede facilitar la implementación de estrategias de mitigación y mejora de su desempeño ambiental en línea con los objetivos de sostenibilidad y reducción de huella de carbono.

Para desarrollar el estudio de huella de carbono se deben seguir las siguientes etapas: descripción de la organización, definir alcance del estudio, definir año de cálculo, recopilación de datos, cálculo de CO₂e, propuestas de mejora.

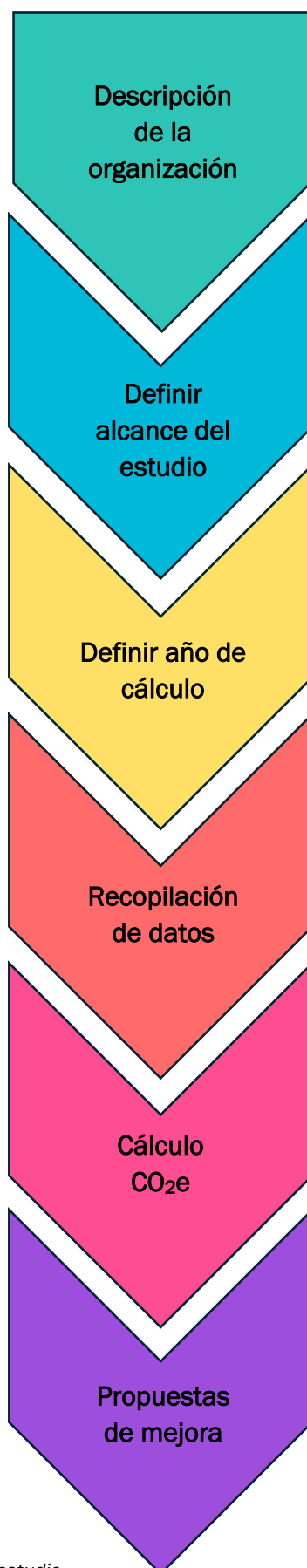


Ilustración 12 Etapas del estudio

2.3 Límites del estudio

El cálculo de la huella de carbono correspondiente a este estudio se ha realizado tomando como referencia el año 2023, considerando los datos disponibles para dicho período.

En cuanto a los límites de la organización, se ha establecido que el análisis abarque la totalidad de las actividades desarrolladas por la institución en sus cuatro campus ubicados en Castilla y León, los cuales incluyen Valladolid, Palencia, Segovia y Soria. De esta manera, se garantiza una evaluación integral que refleje con precisión el impacto ambiental de la organización en su conjunto. Respecto a los límites operativos, el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) se lleva a cabo conforme a los tres alcances definidos por el GHG Protocol.

Para el Alcance 1, como emisiones directas:

- Consumo de gas natural, utilizado en los distintos campus para calefacción y otros usos energéticos.
- Uso de biomasa, como fuente de energía en determinadas instalaciones.
- Consumo de gasóleo, empleado en equipos y sistemas de calefacción de la institución.
- Combustibles utilizados en los desplazamientos, considerando tanto el uso de turismos como de furgonetas pertenecientes a la organización.
- Fugas de gases fluorados provenientes de equipos de climatización, que representan una fuente significativa de emisiones debido a su alto potencial de calentamiento global, en caso de producirse.

En el alcance 2, como emisiones indirectas:

- Consumo eléctrico, correspondiente a la energía adquirida por la institución para el funcionamiento de sus instalaciones y actividades.

Y en el alcance 3, se han analizado las siguientes fuentes de emisión:

- Consumo de papel, para las actividades de docencia, administración e investigación.
- Residuos peligrosos, generados en diferentes laboratorios.
- Uso de tóner, utilizado para la impresión de documentos.
- Consumo de agua, necesaria tanto para la salud humana como para otras diversas actividades.
- Movilidad, de la comunidad universitaria en su conjunto.

Año de cálculo	2023
Límite de la organización	Incluye la totalidad de la actividad de la institución en sus cuatro campus: Valladolid, Palencia, Segovia y Soria.
Límites operativos	Alcances 1, 2 y 3 según el GHG Protocol.
Fuentes de emisión - Alcance 1 (Emisiones directas)	- Gas natural - Gasóleo - Biomasa - Combustibles en vehículos de la organización - Fugas de gases fluorados en equipos de climatización
Fuentes de emisión - Alcance 2 (Emisiones indirectas por energía adquirida)	- Consumo de electricidad
Fuentes de emisión - Alcance 3 (Otras emisiones indirectas)	- Movilidad pendular - Viajes institucionales - Agua - Residuos

Tabla 2 Límites del estudio. Fuente: propia.

2.4 Alcance 1 y alcance 2

2.4.1 Consumo de combustible en instalaciones fijas

Campus	Tipo de Combustible	Cantidad de comb (ud)	Factor emisión			Emisiones parciales				Emisiones totales kg CO2e
			kg CO2/ud	g CH4/ud	g N2O/ud	kg CO2	g CH4	g N2O		
Palencia	Gas natural (kWhPCS)	20823,0	0,182	0,016	0,000	3789,79	333,17	0,00	3799,08	
	Gas natural (kWhPCS)	396518,0	0,182	0,016	0,000	72166,28	6344,29	0,00	72343,28	
	Gas natural (kWhPCS)	810374,0	0,182	0,016	0,000	147488,07	12965,98	0,00	147849,82	
	Gas natural (kWhPCS)	3508799,0	0,182	0,016	0,000	638601,42	56140,78	0,00	640167,75	
Palencia	Gasóleo C (l)									
	Gasóleo C (l)		2,705	0,365	0,022	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Gasóleo C (l)		2,705	0,365	0,022	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Gasóleo C (l)	35400,0	2,705	0,365	0,022	95757,00	12921,00	778,80	96330,11	
Palencia	Biomasa astillas (kg)	604538,3	0,000	4,533	0,06	0,00	2740372,24	36272,30	86358,72	
	Biomasa astillas (kg)	287390,0	0,000	4,533	0,06	0,00	1302738,87	17243,40	41053,86	
	Biomasa astillas (kg)		0,000	4,533	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Biomasa astillas (kg)	6249812,5	0,000	4,533	0,06	0,00	28330400,06	374988,75	892790,09	
						957802,55	32462216,39	429283,25	1980692,71	

Tabla 3 Consumo de combustible en instalaciones fijas. De los cuatro campus. Gas natural, gasóleo y biomasa de astilla.

El consumo de combustibles en instalaciones fijas está incluido en el alcance 1 de las emisiones de gases de efecto invernadero, lo que implica que se contabilizan las emisiones generadas por el uso de combustibles en equipos fijos como calderas, quemadores, motores y otros dispositivos similares. En este caso, para nuestro estudio, hemos identificado tres tipos de combustibles utilizados en los campus de la universidad: gas natural, gasóleo y biomasa de astillas.

Respecto al gas natural, hemos obtenido los datos relativos a su consumo en términos de *kWhPCS* (Poder Calorífico Superior) a partir de las facturas de consumo de los cuatro campus universitarios. Este dato nos permite realizar el cálculo correspondiente de las emisiones generadas por el uso de gas natural en las instalaciones de la universidad.

Por otro lado, el gasóleo se utiliza principalmente de manera residual en el campus de Valladolid. A través de los registros disponibles, se ha observado que el gasóleo es consumido en ciertos períodos del año, aunque su uso no es constante y parece estar relacionado con el mantenimiento de los equipos en algunos edificios.

En cuanto a la biomasa de astillas, se emplea en tres de los campus de la universidad: Palencia, Soria y Valladolid. Se considera que la biomasa es un combustible neutro en emisiones de CO₂, ya que proviene de fuentes biogénicas, aun así, sigue generando emisiones de otros gases de efecto invernadero como el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O). Los datos disponibles sobre el consumo de biomasa en términos de *kWh* son proporcionados por la Oficina de Calidad Ambiental y Sostenibilidad, pero para nuestro software necesitamos convertir estos valores a kilogramos (*kg*).

Para realizar esta conversión, hemos consultado en la empresa encargada de la explotación de la planta térmica de biomasa, Recursos de la Biomasa S.L. (REBI), que tiene en su página web información sobre el consumo de la planta ubicada en el Campus Miguel Delibes. Según esos datos, en 2023, esta planta tuvo un consumo total de 22069734 *kWh*, utilizando 7886 toneladas de astillas anualmente. Utilizando una regla de tres, podemos determinar cuántos kilogramos de astillas corresponden a cada *kWh* consumido:

$$\frac{kWh * 788600 \text{ kg astilla}}{22069734 \text{ kWh}}$$

Ecuación 2 Cálculo kilogramos de astilla.

Este cálculo nos proporciona los kilogramos de biomasa necesarios para ser introducidos en nuestro sistema de software del MITECO. Aplicamos esta misma relación a los campus de Palencia y Soria, ya que la equivalencia de su consumo de biomasa es similar, aunque a menor escala.

Con todo ello, para estimar las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas al consumo de estos combustibles, multiplicamos las cantidades de combustible consumidas por los factores de emisión establecidos por el MITECO. A través de estos factores, calculamos las emisiones parciales y su equivalencia en kg de CO_2 equivalente ($\text{kg CO}_2\text{e}$). El resultado de estos cálculos es una cifra total de emisiones de **1980692,71 $\text{kg CO}_2\text{e}$** derivadas del consumo de combustibles en las instalaciones fijas de los campus de la universidad, como se puede observar en la (tabla...).

Si desglosamos por cada una de las tres fuentes y por sus cuatro campus obtenemos:

Gas natural:

- Palencia: 3799,08 $\text{kg CO}_2\text{e}$.
- Soria: 72343,28 $\text{kg CO}_2\text{e}$.
- Segovia: 147849,82 $\text{kg CO}_2\text{e}$.
- Valladolid: 640167,75 $\text{kg CO}_2\text{e}$.

Gasóleo:

- Valladolid 96330,11 $\text{kg CO}_2\text{e}$.

Biomasa:

- Palencia: 86358,72 $\text{kg CO}_2\text{e}$.
- Soria: 41053,86 $\text{kg CO}_2\text{e}$.
- Valladolid: 892790,09 $\text{kg CO}_2\text{e}$.

2.4.2 Vehículos de combustión

Campus	Tipo de combustible o aditivo	Cantidad (ud)	Factor emisión			Emisiones parciales			Emisiones totales $kg\ CO_2e$
			$kg\ CO_2/ud$	$g\ CH_4/ud$	$g\ N_2O/ud$	$kg\ CO_2$	$g\ CH_4$	$g\ N_2O$	
Valladolid	B7 (l)	2720,36	2,487	0,004	0,106	6765,54	10,88	288,36	6844,56
Valladolid	B10 (l)	907,07	2,412	0,004	0,106	2187,85	3,63	96,15	2214,20
Valladolid	E100 (l)	53,84	0,007	0,224	0,021	0,38	12,06	1,13	1,02
						8953,77	26,57	385,64	9059,79

Tabla 4 Vehículos de combustión propios de la organización.

En este apartado englobado dentro del alcance 1, es fundamental hacer una aclaración sobre el tipo de vehículos que se están considerando. Solo se tienen en cuenta los vehículos de combustión que son propiedad de la Universidad de Valladolid, lo que significa que no se incluyen los vehículos eléctricos ni la movilidad relacionada con estudiantes, profesorado o personal administrativo y de servicios, salvo en los casos en los que utilicen un vehículo que forme parte de la flota propia de la universidad.

Es decir, no se están contabilizando las emisiones derivadas de la movilidad personal de estos grupos, lo que excluye los desplazamientos que realicen en sus propios vehículos, a excepción de aquellos que utilicen vehículos oficiales de la universidad. Los desplazamientos que hemos excluido de este análisis serán tenidos en cuenta más adelante en este estudio.

Para el cálculo de las emisiones asociadas a los vehículos de la universidad, hemos recurrido a las facturas obtenidas al momento de repostar los vehículos. A partir de estas facturas, hemos extraído la cantidad precisa de cada uno de los combustibles consumidos por los diferentes vehículos. Una vez que tenemos la cantidad de combustible consumido, la multiplicamos por los factores de emisión que nos proporciona el, los cuales nos indican la cantidad de gases de efecto invernadero generados por cada litro de combustible utilizado. Con esta información, podemos obtener las emisiones parciales correspondientes a cada tipo de combustible.

A través de este proceso, llegamos a un valor total de emisiones de gases de efecto invernadero en $kg\ CO_2e$ por el consumo de combustible en los vehículos de la universidad. En este caso, el total de emisiones obtenidas es de **9059,79 $kg\ CO_2e$** , lo cual representa una cantidad relativamente pequeña si lo comparamos con las emisiones de otras fuentes, como las generadas por los combustibles en instalaciones fijas de la universidad. Siendo una cifra residual en el total de las emisiones de la institución.

2.4.3 Equipos de climatización

En organizaciones o empresas de pequeña escala, las emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas con gases fluorados provienen principalmente del uso de sistemas de refrigeración y climatización, como neveras, congeladores, aires acondicionados y bombas de calor.

Al calcular la huella de carbono, las emisiones directas provocadas por las fugas de estos gases durante el uso o el mantenimiento de los equipos deben incluirse dentro del alcance 1 [1]. Los gases fluorados más comúnmente utilizados en estos sistemas son los hidrofluorocarburos (HFCs), ampliamente empleados como refrigerantes. Además, los HFCs también se usan en otras aplicaciones industriales como espumas, aerosoles, extintores y disolventes, tanto de forma individual como en mezclas.

Para estimar las emisiones generadas por estos gases, se debe calcular la cantidad que se ha liberado a la atmósfera durante el año de análisis y multiplicarla por su potencial de calentamiento global (PCG), un valor que mide su impacto en el cambio climático comparado con el CO₂. Los PCG de los HFCs y otros gases fluorados pueden consultarse en el CAPÍTULO 7: ANEXOS.

$$\text{Emisiones climatización/refrigeración} = \text{kg gas refrigerante fugado} * \text{PCG}$$

Ecuación 3 Fugas de refrigerante [28]

Este apartado solo es cuantificado en el caso de que existan fugas de refrigerante en los equipos [46]. En el año 2023 no se tiene registrada ninguna fuga de refrigerante.

2.4.4 Consumo eléctrico

Como el **alcance 2** son las emisiones indirectas de GEI por nuestra organización, esta corresponde con la energía eléctrica contratada con nuestra comercializadora, que en el año de estudio es Endesa Energía S.A.U. Por lo tanto, la información utilizada será la cantidad de *kWh* registrados en las facturas eléctricas de este período.

Estas emisiones son indirectas ya que la energía eléctrica que consumimos en el instante en el que nosotros la tenemos no estamos contaminando como organización, pero en un origen esa energía eléctrica se ha generado a través de otras fuentes de energía renovables o no renovables en función de la estrategia aportada por la compañía generadora.

Es importante tener en cuenta que, durante el transporte y distribución de la electricidad a través de la red, se producen pérdidas. Esto significa que, para que un consumidor final reciba una cantidad específica de *kWh*, ha sido necesario generar una cantidad mayor, y la diferencia representa dichas pérdidas. Algunas metodologías sugieren que, para evitar la doble contabilidad entre las emisiones atribuidas al consumidor y las del productor, los consumidores finales no deben incluir en el alcance 2 las emisiones derivadas de las pérdidas en el transporte y distribución de la electricidad.

Para determinar las emisiones derivadas del consumo de electricidad, es necesario aplicar el factor de emisión correspondiente a la comercializadora con la que tenemos contratado el suministro durante el año de referencia. Esta información se puede consultar en el CAPÍTULO 7: ANEXOS.

Será necesario tener en consideración la procedencia de la electricidad utilizada, ya que el impacto ambiental asociado varía en función de si la energía proviene de fuentes renovables, como la solar, eólica o hidroeléctrica, o de fuentes no renovables, como los combustibles fósiles.

Si el consumidor ha contratado electricidad con una redención completa de Garantía de Origen (GdO), su factor de emisión no será el mismo que el de la comercializadora. En el caso de que la redención corresponda a GdO de energías renovables, el factor de emisión se considerará nulo. Sin embargo, si la Garantía de Origen está asociada a cogeneración de alta eficiencia, el factor de emisión aplicable será de 0,302 $\text{kg CO}_2\text{e/kWh}$. En cualquier circunstancia, el factor de emisión correspondiente solo se aplicará a los *kWh* consumidos que cuenten con la redención de GdO. Esta contratación, con una redención completa de GdO, no ha sido adquirida por la universidad en el año 2023.

Debido a ello nuestro factor mix. eléctrico $\text{kg CO}_2\text{e/kWh}$ con Endesa Energía S.A.U es de 0,259.

2.4.4.1 Edificios

Campus	Nombre de la comercializadora suministradora de energía	GdO	Dato de consumo kWh	Factor Mix. eléc. kg CO ₂ e/kWh	Emisiones kg CO ₂ e
Palencia	ENDESA ENERGÍA S.A.U.	No	1141050,0	0,259	295531,95
Soria	ENDESA ENERGÍA S.A.U.	No	685516,0	0,259	177548,64
Segovia	ENDESA ENERGÍA S.A.U.	No	311275,7	0,259	80620,41
Valladolid	ENDESA ENERGÍA S.A.U.	No	16861736,0	0,259	4367189,62
					4920890,62

Tabla 5 Consumo de electricidad por edificios, de los cuatro campus.

El consumo de electricidad en los edificios representa una de las principales fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero, ya que la generación de energía eléctrica, dependiendo de su origen, puede implicar la quema de combustibles fósiles y otros procesos con alto impacto ambiental. Este consumo de energía en forma eléctrica se refleja de manera significativa en todos los campus de la universidad, donde el uso de la electricidad es esencial para el desarrollo de múltiples actividades académicas, administrativas y de investigación.

Dado que la electricidad es un pilar fundamental en el funcionamiento diario de la institución, su consumo tiene una relación directa con la tendencia global hacia la electrificación de la sociedad. Por ello, es crucial gestionar y optimizar el uso de la electricidad, asegurando que la energía consumida provenga en la mayor medida posible de fuentes con menor impacto ambiental.

En este contexto, cobra especial importancia el factor de emisión del mix eléctrico, el cual determina la cantidad de dióxido de carbono equivalente emitida por cada unidad de energía consumida. Este factor actúa como un coeficiente que se aplica al cálculo de la huella de carbono, permitiendo estimar las emisiones indirectas asociadas al consumo eléctrico.

Para el caso específico de nuestra universidad, el factor de emisión que utilizamos en el presente análisis es de 0,259 kg de CO₂e por kWh consumido. Como se ha explicado previamente, este valor no es arbitrario, sino que es proporcionado por la comercializadora con la que se tiene contratado el suministro eléctrico. En nuestro caso, la empresa encargada de la distribución de energía es Endesa Energía S.A.U., cuya matriz energética influye directamente en el factor de emisión aplicado a nuestro consumo.

Como podemos observar en (tabla...) obtenemos unas emisiones en $\text{kg CO}_2\text{e}$ por campus de:

- Palencia: 295531,95 $\text{kg CO}_2\text{e}$.
- Soria: 177548,64 $\text{kg CO}_2\text{e}$.
- Segovia: 80620,41 $\text{kg CO}_2\text{e}$.
- Valladolid: 4367189,62 $\text{kg CO}_2\text{e}$.

Realizando un sumatorio entre los cuatro, nos da un total de **4920890,62 $\text{kg CO}_2\text{e}$** .

Vista la imposibilidad de reducir en gran medida el consumo de electricidad en edificios, es fundamental seguir explorando estrategias para reducir este factor de emisión. Esto puede lograrse mediante la contratación de energía con garantías de origen renovable, la optimización de la eficiencia energética en las instalaciones, la promoción de un consumo más responsable dentro de la comunidad universitaria y el aumento de autoconsumo con energía renovable.

2.4.4.2 Vehículos

Campus	Nombre de la comercializadora suministradora de energía	GdO	Dato de consumo kWh	Factor Mix. eléc. $\text{kg CO}_2\text{e}/\text{kWh}$	Emisiones $\text{kg CO}_2\text{e}$
Valladolid	ENDESA ENERGÍA S.A.U.	No	532	0,259	137,79
					137,79

Tabla 6 Consumo de electricidad por vehículos de la organización.

La Universidad de Valladolid tiene en su flota de vehículos una furgoneta eléctrica, la cual consumió 532 kWh , que suponiendo que ha sido cargado en alguno de los múltiples puntos de recarga de vehículos eléctricos de los que dispone la universidad, multiplicamos por un factor mix eléctrico de 0,259 nos da que se emiten **137,79 $\text{kg CO}_2\text{e}$** .

Este valor es despreciable en nuestro cómputo global, pero es importante ver que es una medida más que está tomando la organización hacia la descarbonización de su actividad.

2.4.4.3 Consumo de calor, vapor, frío o aire comprimido a través de energía eléctrica

Campus	Tipo de energía adquirida	GdO	Factor Mix. eléc. kg CO ₂ e/kWh	Emisiones kg CO ₂ e
Segovia	Calor	471417	0,259	122097,08
				122097,08

Tabla 7 Consumo de calor a través de energía eléctrica.

En el campus de Segovia se cuenta con una bomba de calor que permite climatizar los espacios de manera más sostenible y eficiente en comparación con una caldera tradicional. A diferencia de los sistemas de calefacción convencionales, que generan calor mediante la combustión de combustibles fósiles como el gas natural o el gasóleo, la bomba de calor funciona aprovechando la energía térmica presente en el ambiente exterior.

Este tipo de tecnología es considerada una fuente de energía renovable, ya que no genera calor directamente, sino que lo extrae y lo transfiere a los espacios interiores. Al aprovechar una fuente de energía que se renueva de forma natural, su impacto ambiental es significativamente menor que el de los sistemas de climatización tradicionales.

La bomba de calor destaca por su alta eficiencia energética, lo que significa que es capaz de proporcionar más energía térmica de la que consume en electricidad. Gracias a esta eficiencia, se consigue una reducción en el consumo energético y, por ende, en las emisiones de gases de efecto invernadero, contribuyendo a un campus más sostenible y respetuoso con el medioambiente.

Pese a ello la energía eléctrica que esta máquina necesitó consumir fue de 471417,3 kWh, que multiplicado por nuestro factor mix eléctrico nos dan unas emisiones de **122097,08 kg CO₂e**.

2.4.5 Resultados alcance 1 y alcance 2

Resultados por gases

	t CO ₂	kg CH ₄	kg N ₂ O	t CO ₂ e
Emisiones directas	966,76	32462,24	429,67	1989,75
Emisiones indirectas por energía comprada	0	0	0	5043,13
Total	966,76	32462,24	429,67	7032,88

Tabla 8 Resultado alcance 1 y alcance 2, por cada uno de los gases.

Como podemos ver en la (tabla...) el sumatorio de emisiones directas e indirectas por energía comprada nos da un total de **7032,88 t CO₂e**, que se corresponderían a la huella de carbono, teniendo en cuenta los alcances 1 y 2, de la toda la Universidad de Valladolid teniendo en cuenta sus cuatro campus.

Si nos fijamos individualmente en cada tipo de emisión por cada GEI observamos que para las emisiones directas sí que lo tenemos desglosado en los 3 principales GEI, sin embargo, en emisiones indirectas por energía no. Esto no significa que no este compuesto por diferentes tipos de GEI si no que se debe a que lo tenemos directamente pasado a t CO₂e, ya que son las debidas a los GEI provenientes del consumo de energía eléctrica que obtenemos de la red para la cual tenemos un factor de conversión directo entre el consumo en kWh y kgCO₂e.

Otra observación que podemos tener es la gran diferencia entre los diferentes GEI, ya que el CO₂ lo tenemos cuantificado en la tabla en toneladas sin embargo los otros dos gases están en kilogramos. Entre estos dos últimos podemos observar también una gran diferencia.

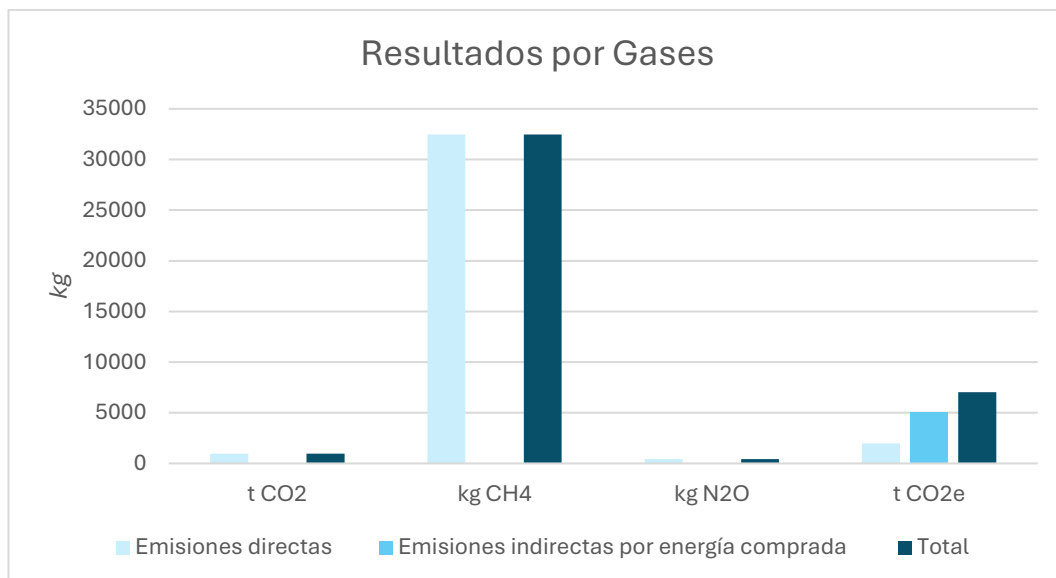


Gráfico 1 Resultados alcance 1 y alcance 2 por gases.

En este gráfico podemos ver con mejor perspectiva el impacto que comentábamos con anterioridad de cada uno de los gases. Es importante recordar que el CO₂ lo estamos midiendo en toneladas respecto de los otros dos gases ya que como se ha comentado, es el principal GEI generado por la actividad humana.

La diferencia tan grande entre los otros dos gases CH₄ y N₂O la podemos entender si observamos nuestros consumos, podemos ver esto claramente reflejado en la **Tabla 3** Consumo de combustible en instalaciones fijas. De los cuatro campus. Gas natural, gasóleo y biomasa de astilla. En el caso del gas natural el factor de emisión es de 0,016 g CH₄/ud frente a los 0,000 g N₂O/ud. Para el gasóleo ocurre algo similar 0,365 g CH₄/ud frente a los 0,022 g N₂O/ud. Y el caso más flagrante lo encontramos en la biomasa 4,533 g CH₄/ud frente a los 0,06 g N₂O/ud.

Comentar estas diferencias en los combustibles que utilizan nuestros vehículos propios de la organización, no sería relevante ya que representan un valor residual en el cómputo global del estudio.

Pese a ver que las cantidades de cada uno de los gases son diferentes, debemos tener en cuenta el poder de calentamiento global que tiene cada uno de estos gases, como se puede ver en la **Tabla 1** Potencial de calentamiento global de los gases de efecto invernadero. [35]. Aunque sea mucha mayor la cantidad de CH₄ frente a el N₂O, su PCG es muy diferente siendo de 27,9 para el metano (CH₄) frente a 273 del óxido nitroso (N₂O).

	kg CO ₂ e del CO ₂	kg CO ₂ e del CH ₄	kg CO ₂ e del N ₂ O	t CO ₂ e
Emisiones directas	966760	905696,496	117299,91	1989,75

Tabla 9 Emisiones directas por cada gas. En kilogramos de CO₂ equivalente.

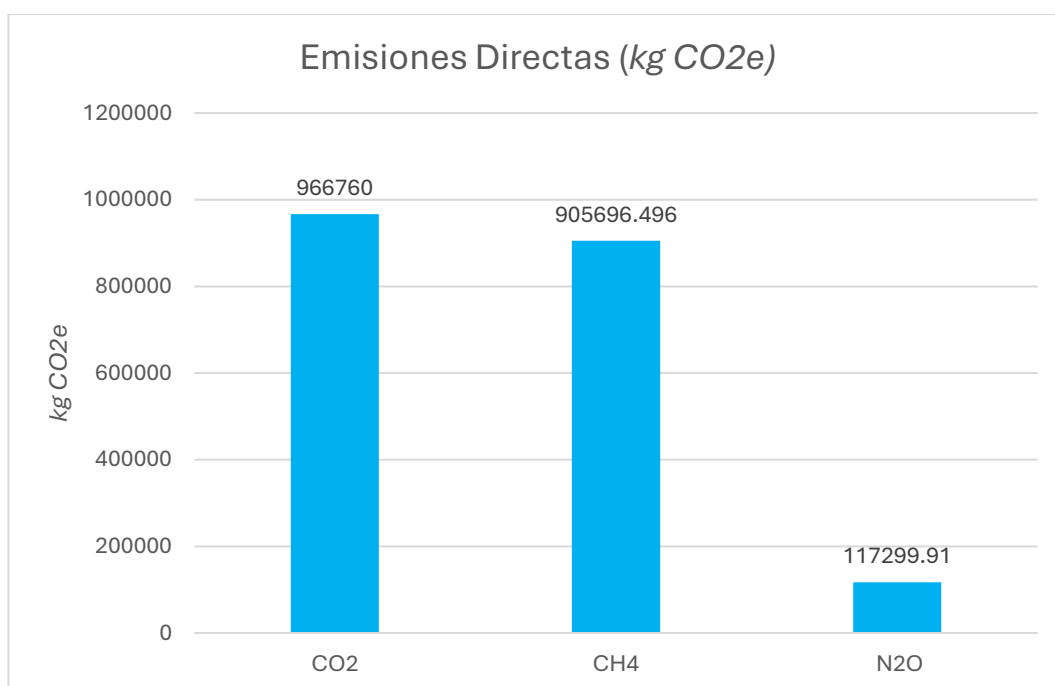


Gráfico 2 Comparativa de los gases para las emisiones directas, en kg CO₂e.

En la tabla y el gráfico anteriores podemos apreciar una comparativa de los 3 principales gases en kg CO₂e, para las emisiones directas. De esta forma sí que podemos afirmar claramente la importancia que tiene cada uno de los diferentes gases en estas emisiones. Corroborando que el gas que más nos afecta es el dióxido de carbono (CO₂), seguido del metano (CH₄) y por último con gran diferencia el óxido nitroso (N₂O).

Resultados por gases desglosados según actividades

		kg CO ₂	g CH ₄	g N ₂ O	kg CO ₂ e
EMISIONES DIRECTAS (ALCANCE 1)	Instalaciones fijas	957802,55	32462216,39	429283,25	1980692,71
	Transporte por carretera*	8953,77	26,57	385,64	9059,79
	Transporte ferroviario	0,00	0,00	0,00	0,00
	Transporte marítimo	0,00	0,00	0,00	0,00
	Transporte aéreo	0,00	0,00	0,00	0,00
	Funcionamiento de maquinaria	0,00	0,00	0,00	0,00
	Fugitivas - climatización y refrigeración	-	-	-	0,00
	Proceso	0,00	0,00	0,00	0,00
	SUBTOTAL	966756,31	32462242,96	429668,89	1989752,50

Tabla 10 Resultados por gases desglosados según actividades, de las emisiones directas.

* Las emisiones de los vehículos eléctricos se engloban en emisiones indirectas debidas al consumo de electricidad.

		kg CO ₂	g CH ₄	g N ₂ O	kg CO ₂ e
EMISIONES INDIRECTAS ELECTRICIDAD Y OTRAS ENERGÍAS (ALCANCE 2)	Electricidad edificios	-	-	-	4920890,62
	Electricidad vehículos	-	-	-	137,79
	Calor, vapor, frío, aire comprimido	-	-	-	122097,08
	SUBTOTAL	-	-	-	5043125,49

Tabla 11 Resultados de las emisiones indirectas según actividades.

	kg CO ₂	g CH ₄	g N ₂ O	kg CO ₂ e
Total	966756,31	32462242,96	429668,89	7032877,99

Tabla 12 Cómputo global de las emisiones de los alcances 1 y 2.

2.4.5.1 Resultados alcance 1 y alcance 2, por campus.

Palencia

t CO ₂ e	Alcance 1	Alcance 2	Total
Palencia	90,16	295,53	385,69

Tabla 13 Emisiones en t CO₂e del campus de Palencia. Alcance 1, Alcance 2 y Total.

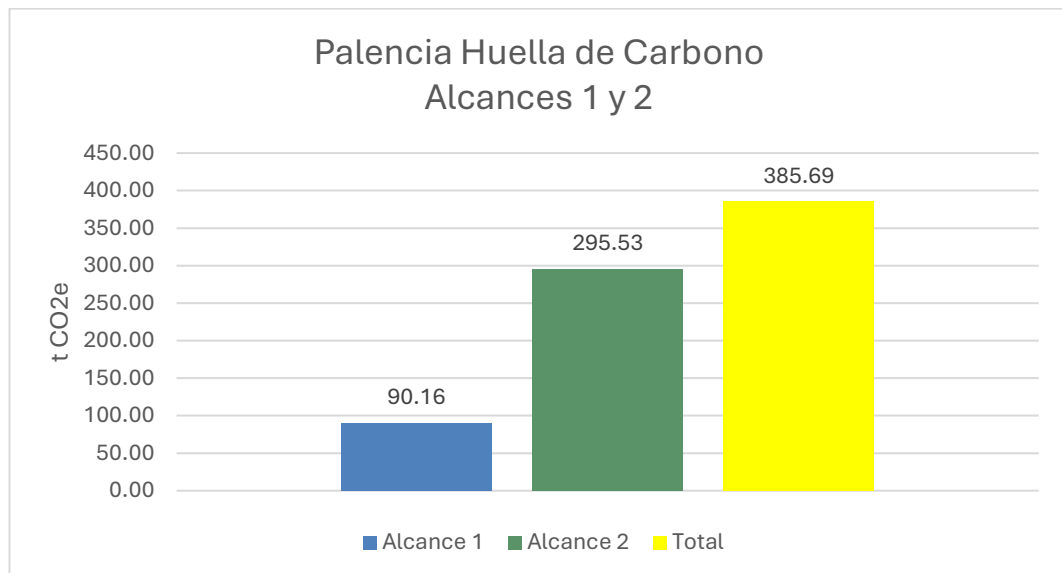


Gráfico 3 Comparativa de los alcances 1 y 2, del campus de Palencia.

kg CO ₂ e	Gas natural	Electricidad	Biomasa	Gasóleo	Vehículos
Palencia	3799,11	295531,95	86342,58	0	0

Tabla 14 Emisiones en kg CO₂e del campus de Palencia según sus fuentes de emisión.

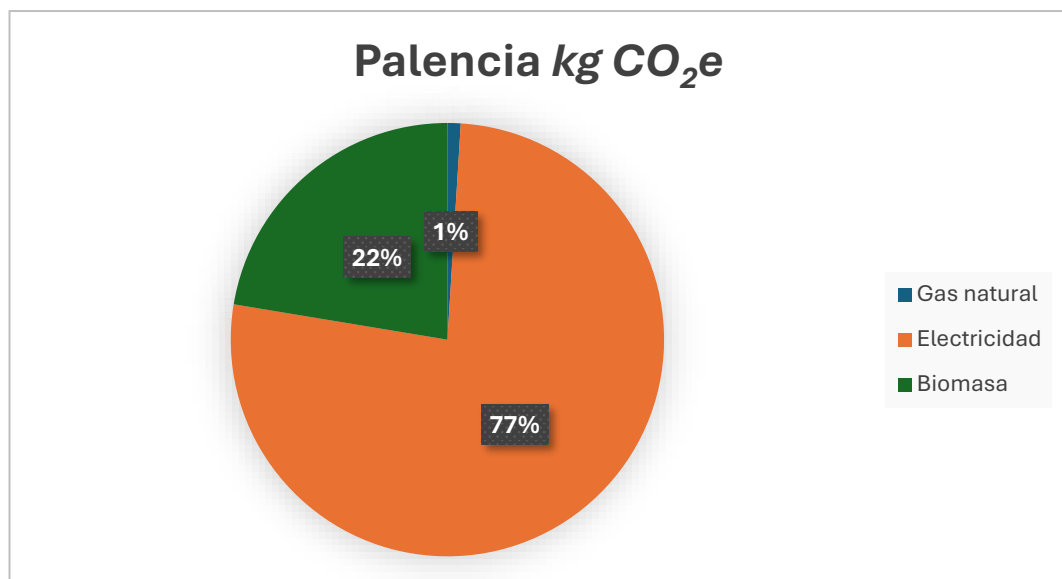


Gráfico 4 Comparativa porcentual de las fuentes de emisión del campus de Palencia.

Al analizar los datos correspondientes a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del campus de Palencia, centrados específicamente en los alcances obligatorios 1 y 2, se observa una diferencia significativa entre ambos. El alcance 2, que incluye las emisiones indirectas asociadas al consumo de electricidad comprada, presenta un valor de 295,53 t CO₂e. En contraste, el alcance 1, que contempla las emisiones directas generadas por fuentes controladas por la institución, registra un total considerablemente menor de 90,16 t CO₂e.

Sumando ambos valores, se obtiene un valor total de 385,69 t CO₂e de emisiones GEI generadas en el campus. Si lo analizamos desde una perspectiva porcentual, el alcance 1 representa únicamente el 23,38 % del total de emisiones, mientras que el alcance 2 constituye el 76,62 %, evidenciando un mayor peso de las emisiones indirectas sobre las directas.

Esta notable diferencia entre ambos alcances se explica principalmente por el origen de las emisiones. Aproximadamente, el 77 % de las emisiones totales proviene del consumo eléctrico, lo cual está directamente vinculado al alcance 2. Exactamente este porcentaje representa 295531,95 kg CO₂e.

En comparación, el uso de biomasa, que se considera una fuente renovable y menos contaminante, contribuye con el 22 % equivalente a 3799,11 kg CO₂e. Mientras que el gas natural, una fuente fósil más contaminante, apenas representa un 1 % del total con 8642,58 kg CO₂e. Esta distribución resalta la importancia de las fuentes energéticas utilizadas y su impacto en la huella de carbono del campus.

Soria

t CO ₂ e	Alcance 1	Alcance 2	Total
Soria	113,40	177,55	290,95

Tabla 15 Emisiones en t CO₂e del campus de Soria. Alcance 1, Alcance 2 y Total.

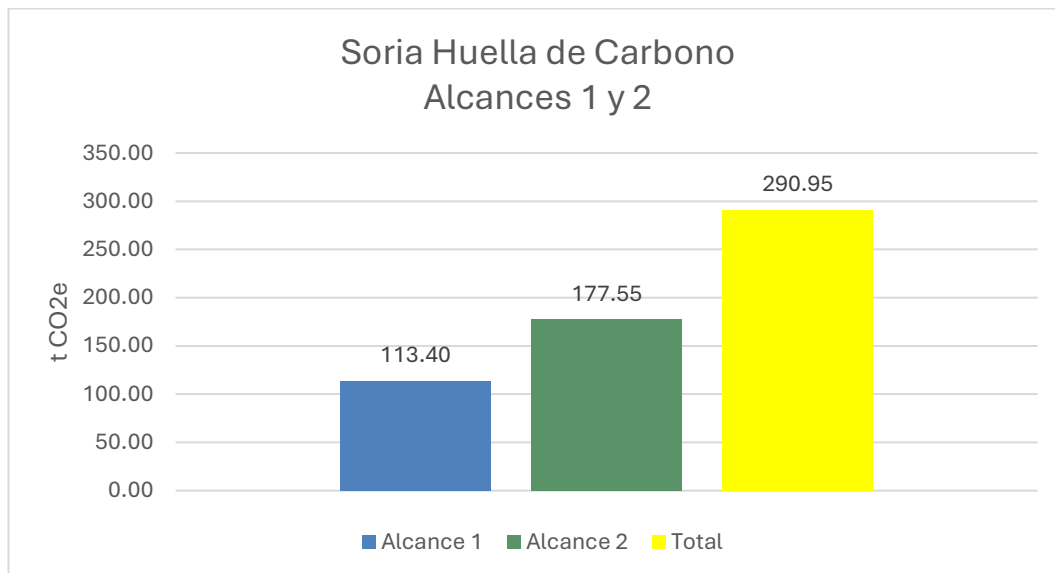


Gráfico 5 Comparativa de los alcances 1 y 2, del campus de Soria.

kg CO ₂ e	Gas natural	Electricidad	Biomasa	Gasóleo	Vehículos
Soria	72343,92	177548,64	41046,19	0	0

Tabla 16 Emisiones en kg CO₂e del campus de Soria según sus fuentes de emisión.

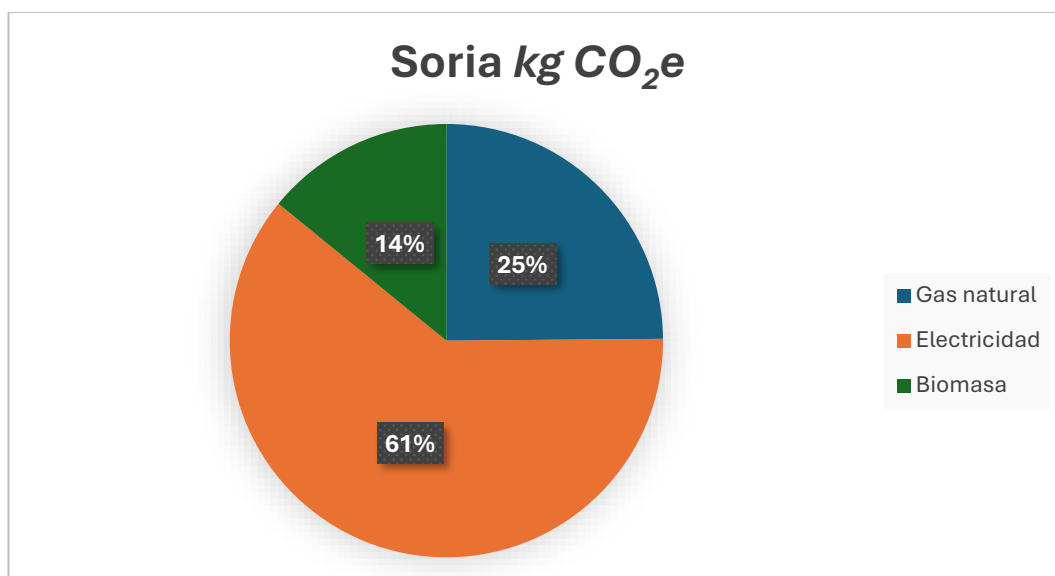


Gráfico 6 Comparativa porcentual de las fuentes de emisión del campus de Soria.

Analizando los datos correspondientes a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) generadas por el campus de Soria, centrados en los alcances obligatorios 1 y 2, se aprecia una distribución bastante equilibrada entre ambos. El alcance 1 registra un total de 113,40 t CO₂e, mientras que el alcance 2 alcanza un valor ligeramente superior de 117,55 t CO₂e.

La suma de los dos alcances da un total de 290,95 t CO₂e emitidas en el campus. Desde un punto de vista porcentual, el alcance 1 representa el 39 %, mientras que el alcance 2 supone el 61 %, reflejando una ligera mayor proporción de las emisiones indirectas frente a las directas.

Esta diferencia se relaciona directamente con el origen de las emisiones. La electricidad es la principal fuente, con 177548,64 kg CO₂e, lo que representa el 61 % del total.

Le sigue el gas natural, que aporta el 25 % con 72343,92 kg CO₂e, y finalmente la biomasa, con una contribución del 14 %, equivalente a 41046,19 kg CO₂e. Esta distribución vuelve a mostrarnos un ejemplo más del impacto que tiene la electricidad en la huella de carbono, en este caso para campus de Soria.

Segovia

t CO ₂ e	Alcance 1	Alcance 2	Total
Segovia	147,85	202,72	350,57

Tabla 17 Emisiones en t CO₂e del campus de Segovia. Alcance 1, Alcance 2 y Total

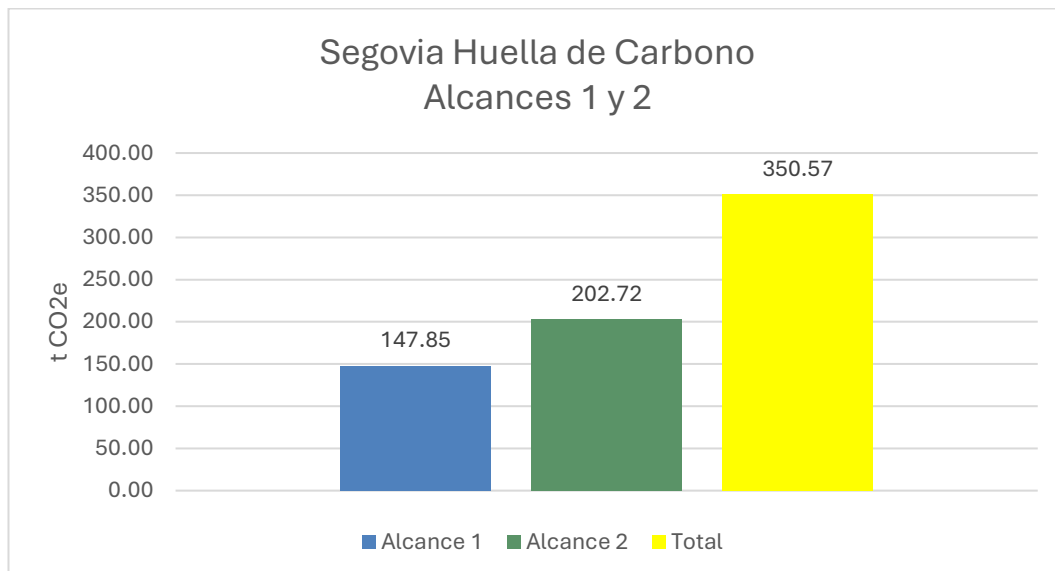


Gráfico 7 Comparativa de los alcances 1 y 2, del campus de Segovia.

kg CO ₂ e	Gas natural	Electricidad	Biomasa	Gasóleo	Vehículos
Segovia	147851,12	80620,41	0	0	0

Tabla 18 Emisiones en kg CO₂e del campus de Segovia según sus fuentes de emisión.

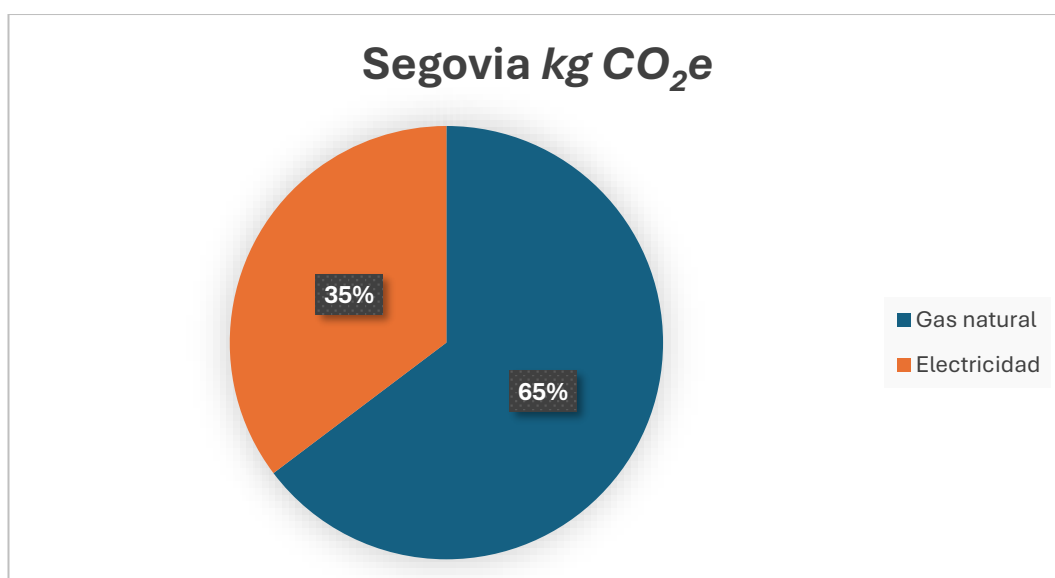


Gráfico 8 Comparativa porcentual de las fuentes de emisión del campus de Segovia.

El análisis de las emisiones de GEI en el campus de Segovia revela un patrón claramente diferenciado entre los alcances 1 y 2. Las cifras del alcance 1 llegan a las 147,85 t CO₂e, mientras que las del alcance 2 alcanzan las 202,72 t CO₂e. En conjunto, el campus genera un total de 350,57 t CO₂e.

Al examinar la procedencia de estas emisiones, se constata que el gas natural representa aproximadamente el 65 %, equivalente a 147851,12 kg CO₂e, siendo así la principal fuente contaminante. El 35 % restante 80620,41 kg CO₂e corresponde al consumo eléctrico. En este caso no tenemos otras fuentes de emisión como biomasa, gasóleo o vehículos.

Estos resultados ponen de manifiesto que la estrategia de reducción de emisiones en Segovia debería pasar por la reducción de gas natural. Es característico que es el único campus de la universidad en el que la electricidad no lidera las emisiones.

Valladolid

t CO ₂ e	Alcance 1	Alcance 2	Total
Valladolid	1638,35	4367,33	6005,68

Tabla 19 Emisiones en t CO₂e del campus de Valladolid. Alcance 1, Alcance 2 y Total

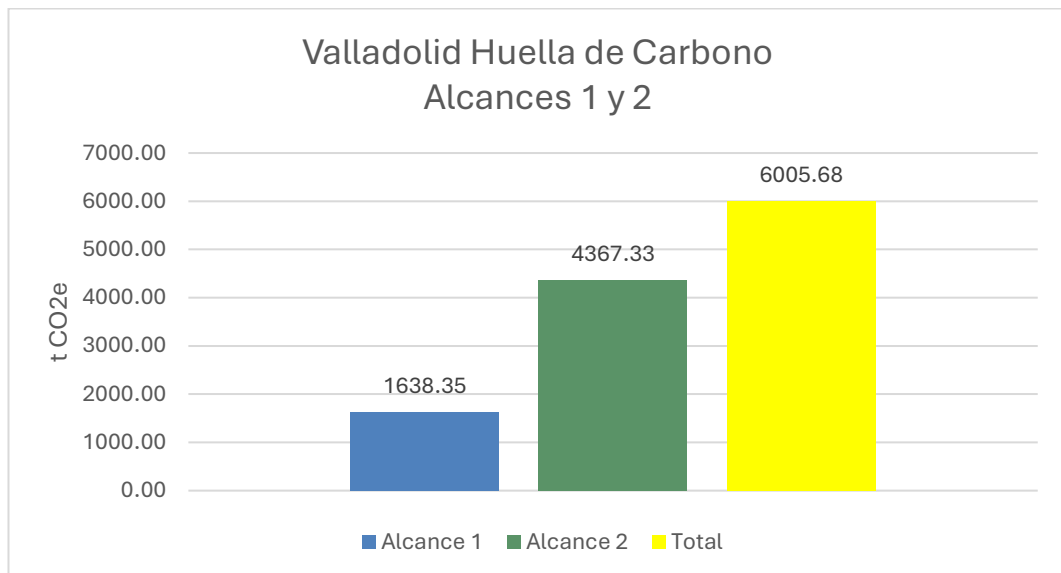


Gráfico 9 Comparativa de los alcances 1 y 2, del campus de Valladolid.

kg CO ₂ e	Gas natural	Electricidad	Biomasa	Gasóleo	Vehículo combustión	Vehículo eléctrico
Valladolid	640173,36	4367189,62	892623,22	96325,17	9071,27	137,79

Tabla 20 Emisiones en kg CO₂e del campus de Valladolid según sus fuentes de emisión.

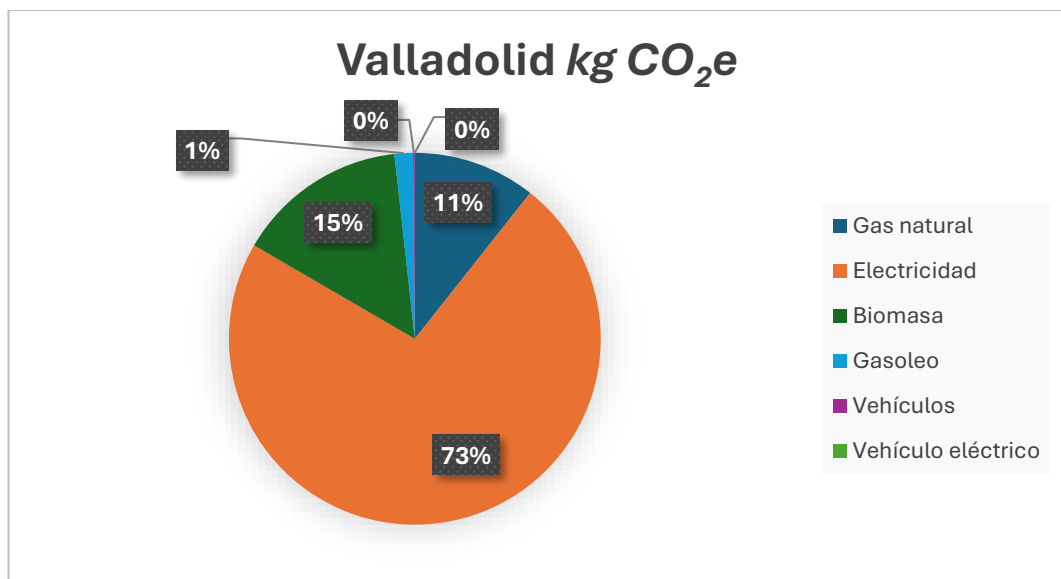


Gráfico 10 Comparativa porcentual de las fuentes de emisión del campus de Valladolid.

El campus de Valladolid tiene un gran impacto en el cómputo global de la institución, por lo que nos anticipará en gran medida cual es el resultado global. Si nos fijamos en el comparativo entre los dos alcances observamos que el alcance 2 tiene mucho mayor peso que el alcance 1 con 1638,35 t CO₂e, frente a 4367,33 t CO₂e. Dándonos un total entre los dos de 6005,68 t CO₂e.

Cuando nos fijamos en el origen de estas emisiones observamos que consta de 6 fuentes diferentes. La equivalente al alcance 2 proveniente de la electricidad corresponde con un 73 %. El otro 27 % es el correspondiente al alcance 1 dividido en un 15 % de biomasa, un 11 % de gas natural y un 1 % de gasóleo. Además, existen dos fuentes residuales relacionadas con los vehículos de combustión y eléctricos pertenecientes a la institución.

Con todo ello tenemos la prueba concluyente del gran peso que tiene la electricidad en nuestra huella de carbono. Sin embargo, vemos el gran trabajo realizado para disminuir las emisiones correspondientes con la energía térmica.

2.4.5.2 Resultados alcance 1 y alcance 2, en total.

kg CO ₂ e	Gas natural	Electricidad	Biomasa	Gasóleo	Vehículos	Vehículo eléctrico
Palencia	3799,11	295531,95	86342,58	0,00	0,00	0,00
Soria	72343,92	177548,64	41046,19	0,00	0,00	0,00
Segovia	147851,12	80620,41	0,00	0,00	0,00	0,00
Valladolid	640173,36	4367189,62	892623,22	96325,17	9071,27	137,79
UVa	864167,51	4920890,62	1020011,99	96325,17	9071,27	137,79

Tabla 21 Resumen de las emisiones en kilogramos de CO₂e, de cada uno de los campus y su sumatorio, en función de la fuente de emisión.

La tabla 21 presenta las emisiones de gases de efecto invernadero, expresadas en kilogramos de CO₂ equivalente, desglosadas por tipo de fuente emisora y por campus dentro de la Universidad de Valladolid (UVa). Las fuentes consideradas incluyen gas natural, electricidad, biomasa, gasoil, vehículos convencionales y vehículos eléctricos. Los datos se organizan por campus (Palencia, Soria, Segovia y Valladolid) y se incluye una fila con el total general para toda la UVa.

Se observa que la electricidad es, con diferencia, la fuente de emisión más significativa, especialmente en el campus de Valladolid, donde supera los cuatro millones de kilogramos de CO₂e. Otras fuentes relevantes en Valladolid son la biomasa y el gasoil, mientras que los campus más pequeños, como Palencia o Soria, presentan cifras notablemente menores y, en algunos casos, no registran emisiones en ciertas categorías, como gasoil o vehículos eléctricos.

t CO ₂ e	Alcance 1	Alcance 2	Total
Palencia	90,16	295,53	385,69
Soria	113,40	177,55	290,95
Segovia	147,85	202,72	350,57
Valladolid	1638,35	4367,33	6005,68
UVa	1989,75	5043,13	7032,88

Tabla 22 Resumen en toneladas de CO₂e para los dos alcances obligatorios. Desglosados por campus y su sumatorio.

La tabla 22, por su parte, agrupa las emisiones anteriores, pero ahora expresadas en toneladas de CO₂ equivalente, y clasificadas según los distintos alcances. Esta tabla muestra que el total de emisiones para toda la UVa asciende a **7032,88 toneladas de CO₂e**.

De nuevo, el campus de Valladolid es el principal emisor, acumulando más de 6000 toneladas en conjunto entre los dos alcances, seguido por Palencia, Segovia y, finalmente, Soria. La mayor parte de las emisiones provienen del alcance 2, lo que subraya el impacto del consumo eléctrico en la huella de carbono de la universidad. Este análisis lo podemos observar gráficamente en el siguiente gráfico.

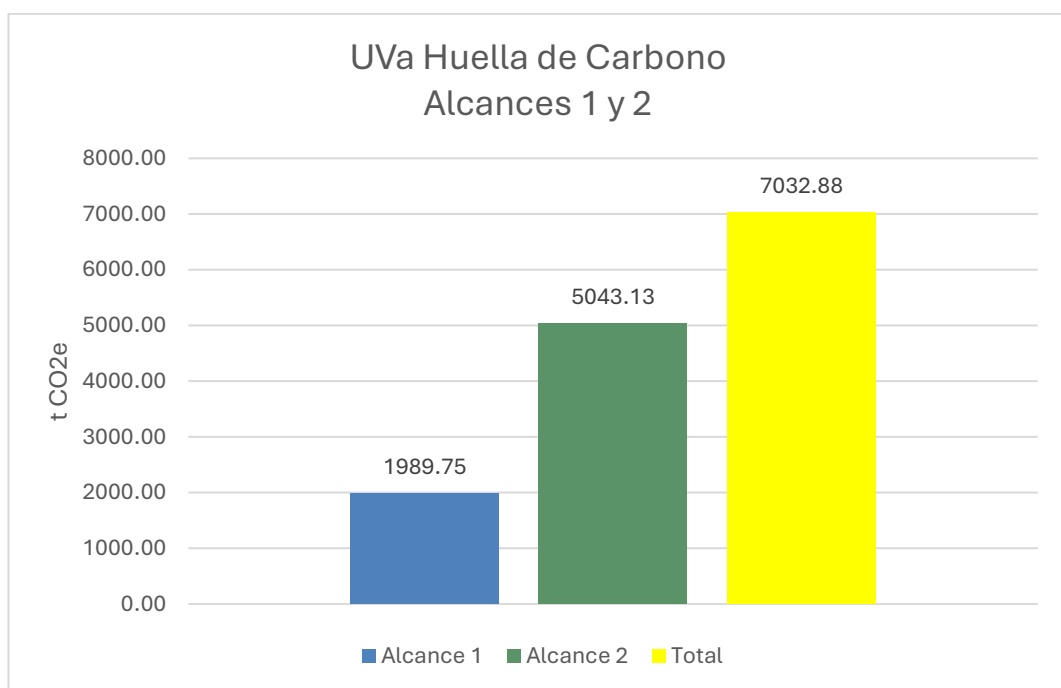


Gráfico 11 Comparativa de los alcances 1 y 2, de la Universidad de Valladolid.

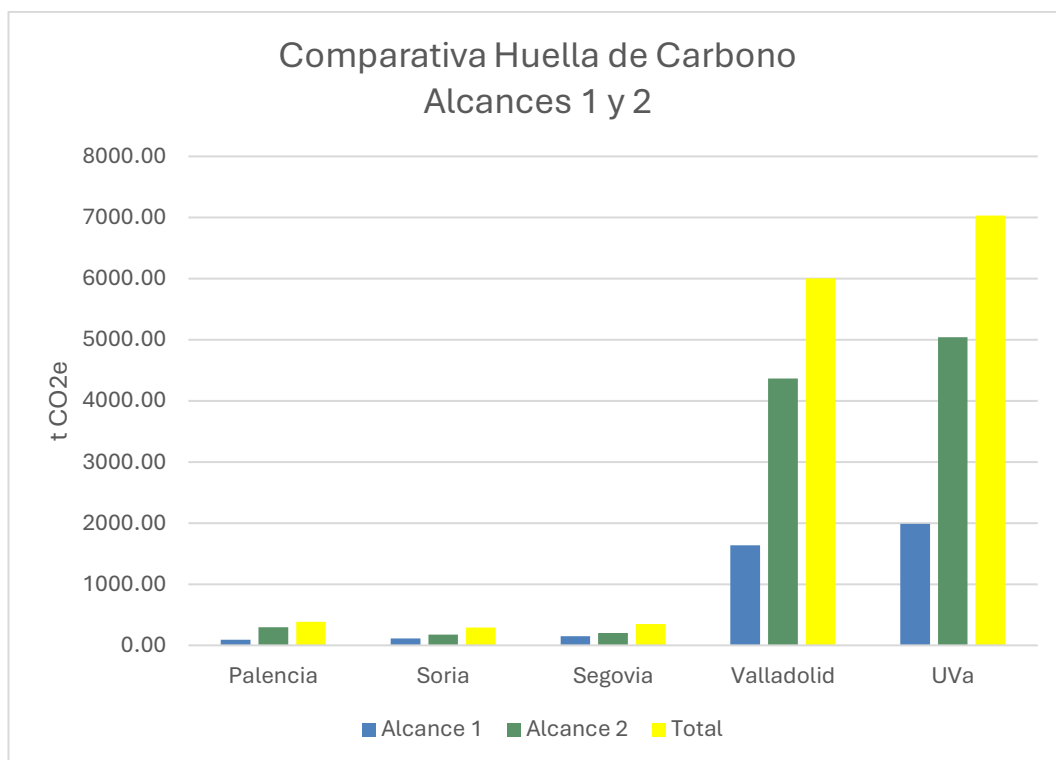


Gráfico 12 Comparativa resumen de los alcances 1 y 2, en función de los campus de la Universidad de Valladolid.

El gráfico 12 presenta una comparativa visual de la huella de carbono generada por los alcances 1 y 2 en cada uno de los campus de la Universidad de Valladolid. A primera vista, se evidencia que el campus de Valladolid es el principal generador de emisiones en la universidad, superando ampliamente al resto tanto en emisiones directas como indirectas.

En el total de la UVa, que representa la suma de los cuatro campus, refleja una predominancia del alcance 2 sobre el alcance 1. Por otro lado, los campus de Palencia, Soria y Segovia muestran niveles considerablemente menores de emisiones, con diferencias más sutiles entre ambos alcances, aunque también se mantiene la tendencia de mayor impacto del alcance 2.

Este gráfico complementa la información de las tablas previas y permite observar de forma clara el peso relativo de cada campus en la huella total de carbono de la UVa, así como la significativa contribución del consumo eléctrico a las emisiones institucionales.

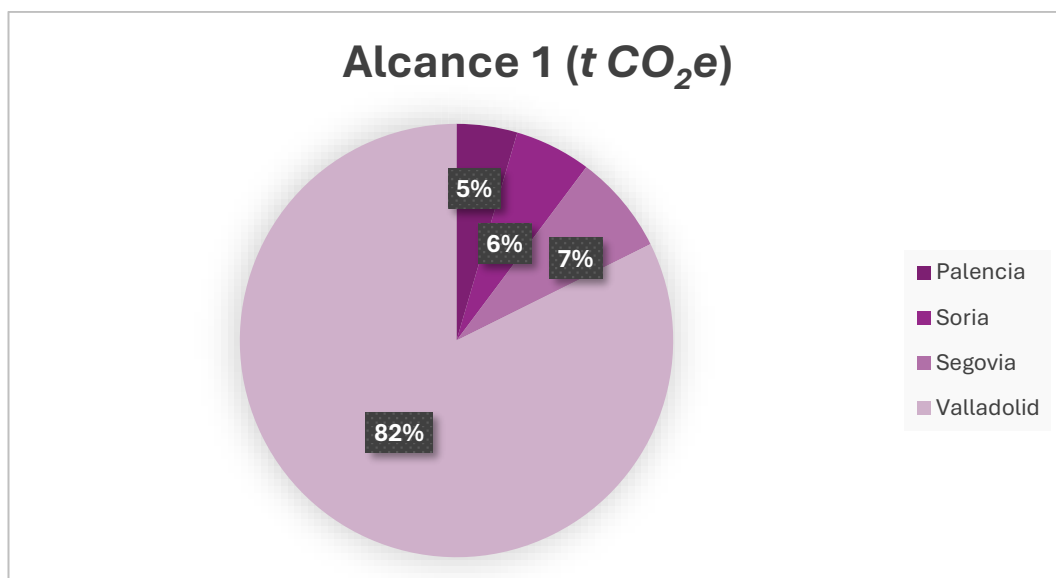


Gráfico 13 Comparación porcentual de las emisiones del alcance 1 por campus.

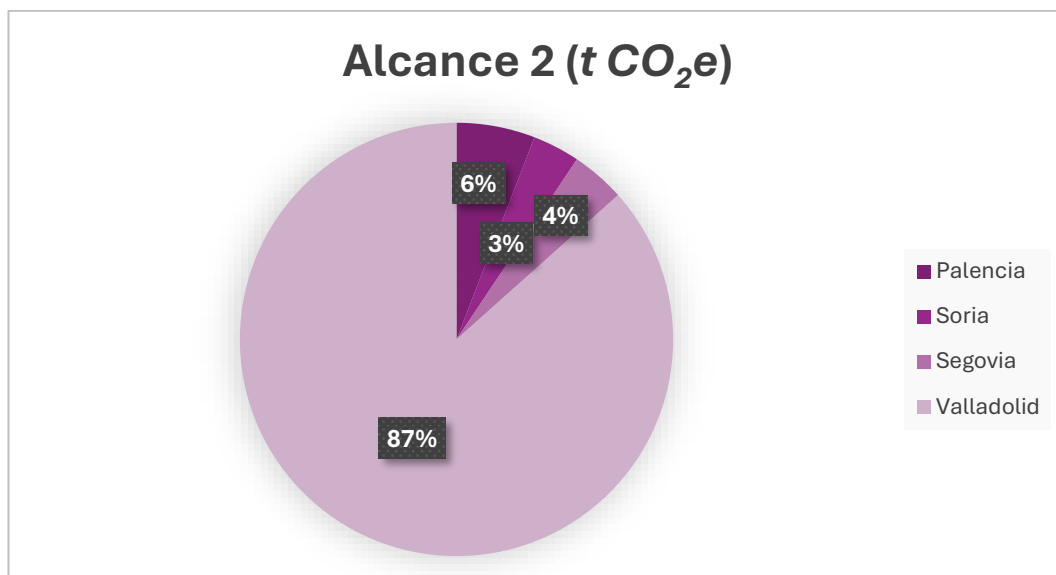


Gráfico 14 Comparación porcentual de las emisiones del alcance 2 por campus.

Los gráficos 13 y 14 muestran la distribución porcentual de las emisiones de gases de efecto invernadero correspondientes a los alcances 1 y 2 por campus. En ambos casos, el campus de Valladolid destaca como el principal emisor, representando el 82 % de las emisiones del alcance 1 y el 87 % del alcance 2. Le siguen Palencia, Segovia y Soria, con porcentajes significativamente menores. Esta visualización refuerza el papel predominante de Valladolid en la huella de carbono de la Universidad de Valladolid, tanto en emisiones directas como indirectas. Por último, cabe señalar que las diferencias en los porcentajes entre ambos alcances se deben a la variabilidad en el consumo de las distintas fuentes de emisión asociadas a cada uno.

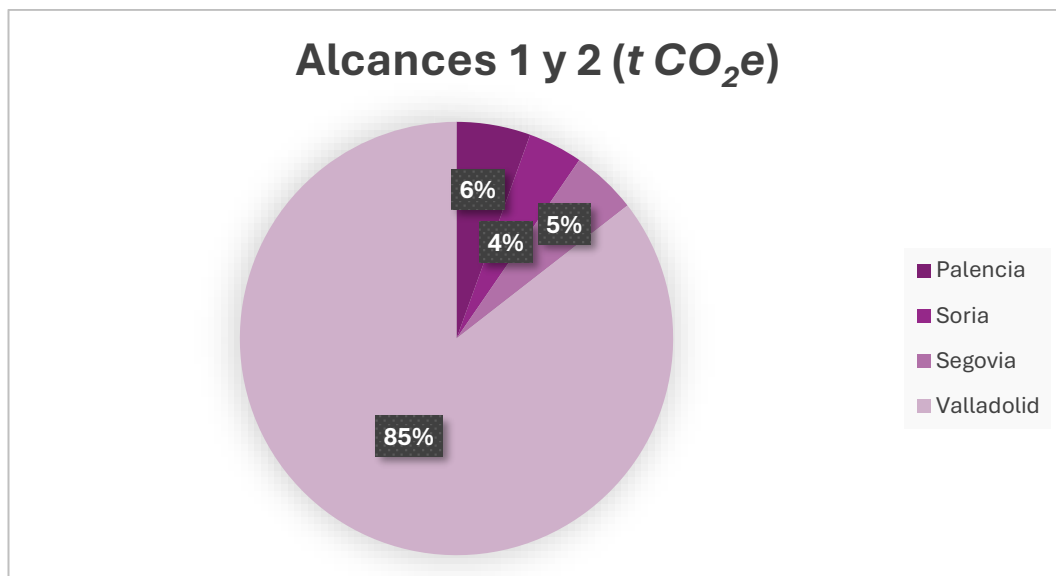


Gráfico 15 Comparación porcentual de las emisiones de los alcances 1 y 2 por campus.

El gráfico 15 nos muestra porcentualmente el peso de cada uno de los campus en las emisiones teniendo en cuenta los dos alcances obligatorios en el estudio de huella de carbono. Revela una distribución muy desigual de las emisiones entre los campus: Valladolid domina con un 85% del total, mientras que Palencia (6%), Segovia (5%) y Soria (4%) presentan contribuciones prácticamente marginales.

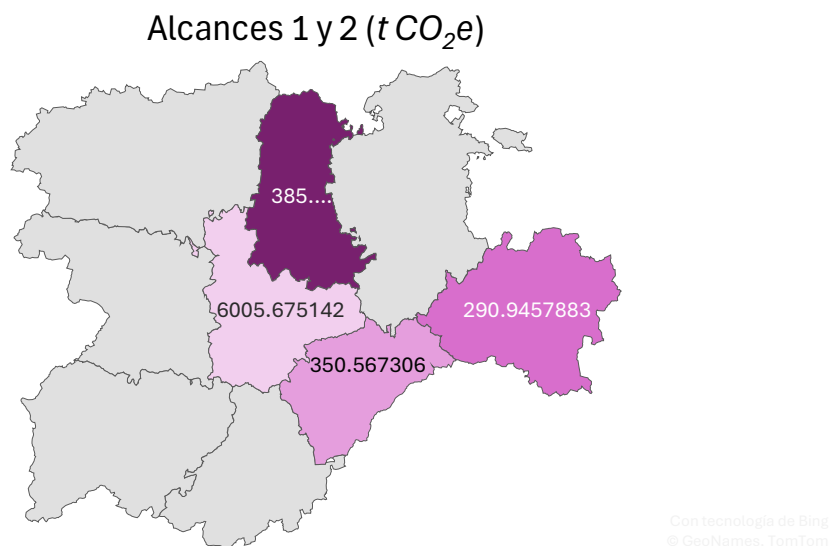


Gráfico 16 Distribución de las emisiones de los alcances 1 y 2 geográficamente.

El gráfico 16 nos muestra una imagen de donde se localizan las emisiones geográficamente de la Universidad de Valladolid, acorde con los datos presentados en la tabla 22.

2.5 Alcance 3

El alcance 3 en el cálculo de la huella de carbono es crucial, porque incluye todas las emisiones indirectas que no se contemplan en el alcance 1 (emisiones directas) ni en el alcance 2 (emisiones indirectas del consumo de electricidad). En muchas organizaciones, el alcance 3 representa el porcentaje más alto de sus emisiones totales. [47], [48]

Su importancia radica en que proporciona una visión más completa del impacto ambiental de una organización y permite diseñar estrategias más eficaces para la reducción de emisiones de GEI. Sin embargo, su cálculo es complejo, ya que requiere información de múltiples fuentes externas, lo que dificulta la recopilación de datos y la precisión de las mediciones.

El GHG Protocol establece 15 categorías dentro del alcance 3 para identificar y medir las emisiones indirectas dentro de una organización. Estas categorías se dividen en dos grupos: anteriores a la actividad de la institución y posteriores a la actividad de la institución.[48]

La metodología permite que cada institución seleccione las categorías más relevantes en función de sus actividades y disponibilidad de datos, garantizando así un cálculo más preciso de su huella de carbono y facilitando el desarrollo de estrategias de reducción de emisiones. Para nuestro caso de estudio se han analizado la movilidad de los componentes de la universidad desde su hogar hasta la institución, los residuos peligrosos generados y el uso de papel, tóner y agua.

Las 15 categorías del alcance 3 según el GHG Protocol son las siguientes: [48]

Emisiones anteriores a la actividad de la institución.

1. Bienes y servicios adquiridos.
2. Bienes de capital.
3. Actividades relacionadas con la energía (no incluidas en alcance 1 y 2).
4. Transporte y distribución anteriores a la actividad de la institución.
5. Residuos generados en operaciones.
6. Viajes de negocios.
7. Desplazamientos de empleados.
8. Arrendamiento aguas arriba.

Emisiones posteriores a la actividad de la institución.

9. Transporte y distribución posteriores a la actividad de la institución.
10. Procesamiento de productos vendidos.
11. Uso de productos vendidos.
12. Fin de vida de productos vendidos.
13. Ciclo de vida de bienes arrendados aguas abajo.
14. Franquicias.
15. Inversiones.

Dentro de este marco, los puntos que se abordan en este estudio están categorizados de la siguiente manera:

- **La movilidad pendular habitual**, entendida como el desplazamiento de la comunidad universitaria entre su hogar y la universidad, se clasifica en la categoría 7 (desplazamientos de empleados).
- **Viajes institucionales**, realizados por miembros de la comunidad universitaria para acudir a congresos, tribunales u otros compromisos. Es clasificado en la categoría 6 (viajes de negocios).
- Recursos utilizados en la actividad diaria, en nuestro caso el **agua**. Forman parte de la categoría 1 (bienes y servicios adquiridos).
- **Los residuos** generados por la institución se incluyen en la categoría 5 (residuos generados en operaciones). En nuestro caso tenemos: **residuos peligrosos, RAEES (Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos), residuos de plástico, residuos de cartón, residuos de tóner.**

2.5.1 Movilidad pendular habitual

La movilidad pendular habitual comprendida como la vía de transporte que tienen todas las personas que componen la Universidad de Valladolid desde su hogar hasta su lugar de estudio o trabajo, es clasificada por el GHG Protocol dentro de la categoría 7 (desplazamientos de empleados).

En este punto nuestros **límites de estudio** están delimitados por la información que tenemos, la cual es únicamente del campus de Valladolid pero que al tener un peso tan significativo en la institución generalizaremos para el resto de los campus. Además, los datos estadísticos que se poseen sobre el medio de transporte que se utiliza y la periodicidad con la que acuden las personas a la universidad son del año 2018. Este último punto, del año que se tienen los datos estadísticos, no se ha considerado relevante ya que en el ámbito de la movilidad no ha cambiado tanto la situación en el periodo de diferencia hasta el año de estudio.

La **metodología** aplicada tiene gran similitud a la utilizada en el alcance 1 (emisiones directas) y en el alcance 2 (emisiones indirectas del consumo de electricidad). Es explicada detalladamente a continuación.

A través de una encuesta telefónica realizada por la Oficina de Calidad Ambiental y Sostenibilidad de la UVa [41] en el año 2018, que tuvo validez a 718 miembros de la comunidad universitaria distribuidos de manera uniforme en 586 alumnos y 132 del resto de la comunidad que llamaremos trabajadores en este documento. Obteniendo los siguientes datos relevantes para nuestro caso:

% Personas	Coche solo	Coche compartido	Motocicleta	Autobús	Bicicleta	A pie	Otras
Alumnos	17,41	7,00	0,51	22,01	6,83	76,08	0,17
Trabajadores	32,58	14,39	2,27	9,09	5,30	35,61	0,76

Tabla 23 Porcentaje de personas que utiliza cada medio de transporte, por la comunidad universitaria.

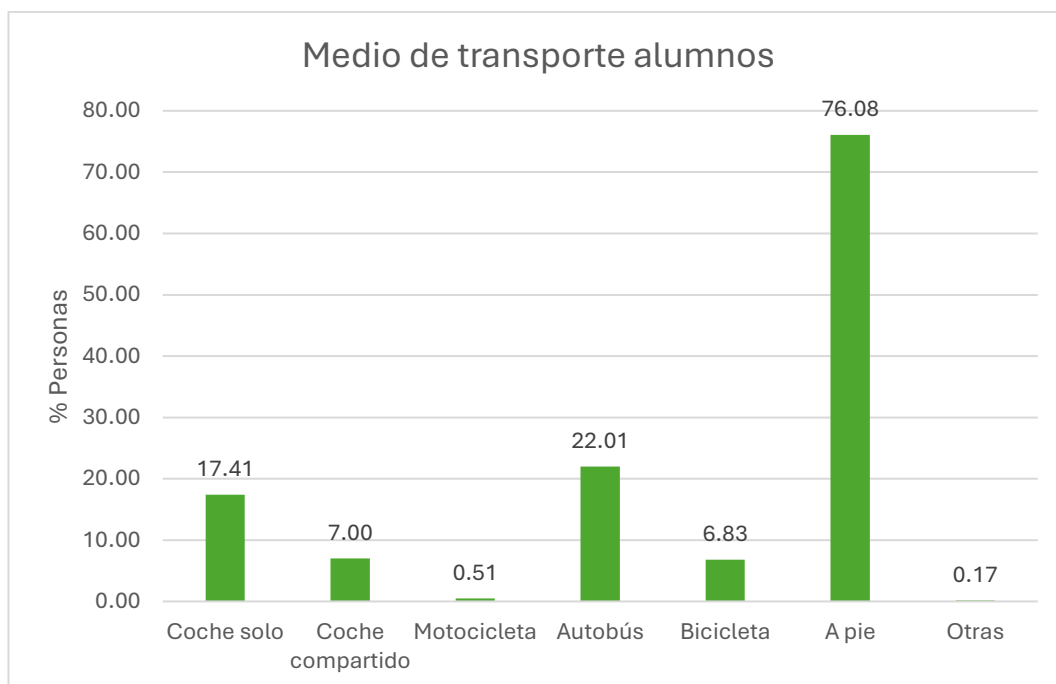


Gráfico 17 Medio de transporte que utilizan los alumnos en porcentaje.

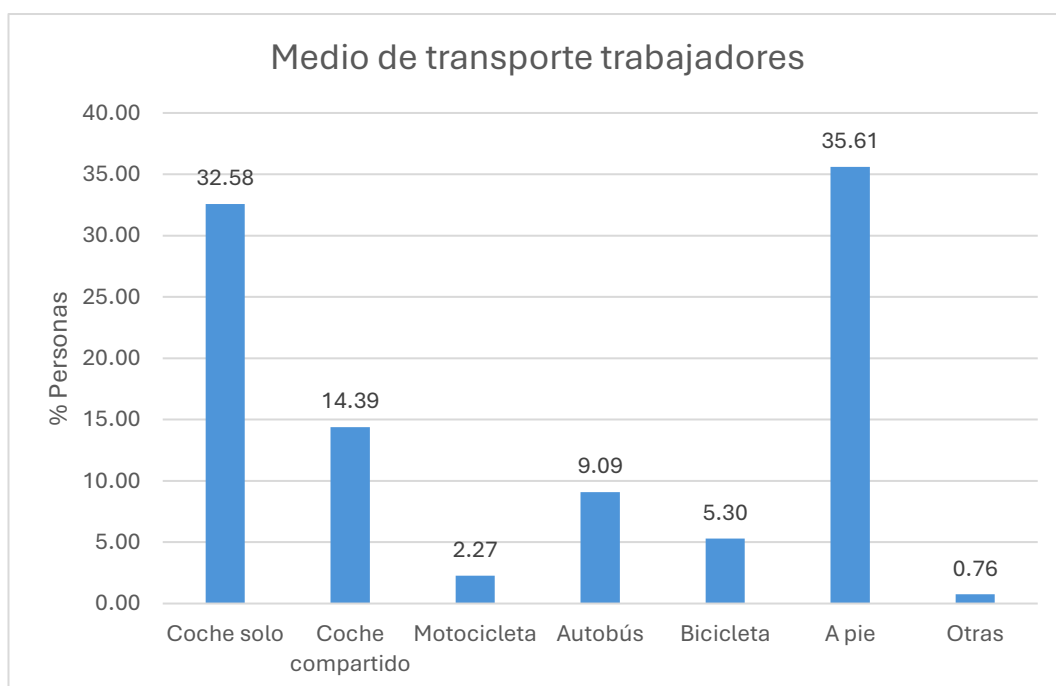


Gráfico 18 Medio de transporte que utilizan los transportes en porcentaje.

Si extrapolamos los porcentajes de la tabla anterior a el número de personas de la universidad en el año 2023 que consta de 22052 alumnos y 3827 trabajadores obtenemos la siguiente tabla:

N.º Personas	Coche solo	Coche compartido	Motocicleta	Autobús	Bicicleta	A pie	Otras
Alumnos	3839	1544	112	4854	1506	16777	37
Trabajadores	1247	551	87	348	203	1363	29

Tabla 24 N.º. de personas según el medio de transporte, por la comunidad universitaria .

Otro dato obtenido en la encuesta es la distancia media por viaje, obtenida preguntando el código postal donde vivían, y la distancia a la universidad, consiguiendo el siguiente resultado:

	Distancia media por viaje (km)
Alumnos	5,51
Trabajadores	4,89

Tabla 25 Distancia media recorrida por viaje en kilómetros, por la comunidad universitaria.

Una de las preguntas realizadas en esta encuesta fue el número de viajes medio por cada día de la semana:

N.º medio de viajes	L	M	X	J	V
Alumnos	2,29	2,35	2,35	2,34	2,26
Trabajadores	2,79	2,83	2,83	2,78	2,61

Tabla 26 N.º medio de viajes realizado por la comunidad universitaria, en función de cada día de la semana.

Si multiplicamos los datos anteriores de distancia media por viaje por el número medio de viajes obtenemos la distancia recorrida por día. Y podremos calcular posteriormente una media.

$$\text{Distancia media por viaje (km)} * \text{Nº medio de viajes} = \text{Distancia por día (km)}$$

Ecuación 4 Cálculo de distancia por día en función del, n.º de viajes y la distancia media recorrida.

Distancia por día (km)	L	M	X	J	V	Media
Alumnos	12,60	12,96	12,96	12,88	12,45	12,77
Trabajadores	13,67	13,86	13,86	13,59	12,76	13,55

Tabla 27 Distancia media recorrida por día, por la comunidad universitaria.

Para calcular los kg CO₂e de cada grupo, en función de si son alumnos o estudiantes y el medio que utilizan como método de transporte aplicamos lo siguiente. Multiplicaremos la distancia media recorrida por día por su factor de emisión correspondiente y por el número de personas:

$$\text{Distancia media recorrida por día (km)} * \text{Factor de emisión (kg CO}_2\text{e)} * \text{N}^\circ \text{ Personas} = \text{Emisiones por día (kg CO}_2\text{e)}$$

Ecuación 5 Emisiones por día en función de, distancia media recorrida por día, factor de emisión y n.º de personas.

En el caso de ser un medio de transporte compartido se dividirá el factor de emisión por el número de viajeros:

$$\text{Distancia media recorrida por día (km)} * \frac{\text{Factor de emisiones (kg CO}_2\text{e)}}{\text{N}^\circ \text{ de viajeros}} * \text{N}^\circ \text{ Personas} = \text{Emisiones por día (kg CO}_2\text{e)}$$

Ecuación 6 Emisiones por día en función de, distancia media recorrida por día, factor de emisión y n.º de personas. Para vehículos compartidos.

Los factores de emisión que se han utilizado han sido los siguientes para cada uno de los vehículos:

- **Turismos (coche):** obtenemos el factor de emisión kg CO₂e/km del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) [49] tanto de la gasolina como del gasóleo y sacamos un factor medio de ellos dos teniendo en cuenta la distribución de turismos de cada uno de los dos tipos en Valladolid, en 2023 según la Dirección General de Tráfico (DGT).

Datos DGT (2023)	Turismos Gasolina	Turismos Gasoil	Turismos Otros	Turismos Total
Valladolid	116336,00	155257,00	2643,00	274236,00
%	42,42	56,61	0,96	100,00

Tabla 28 Datos DGT sobre el tipo de turismos en la ciudad de Valladolid para el año 2023. [50]

- **Turismos compartidos (coche compartido):** utilizamos el mismo factor de emisión que el turismo, pero lo dividiremos entre 3 estableciendo este valor como media número de viajeros para este colectivo.
- **Ciclomotores:** obtenemos el factor de emisión $\text{kg CO}_2\text{e/km}$ del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO).
- **Autobuses:** a través de la memoria anual de la empresa de movilidad AUVASA para el año 2023, se ha obtenido la media de viajeros por viaje de 45,80 y el factor de emisión de 0,81 $\text{kg CO}_2\text{e/km}$. [51]

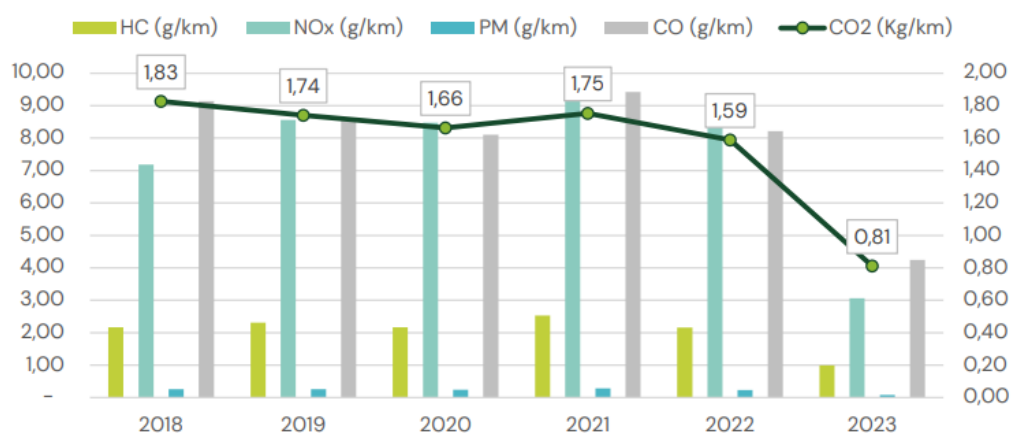


Gráfico 19 Gráfico de emisiones AUVASA 2018 - 2023. [51]

- **Bicicleta, a pie y otras:** al no ser fuentes de emisión de contaminantes, su factor de emisión se considera nulo.

Con todo ello, los factores de emisión que se han utilizado por cada tipo de medio de transporte son los expuestos en la siguiente tabla:

Categoría de vehículo	Tipo de Combustible	Factor de Emisión $\text{kg CO}_2\text{e/km}$	Fuente
Turismos	Gasolina	0,19	MITECO [49]
Turismos	Gasóleo	0,16	MITECO [49]
Media turismos	Mix. Proporcional	0,17	-
Ciclomotores	Gasolina	0,06	MITECO [49]
Autobuses AUVASA	Mix. Proporcional	0,81	AUVASA [51]
Bicicleta, a pie y otras	Nulo	0,00	-

Tabla 29 Factores de emisión utilizados para cada medio de transporte.

Con la metodología explicada con anterioridad para el cálculo de las emisiones en $\text{kg CO}_2\text{e}$ de cada grupo, se consiguen obtener los $\text{kg CO}_2\text{e}$ por día. Son divididos dependiendo de los distintos medios de transporte como se muestra en la siguiente tabla:

$\text{kg CO}_2\text{e}$ por día	Coche solo	Coche compartido	Motocicleta	Autobús	Bicicleta, a pie y otras
Alumnos	8475,18	1135,87	83,26	1096,26	0,00
Trabajadores	2919,87	429,88	68,23	83,35	0,00

Tabla 30 Emisiones de CO_2e por día en función del medio de transporte, de la comunidad universitaria.

Para obtener estos datos anuales, los multiplicamos por 175 días, que es el mínimo de días lectivos en España según el Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes [52], como se indica en su página web. Este ministerio no es el competente en universidades, pero consideramos adecuado tomar esta cifra porque las semanas lectivas por cuatrimestre son 15, que, al multiplicarse por 2 cuatrimestres y 5 días a la semana, dan un total de 150 días. A estos días hay que sumar los de estudio, exámenes, experimentación, preparación de clases, eventos y otros compromisos.

Además, si sumamos a los alumnos más los trabajadores obtenemos el cómputo global de la institución. De esta forma se obtienen las siguientes tablas:

$\text{kg CO}_2\text{e}$ por año	Coche solo	Coche compartido	Motocicleta	Autobús	Bicicleta, a pie y otras
Alumnos	1483157,28	198776,58	14570,98	191845,25	0,00
Trabajadores	510976,88	75229,77	11940,05	14586,69	0,00
UVa	1994134,16	274006,35	26511,03	206431,94	0,00

Tabla 31 Emisiones de CO_2e anual en función del medio de transporte, de la comunidad universitaria..

kg CO ₂ e por año	Total (kg CO ₂ e)	Total (t CO ₂ e)	kg CO ₂ e por persona
Alumnos	1888350,09	1888,35	85,63
Trabajadores	612733,39	612,73	160,11
UVa	2501083,47	2501,08	96,05

Tabla 32 Cómputo global de las emisiones de CO₂e anual en función del medio de transporte, de la comunidad universitaria

Si nos fijamos en la primera o la segunda columna de esta última tabla, observamos que los alumnos emiten muchísimas más emisiones que los trabajadores. Sin embargo, si nos fijamos en la última columna la proporción de emisiones por persona es prácticamente el doble en el colectivo de los trabajadores frente al de los estudiantes. Este resultado es claramente consecuencia de la forma de desplazarse que utilizan los dos grupos de estudio (alumnos y trabajadores).

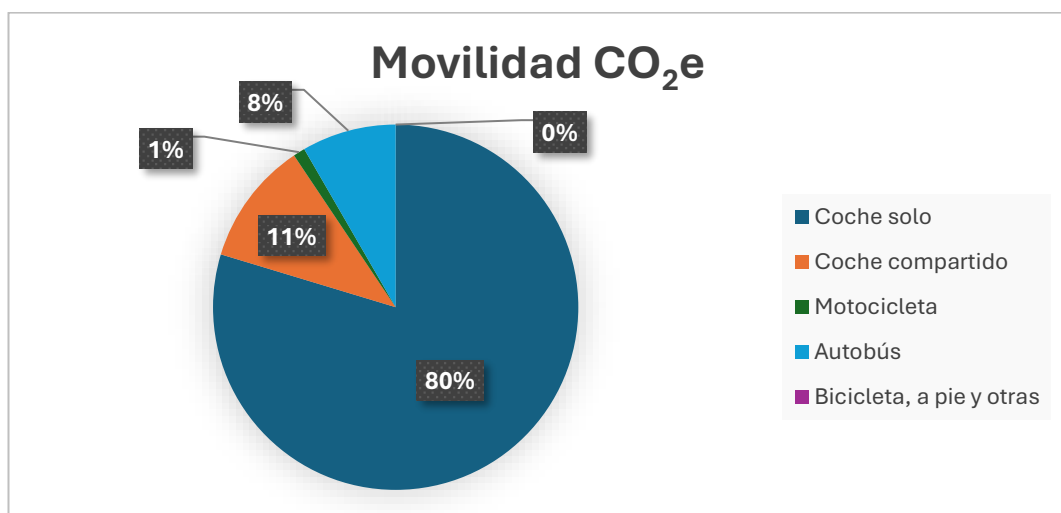


Gráfico 20 Comparativa de emisiones por movilidad de la comunidad universitaria, en función del medio de transporte utilizado.

El gráfico muestra las fuentes de emisiones según su impacto. El coche usado individualmente representa el 80%, seguido del coche compartido (11%), el autobús (8%) y la motocicleta (1%). La bicicleta, caminar y otros medios no generan emisiones.

En conclusión, la Universidad de Valladolid en lo referido a la movilidad pendular habitual de sus alumnos y trabajadores desde su hogar hasta la propia universidad, emite un total de **2501,08 t CO₂e** aproximadamente, teniendo en cuenta nuestros límites de estudio. Emisiones marcadas claramente por el uso del coche de forma individual.

2.5.2 Viajes institucionales

Los viajes institucionales realizados por cierta parte de la comunidad universitaria, para cumplir con los compromisos con otras universidades, la divulgación de conocimiento o el aprendizaje de este, sumado a otro tipo de viajes englobados dentro de la actividad de la institución, generan unas emisiones.

Para la realización del cálculo de estas emisiones hemos utilizado una **metodología** análoga a la realizada en el resto de los alcances. En primer lugar, se solicitó a la empresa encargada de reservar los viajes la información de la actividad que realizó la universidad en el año 2023. [53]

En esta documentación que proporcionó la empresa se nos facilita el origen y destino de todos los viajes, las veces que se ha realizado ese recorrido y las empresas de transporte que se utilizaron. [53] Con esta información pudimos clasificar primero el tipo de transporte es utilizado en función del prestatario.

En segundo lugar, calculamos la distancia recorrida entre los trayectos dependiendo del tipo de transporte. Estas distancias fueron aproximadas basadas en rutas comunes. Para trayectos internacionales en avión, se utilizaron distancias en línea recta (great-circle distance). Y para trayectos nacionales en tren, se utilizaron distancias por red ferroviaria.

Con todo ello ya tenemos, el medio de transporte utilizado en cada trayecto, la distancia del trayecto y el número de veces que se realizan estos trayectos. Solo necesitamos un factor de conversión que se ajuste a cada uno de los diferentes trayectos.

En el caso del transporte por ferroviario hemos obtenido el factor de la Calculadora de emisiones de GEI para el cálculo 2023 (versión 2024) [54], publicada por la Oficina Catalana del Cambio Climático la cual se actualiza cada año. Teniendo un valor de $0,025 \text{ kg CO}_2\text{e/km}$.

En lo referido al avión, hemos utilizado los factores de emisión que nos proporciona el Department for Energy Security and Net Zero de Reino Unido para nuestro año de estudio. Este departamento diferencia los diferentes tipos de vuelo en las siguientes clasificaciones: en función del tipo de vuelo, la distancia y el tipo de billete. [55]

Para el tipo de billete hay que elegir dependiendo el tipo de vuelo entre: pasajero promedio, clase económica, clase económica premium, clase ejecutiva, o primera clase. En nuestro caso hemos utilizado pasajero promedio ya que esta clasificación se encuentra dentro de todos los tipos de vuelo.

El resto de las clasificaciones se dividen en cuatro: [55]

- Vuelos nacionales, desde/hacia el Reino Unido.
- Vuelos de corta distancia, desde/hacia el Reino Unido.
(Menor de 3700 km.)
- Vuelos de larga distancia, desde/hacia el Reino Unido.
(Mayor de 3700 km.)
- Vuelos internacionales, desde/hacia fuera del Reino Unido.

Para nuestro caso de estudio en vez de utilizar Reino Unido utilizaremos España. Por lo que nos quedarían clasificados como:

- Vuelos nacionales, desde/hacia España. También llamados domésticos: 0,0273 kg CO₂e/km.
- Vuelos de corta distancia, desde/hacia España.
(Menor de 3700 km): 0,186 kg CO₂e/km.
- Vuelos de larga distancia, desde/hacia España.
(Mayor de 3700 km): 0,261 kg CO₂e/km.
- Vuelos internacionales, desde/hacia fuera de España: 0,176 kg CO₂e/km.

A estas cinco clasificaciones de los factores, una para el tren y cuatro para el avión, hemos utilizado una sexta debido a cómo se nos han proporcionado los datos. En cuatro trayectos MÁLAGA – VALLADOLID, BARCELONA – MADRID, BARCELONA – VALLADOLID, BADAJOZ – MADRID, sabemos que se han utilizado tanto tren como vuelo doméstico, pero sin especificar cuantas de cada tipo. Por lo que se ha calculado un factor de emisiones medio entre los vuelos nacionales y el tren, dándonos un valor de 0,099 kg CO₂e/km.

	Factor de emisión (kg CO ₂ e/km)
Tren	0,025
Avión. Domestico	0,273
Avión. <3700	0,186
Avión. >3700	0,261
Avión Internacional sin España	0,176
Avión/Tren	0,099

Tabla 33 Factores de emisión utilizados en los viajes institucionales. [54], [55]

Origen-Destino	Prestatario	Núm. Servicios	Medio de transporte	Distancia (km)	Distancia por número de servicios	Factores de emisión (kgCO ₂ e/ km)	kg CO ₂ e
ARANJUEZ - MADRID	RENFE VIAJEROS	2	Tren	48	96	0,025	2,43
MEDINA DEL CAMPO - OURENSE	RENFE VIAJEROS	2	Tren	320	640	0,025	16,19
MEDINA DEL CAMPO - SANTIAGO	RENFE VIAJEROS	3	Tren	390	1170	0,025	29,59
MEDINA DEL CAMPO - VIGO	RENFE VIAJEROS	1	Tren	360	360	0,025	9,10
CADIZ - MADRID	RENFE VIAJEROS	7	Tren	630	4410	0,025	111,53
CADIZ - VALLADOLID	RENFE VIAJEROS	4	Tren	690	2760	0,025	69,80
CASTELLÓN - SEGOVIA	RENFE VIAJEROS	3	Tren	440	1320	0,025	33,38
CASTELLÓN - VALLADOLID	RENFE VIAJEROS	10	Tren	520	5200	0,025	131,51
OURENSE - MEDINA DEL CAMPO	RENFE VIAJEROS	2	Tren	320	640	0,025	16,19
OURENSE - A CORUÑA	RENFE VIAJEROS	2	Tren	110	220	0,025	5,56
OURENSE - ZAMORA	RENFE VIAJEROS	2	Tren	200	400	0,025	10,12
OURENSE - VALLADOLID	RENFE VIAJEROS	1	Tren	280	280	0,025	7,08
SORIA - MADRID	RENFE VIAJEROS	2	Tren	230	460	0,025	11,63
SORIA - SEVILLA	RENFE VIAJEROS	2	Tren	680	1360	0,025	34,39
TORRELAVEGA - SEGOVIA	RENFE VIAJEROS	2	Tren	290	580	0,025	14,67
TOLEDO - MADRID	RENFE VIAJEROS	10	Tren	70	700	0,025	17,70
TOLEDO - VALLADOLID	RENFE VIAJEROS	2	Tren	260	520	0,025	13,15
PALENCIA - CASTELLÓN	RENFE VIAJEROS	1	Tren	520	520	0,025	13,15
PALENCIA - ALICANTE	RENFE VIAJEROS	1	Tren	470	470	0,025	11,89
PALENCIA - AGUILAR	RENFE VIAJEROS	1	Tren	50	50	0,025	1,26
PALENCIA - BARCELONA	RENFE VIAJEROS	2	Tren	630	1260	0,025	31,87
PALENCIA - MADRID	RENFE VIAJEROS	41	Tren	250	10250	0,025	259,22
PALENCIA - SEGOVIA	RENFE VIAJEROS	3	Tren	200	600	0,025	15,17
PALENCIA - BURGOS	RENFE VIAJEROS	1	Tren	80	80	0,025	2,02
PALENCIA - SANTANDER	RENFE VIAJEROS	1	Tren	160	160	0,025	4,05
PALENCIA - VALENCIA	RENFE VIAJEROS	3	Tren	390	1170	0,025	29,59
PALENCIA - VALLADOLID	RENFE VIAJEROS	3	Tren	50	150	0,025	3,79
VILLENA - VALLADOLID	RENFE VIAJEROS	2	Tren	460	920	0,025	23,27
ZUMARRAGA - VALLADOLID	RENFE VIAJEROS	1	Tren	240	240	0,025	6,07
ALBACETE - MADRID	RENFE VIAJEROS	3	Tren	250	750	0,025	18,97
ALBACETE - VALLADOLID	RENFE VIAJEROS	8	Tren	380	3040	0,025	76,88

Estudio de la evaluación de la huella de carbono en la Universidad de Valladolid.
Escuela de Ingenierías Industriales, Universidad de Valladolid.

ABIDJAN - MADRID	ROYAL AIR MAROC	1	Avión	3.200	3200	0,186	594,93
ALBUQUERQUE - NUEVA YORK	AMERICAN AIRLINES	1	Avión	2.800	2800	0,176	492,25
ADDIS ABEBA - AWASA	ETHIOPIAN AIRLINES	5	Avión	270	1350	0,176	237,34
ADDIS ABEBA - EL CAIRO	EGYPTAIR	2	Avión	2.200	4400	0,176	773,54
ADDIS ABEBA - MADRID	AIR EUROPA	1	Avión	5.100	5100	0,261	1332,53
ADDIS ABEBA - MILÁN	ETHIOPIAN AIRLINES	1	Avión	4.800	4800	0,176	843,86
MÁLAGA - BILBAO	VOLOTEA	3	Avión	730	2190	0,273	596,94
MÁLAGA - MADRID	RENFE VIAJEROS/IRYO	13	Tren	540	7020	0,273	1913,49
MÁLAGA - SEGOVIA	RENFE VIAJEROS	2	Tren	480	960	0,273	261,67
MÁLAGA - VALLADOLID	VUELING/RENFE	24	Avión/ Tren	690	16560	0,099	1639,44
AUCKLAND - MADRID	CATHAY PACIFIC/QATAR	3	Avión	19.500	58500	0,261	15284,92
ALICANTE - PALENCIA	RENFE VIAJEROS	2	Tren	470	940	0,025	23,77
ALICANTE - MADRID	RENFE VIAJEROS	4	Tren	420	1680	0,025	42,49
ALICANTE - MURCIA	RENFE VIAJEROS	2	Tren	80	160	0,025	4,05
ALICANTE - SEGOVIA	RENFE VIAJEROS	3	Tren	370	1110	0,025	28,07
ALICANTE - CARTAGENA	RENFE VIAJEROS	2	Tren	120	240	0,025	6,07
ALICANTE - VALLADOLID	RENFE VIAJEROS	32	Tren	540	17280	0,025	437,01
AMSTERDAM - MADRID	IBERIA/AIR EUROPA	3	Avión	1.450	4350	0,186	808,74
ANKARA - MADRID	PEGASUS AIRLINES	1	Avión	2.300	2300	0,186	427,61
ANKARA - PRAGA	PEGASUS AIRLINES	1	Avión	1.300	1300	0,176	228,54
ANTEQUERA - SEGOVIA	RENFE VIAJEROS	3	Tren	420	1260	0,025	31,87
AREQUIPA - LIMA	IBERIA/APG	2	Avión	1.000	2000	0,176	351,61
ASUNCIÓN - BOGOTÁ	AVIANCA	2	Avión	3.200	6400	0,176	1125,14
ASUNCIÓN - MADRID	LATAM/AIR EUROPA	3	Avión	9.200	27600	0,261	7211,35
ASUNCIÓN - SÃO PAULO	LATAM	1	Avión	1.200	1200	0,176	210,96
AGUILAR - PALENCIA	RENFE VIAJEROS	3	Tren	50	150	0,025	3,79
AGUILAR - MADRID	RENFE VIAJEROS	5	Tren	280	1400	0,025	35,41
AGUILAR - LLEIDA	RENFE VIAJEROS	1	Tren	440	440	0,025	11,13
AGUILAR - VALLADOLID	RENFE VIAJEROS	1	Tren	100	100	0,025	2,53
ATENAS - MADRID	AEGEAN	1	Avión	2.300	2300	0,186	427,61
ELCHE - VALLADOLID	RENFE VIAJEROS	1	Tren	490	490	0,025	12,39
LINARES - MADRID	RENFE VIAJEROS	1	Tren	280	280	0,025	7,08
PONTEVEDRA - MADRID	RENFE VIAJEROS	2	Tren	610	1220	0,025	30,85
PONTEVEDRA - SEGOVIA	RENFE VIAJEROS	1	Tren	560	560	0,025	14,16
SAN JUAN - SEVILLA	RENFE VIAJEROS	1	Tren	80	80	0,025	2,02
ABU DABI - PARÍS	AIR FRANCE	0	Avión	5.300	0	0,176	0,00

Estudio de la evaluación de la huella de carbono en la Universidad de Valladolid.
Escuela de Ingenierías Industriales, Universidad de Valladolid.

AUSTIN - MADRID	DELTA	1	Avión	8.200	8200	0,261	2142,50
BAKÚ - ESTAMBUL	PEGASUS	1	Avión	1.400	1400	0,176	246,13
BARCELONA - CIUDAD REAL	RENFE VIAJEROS	1	Tren	550	550	0,025	13,91
BARCELONA - GIRONA	RENFE VIAJEROS	1	Tren	100	100	0,025	2,53
BARCELONA - IBIZA	VUELING	2	Avión	240	480	0,273	130,84
BARCELONA - A CORUÑA	VUELING	1	Avión	1.100	1100	0,273	299,83
BARCELONA - MADRID	VUELING/IBERIA/RENFE	32	Avión/ Tren	620	19840	0,099	1964,16
BARCELONA - SEGOVIA	RENFE VIAJEROS	3	Tren	540	1620	0,025	40,97
BARCELONA - TESALÓNICA	AEGEAN	1	Avión	1.600	1600	0,186	297,47
BARCELONA - VALLADOLID	VUELING/RENFE	52	Avión/ Tren	640	33280	0,099	3294,72
BARCELONA - ZARAGOZA	RENFE VIAJEROS	4	Tren	300	1200	0,025	30,35
BERLÍN - COPENHAGUE	SAS	1	Avión	360	360	0,176	63,29
BIRMINGHAM - CHARLOTTE	BRITISH AIRWAYS	1	Avión	6.400	6400	0,176	1125,14
BIRMINGHAM - AMSTERDAM	KLM	1	Avión	400	400	0,186	74,37
BIRMINGHAM - BARCELONA	VUELING	2	Avión	1.300	2600	0,176	457,09
BILBAO - GRANADA	VUELING	4	Avión	620	2480	0,273	675,99
BILBAO - MADRID	RENFE VIAJEROS	1	Tren	400	400	0,025	10,12
BILBAO - SEGOVIA	RENFE VIAJEROS	1	Tren	300	300	0,025	7,59
BILBAO - VALLADOLID	RENFE VIAJEROS	14	Tren	280	3920	0,025	99,14
BADAJOS - MADRID	IBERIA/RENFE	2	Avión/ Tren	400	800	0,099	79,20
BURDEOS - MADRID	IBERIA	2	Avión	540	1080	0,186	200,79
BOGOTÁ - MADRID	IBERIA/PLUS ULTRA	3	Avión	8.000	24000	0,261	6270,74
BOGOTÁ - SANTIAGO DE CHILE	LATAM	1	Avión	4.300	4300	0,176	755,96
BOSTON - MADRID	AMERICAN/IBERIA	2	Avión	5.500	11000	0,261	2874,09
BOSTON - NUEVA YORK	IBERIA	1	Avión	300	300	0,186	55,78
BOSTON - FILADELFIA	AMERICAN	2	Avión	450	900	0,186	167,33
BRUSELAS - ÁMSTERDAM	IBERIA	1	Avión	170	170	0,176	29,89
BRUSELAS - MADRID	IBERIA/AIR EUROPA	5	Avión	1.300	6500	0,186	1208,46
BRASILIA - MONTEVIDEO	LATAM	2	Avión	2.200	4400	0,176	773,54
BASILEA - MADRID	EASY JET	1	Avión	1.000	1000	0,186	185,92
BUDAPEST - MADRID	IBERIA	2	Avión	1.900	3800	0,186	706,49
BUENOS AIRES - BARCELONA	IBERIA	1	Avión	10.500	10500	0,261	2743,45
BUENOS AIRES - BOGOTÁ	AVIANCA	1	Avión	5.000	5000	0,176	879,02
BUENOS AIRES - MADRID	AEROLÍNEAS/IBERIA/AIR EUROPA	11	Avión	10.200	112200	0,261	29315,69
BUENOS AIRES - SANTIAGO	APG	1	Avión	1.100	1100	0,176	193,38

Estudio de la evaluación de la huella de carbono en la Universidad de Valladolid.
Escuela de Ingenierías Industriales, Universidad de Valladolid.

CASABLANCA - MADRID	IBERIA	1	Avión	1.100	1100	0,186	204,51
COCHABAMBA - SANTA CRUZ	BOA	1	Avión	400	400	0,176	70,32
CARACAS - MADRID	TURKISH/AIR EUROPA/PLUS ULTRA	3	Avión	7.000	21000	0,261	5486,89
CIUDAD REAL - CASTELLÓN	RENFE VIAJEROS	1	Tren	550	550	0,025	13,91
CIUDAD REAL - PALENCIA	RENFE VIAJEROS	0	Tren	380	0	0,025	0,00
CIUDAD REAL - MADRID	RENFE VIAJEROS	3	Tren	200	600	0,025	15,17
CIUDAD REAL - VALLADOLID	RENFE VIAJEROS	7	Tren	300	2100	0,025	53,11
CONAKRY - MADRID	ROYAL AIR MAROC	1	Avión	3.300	3300	0,186	613,53
COLUMBUS - NUEVA YORK	AMERICAN	1	Avión	700	700	0,186	130,14
CORRIENTES - RESISTENCIA	AEROLÍNEAS ARGENTINAS	1	Avión	300	300	0,186	55,78
COPENHAGUE - BERLÍN	NORWEGIAN	2	Avión	360	720	0,186	133,86
COPENHAGUE - MADRID	BRUSSELS	1	Avión	1.800	1800	0,186	334,65
CANCÚN - MADRID	AIR EUROPA	1	Avión	8.200	8200	0,261	2142,50
CANCÚN - QUERÉTARO	VIVA AEROBUS	1	Avión	1.300	1300	0,176	228,54
CUZCO - AREQUIPA	LATAM	1	Avión	400	400	0,176	70,32
DUBLÍN - MADRID	AER LINGUS/IBERIA	2	Avión	1.450	2900	0,186	539,16
DURBAN - MADRID	QATAR/AIR FRANCE/EMIRATES	7	Avión	8.800	61600	0,261	16094,89
DÜSSELDORF - MADRID	IBERIA	3	Avión	1.400	4200	0,186	780,85
SAN SEBASTIÁN - SEGOVIA	RENFE VIAJEROS	1	Tren	350	350	0,025	8,85
SAN SEBASTIÁN - VALLADOLID	RENFE VIAJEROS	3	Tren	280	840	0,025	21,24
EDIMBURGO - MADRID	EASY JET	1	Avión	1.800	1800	0,186	334,65
FLORIANÓPOLIS - MADRID	LATAM	1	Avión	9.000	9000	0,261	2351,53
FLORENCIA - MADRID	IBERIA	1	Avión	1.300	1300	0,186	241,69
FRANKFURT - MADRID	LUFTHANSA	1	Avión	1.400	1400	0,186	260,28
EL CALAFATE - USHUAIA	AEROLÍNEAS ARGENTINAS	1	Avión	800	800	0,261	209,02
GUADALAJARA (MEX) - MADRID	AEROMÉXICO	2	Avión	9.100	18200	0,261	4755,31
GOA - DOHA	QATAR	1	Avión	3.000	3000	0,176	527,41
GIRONA - BARCELONA	RENFE VIAJEROS	1	Tren	100	100	0,025	2,53
GIRONA - MADRID	RENFE VIAJEROS	2	Tren	620	1240	0,025	31,36
GIRONA - VALLADOLID	RENFE VIAJEROS	8	Tren	700	5600	0,025	141,62
GRANADA - MADRID	IBERIA/RENFE	53	Avión/Tren	420	22260	0,099	2203,74
GRANADA - CÓRDOBA	RENFE VIAJEROS	1	Tren	150	150	0,025	3,79
GRANADA - SEVILLA	RENFE VIAJEROS	1	Tren	250	250	0,025	6,32
GINEBRA - BARCELONA	EASY JET	1	Avión	540	540	0,261	141,09
HANÓI - BERLÍN	QATAR	1	Avión	8.700	8700	0,176	1529,49
HANÓI - MADRID	QATAR	1	Avión	10.300	10300	0,261	2691,19

HANÓI - PARÍS	VIETNAM	2	Avión	9.500	19000	0,176	3340,27
LA HABANA - MADRID	AIR EUROPA	5	Avión	7.800	39000	0,261	10189,94
HELSINKI - MADRID	FINNAIR	0	Avión	2.800	0	0,186	0,00
HUELVA - MADRID	RENFE VIAJEROS	1	Tren	550	550	0,025	13,91
HARARE - MADRID	QATAR	1	Avión	8.000	8000	0,261	2090,25
HUESCA - MADRID	RENFE VIAJEROS	2	Tren	350	700	0,025	17,70
IBIZA - MADRID	AIR EUROPA	1	Avión	480	480	0,273	130,84
JOHANNESBURG O - DURBAN	QATAR	0	Avión	500	0	0,176	0,00
KINGSTON - PANAMÁ	AIR EUROPA	1	Avión	1.500	1500	0,186	278,88

Tabla 34 Cálculo de las emisiones de los viajes institucionales por trayectos.

Si sumamos el número de emisiones por cada uno de los dos transportes obtenemos las emisiones totales por cada medio de transporte. Al agruparlas obtenemos las emisiones generadas por los viajes institucionales, dándonos un valor final de **152,39 t CO₂e**.

	Emisiones Tren	Emisiones Avión	Total
kg CO ₂ e	6848,67	145544,59	152393,27
t CO ₂ e	6,85	145,54	152,39

Tabla 35 Resultado de las emisiones debidas a los viajes institucionales.

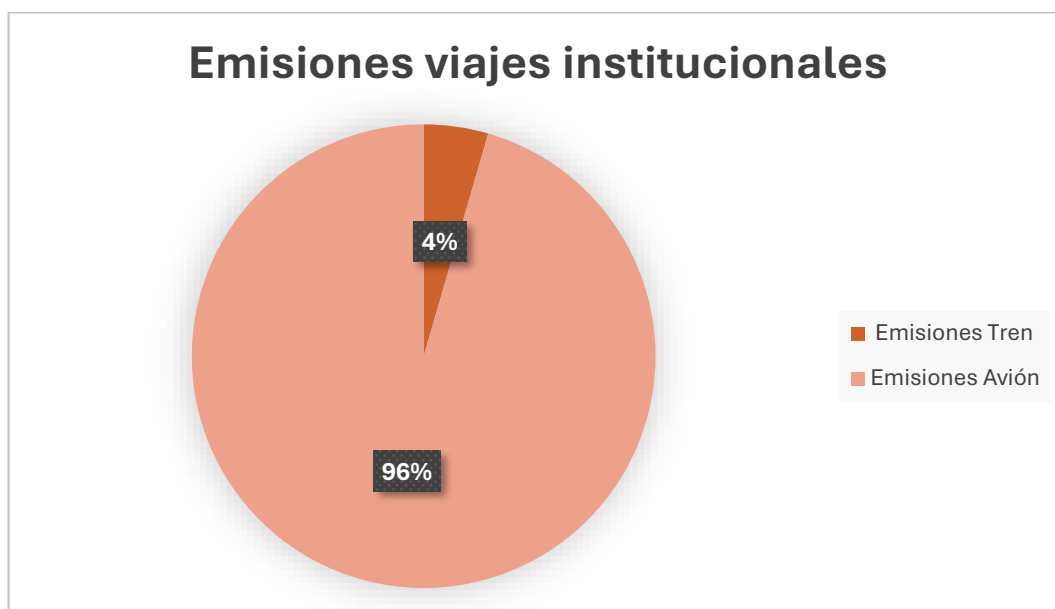


Gráfico 21 Comparación porcentual de las emisiones ocasionadas por los distintos transportes en los viajes institucionales.

También podemos medir cuantos kilómetros recorrimos con cada medio de transporte para tener una imagen más completa de nuestro escenario.

Distancia recorrida en tren (km)	Distancia recorrida en avión (km)	Total (km)
143636	618370	762006

Tabla 36 Distancia recorrida por los distintos transportes en los viajes institucionales.

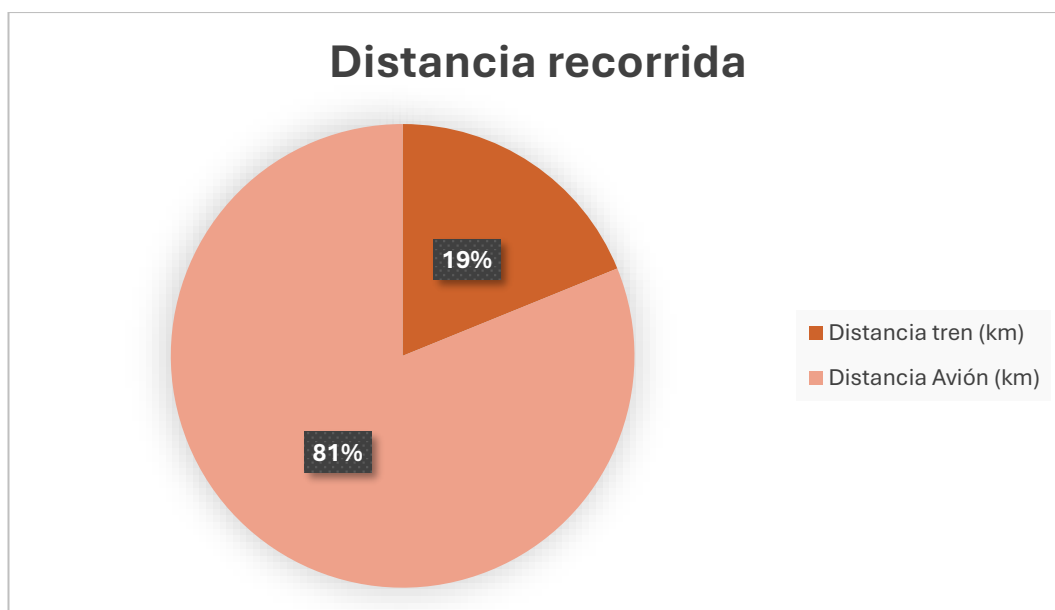


Gráfico 22 Comparación porcentual de la distancia recorrida por los distintos transportes en los viajes institucionales.

Si comparamos un gráfico con otro vemos que, aunque la distancia recorrida en tren represente un 19% del total, en las emisiones únicamente representa un 5 %. Con ello podemos afirmar que el tren es un transporte con menos emisiones contaminantes que el avión. Esta afirmación ya sabíamos que iba a ocurrir debido a que el factor de emisión del tren es mucho más pequeño que cualquiera de los factores del avión.

Con estos dos datos podemos aprovechar para obtener un factor de emisiones medio en $\text{kg CO}_2\text{e/km}$ realizando la operación inversa. Esto nos da un valor de $0,199 \text{ kg CO}_2\text{e/km}$ como se muestra a continuación.

$$\text{Factor medio de emisiones (kg CO}_2\text{e/km)} = \frac{152393,27 \text{ (kg CO}_2\text{e)}}{762006 \text{ (km)}} = 0,199 \text{ (kg CO}_2\text{e/km)}$$

Ecuación 7 Factor medio de emisión de los viajes institucionales

2.5.3 Agua

El consumo de agua se cuantifica dentro de las categorías establecidas por el GHG Protocol para el alcance 3, específicamente en la categoría 1 (Bienes y servicios adquiridos). Esto se debe a que el agua es un recurso que la universidad adquiere a través de proveedores externos y cuya producción, tratamiento y distribución conllevan un consumo energético significativo, lo que genera emisiones indirectas de gases de efecto invernadero. Estas emisiones provienen de procesos como la captación, potabilización, bombeo y transporte del agua hasta los distintos campus, además del tratamiento posterior de las aguas residuales cuando corresponde.

Incluir el uso del agua dentro del alcance 3 resulta esencial para evaluar con precisión su impacto ambiental y fomentar una gestión más eficiente y sostenible de los recursos hídricos. Este cálculo permite identificar oportunidades de optimización en el consumo de agua y reducir las emisiones asociadas a su ciclo de vida. Además, este análisis se encuentra alineado con los principios del **Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 6** [7], cuyo propósito es garantizar la disponibilidad y gestión sostenible del agua y el saneamiento para toda la población, promoviendo así prácticas responsables en el uso de este recurso fundamental.

Más allá de la cuantificación de emisiones, es fundamental impulsar la concienciación sobre la importancia de un uso responsable del agua dentro de la comunidad universitaria. La adopción de hábitos sostenibles por parte de estudiantes, docentes y personal administrativo puede contribuir significativamente a la reducción del consumo y, con ello, a la disminución de las emisiones indirectas asociadas.

Además, una gestión eficiente del agua no solo tiene un impacto ambiental positivo, sino que también supone beneficios económicos para la universidad, ya que la reducción en el consumo se traduce en un menor coste en facturas de suministro y tratamiento de aguas residuales. Implementar estrategias de sensibilización y optimización del uso del agua permite generar ahorros económicos y ambientales a largo plazo.

Para llevar a cabo la cuantificación del consumo de agua en la universidad, se han recopilado los datos correspondientes al volumen total de agua utilizada en los distintos campus a lo largo del año 2023. Esta información ha sido obtenida a partir de las facturas de suministro de agua emitidas durante el período de estudio, permitiendo así calcular el consumo total anual. Tras la suma de los registros disponibles, se ha determinado que el volumen de agua consumida en 2023 asciende a **103788,57 m³**.

Si nos fijamos por campus podremos observar que como en el resto de los consumos, el campus de Valladolid representa el mayor peso con un valor de 93545 m³. Le siguen en este caso Palencia, Segovia y Soria con unos volúmenes de 4536 m³, 3383 m³, 2324,57 m³ respectivamente.

Palencia (m ³)	Soria (m ³)	Segovia(m ³)	Valladolid (m ³)
7452	4810	2324,57	164134

Tabla 37 Volumen de agua según los diferentes campus.

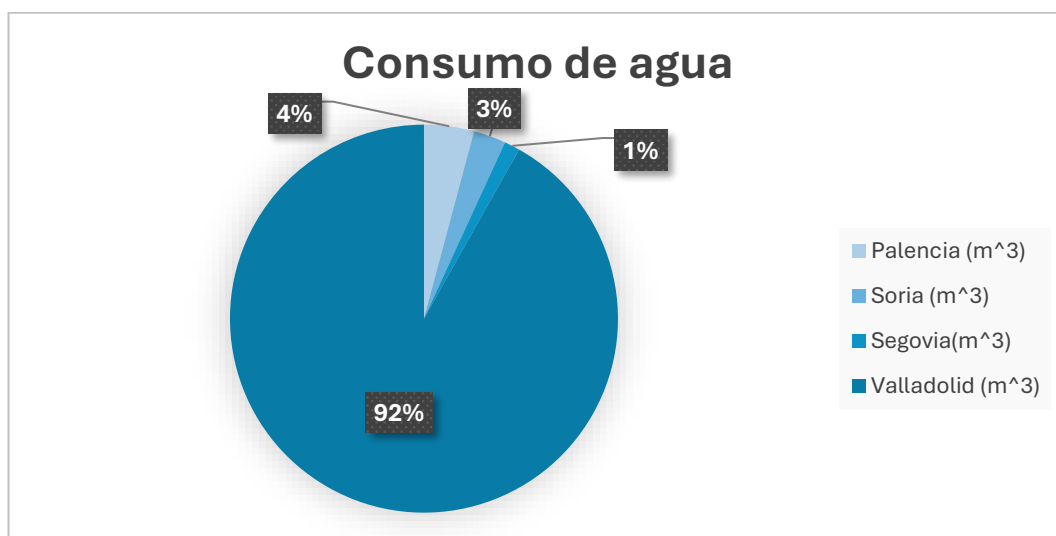


Gráfico 23 Comparativa del consumo de agua en los diferentes campus

Para calcular las emisiones de CO₂e equivalente asociadas a este consumo, se aplica la misma metodología utilizada en los demás apartados del estudio. Esto implica multiplicar el volumen total de agua consumida por un factor de emisión (CO₂e/m³),

Este factor ha sido obtenido de la Calculadora de emisiones de GEI para el cálculo 2023 (versión 2024), publicada por la Oficina Catalana del Cambio Climático, la cual se actualiza cada año.

Para el caso del suministro de agua este valor es de 0,385 kg CO₂e por cada metro cúbico. A partir de aplicar la operación previamente explicada y que es acorde al resto de la metodología utilizada, se obtiene un total de emisiones de 39,96 t CO₂e.

Total (m ³)	Factor (kg CO ₂ e/m ³)	Fuente	kg CO ₂ e	t CO ₂ e
103788,57	0,385	Oficina Catalana del Cambio Climático [54]	39958,60	39,96

Tabla 38 Emisiones debidas al agua.

2.5.4 Residuos

Los residuos generados en la universidad se encuentran clasificados dentro de la categoría 5 (Residuos generados en operaciones) del GHG Protocol en el alcance 3. Esta categoría incluye todas las emisiones indirectas resultantes del tratamiento y disposición final de los residuos producidos en las actividades de la institución. Dentro de este proceso se contemplan diversas vías de gestión, como el reciclaje, la incineración, el tratamiento especializado o la disposición en vertederos, cada una de las cuales tiene un impacto ambiental asociado en términos de emisiones de gases de efecto invernadero. La correcta cuantificación y gestión de estos residuos es clave para evaluar con precisión la huella de carbono de la universidad y avanzar en estrategias de reducción de su impacto ambiental. En este estudio, se han cuantificado los siguientes tipos de residuos:

- **Residuos peligrosos:** Incluyen sustancias químicas, disolventes, aceites y otros materiales que, debido a su composición, representan un riesgo ambiental y requieren un tratamiento específico para su eliminación o reutilización segura.
- **RAEES (Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos):** Comprenden equipos electrónicos en desuso, como ordenadores, pantallas, teclados, impresoras, baterías y cables. Estos residuos deben ser gestionados mediante procesos de reciclaje especializados debido a la presencia de metales pesados y otros componentes potencialmente contaminantes.
- **Residuos de plástico:** Como botellas, envases y otros elementos fabricados con plástico, cuya gestión implica su envío a plantas de reciclaje o, en ausencia de alternativas, su disposición en vertederos.
- **Residuos de cartón:** Incluyen embalajes, cajas y papel desechado que pueden ser recuperados y reincorporados a nuevos ciclos de uso mediante procesos de reciclaje o reutilización.
- **Residuos de tóner:** Se refieren a los cartuchos de tinta usados provenientes de la impresión, los cuales requieren un tratamiento específico debido a los componentes químicos presentes en su formulación.

La información relativa a la cantidad de cada uno de estos residuos ha sido proporcionada por la Oficina de Calidad Ambiental de la Universidad de Valladolid [56], garantizando así la fiabilidad de los datos utilizados en el análisis.

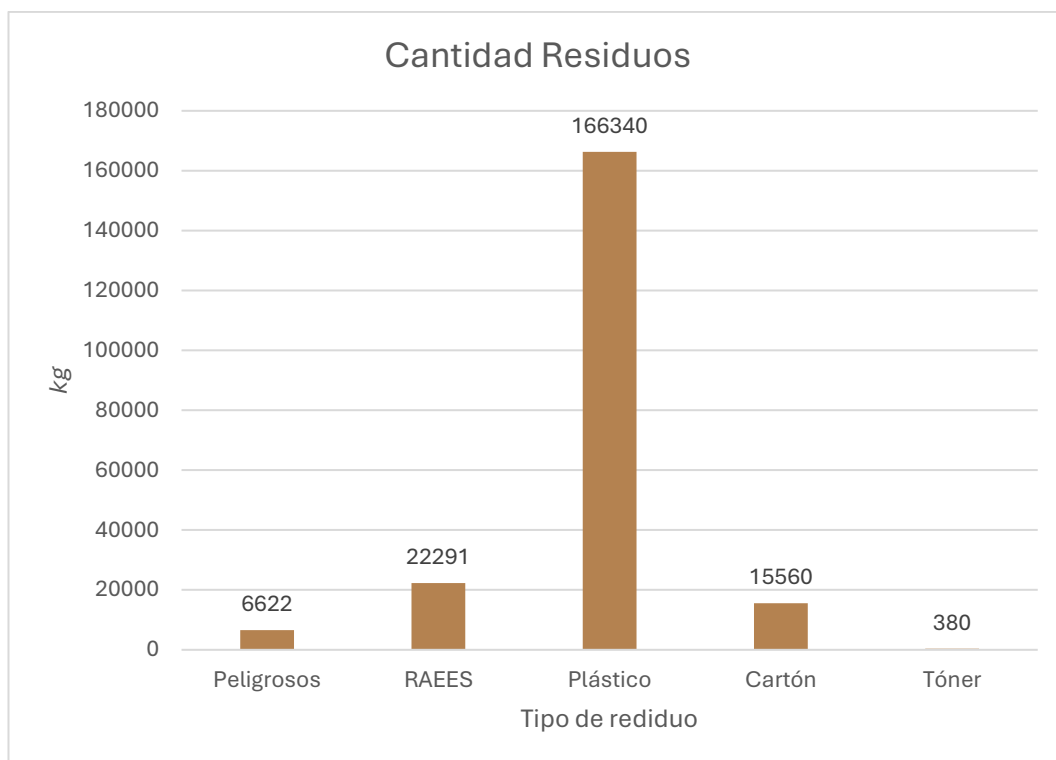


Gráfico 24 Cantidad de residuos generados.

Como podemos apreciar en el gráfico anterior, la diferencia en kilogramos entre el plástico y el resto de los residuos es elevada. Esto es debido a que la cantidad correspondiente a los residuos plásticos alcanza un total de 166340 kilogramos, lo que representa una diferencia cuantiosa en comparación con los demás tipos de residuos.

En el segundo lugar dentro de esta clasificación, encontramos los RAEES (Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos), los cuales registran un peso de 22291 kilogramos, situándose bastante por debajo del plástico, pero con una cantidad relevante.

Seguidamente, en tercer lugar, se encuentran los residuos de cartón, con un total de 15560 kilogramos. Este tipo de residuo, aunque sea menor en comparación con los dos primeros, sigue siendo una parte importante dentro del cómputo global.

En una posición más alejada en términos de cantidad, hallamos los residuos peligrosos, cuyo valor registrado es de 6622 kilogramos. Lo que representa un valor significativamente menor que las categorías anteriores.

Por último, con la menor cantidad de residuos, se encuentran los tóneres, cuya cifra asciende únicamente a 380 kilogramos. Esto los sitúa como la categoría de residuos con menor peso, en lo referido a la cantidad cuantificada en kilogramos.

Para calcular las emisiones totales generadas por los residuos se han analizado por separado cada uno de los diferentes tipos, para posteriormente poder obtener el cómputo global sumando cada uno de los residuos. En este procedimiento se han calculado estas emisiones utilizando la misma metodología que en el resto del estudio, la cual consiste en multiplicar la cantidad del elemento de que analizamos por su factor de emisión.

Estos factores de emisión provienen del Department for Energy Security and Net Zero del Reino Unido para el año 2023. En su publicación, distingue estos factores según el destino del producto, estableciendo cuatro escenarios diferentes para los residuos seleccionados. A continuación, se explica el criterio utilizado para elegir cada factor: [55]

- **Residuos peligrosos:** El documento únicamente tiene un apartado en el que encajarían este tipo de residuos que sería, residuos comerciales e industriales. En esta categoría tienen dos factores de emisión dependiendo del destino último del residuo ya sea combustión o deposición en vertedero. Al ser un residuo calificado como peligroso es más propenso a que su destino sea el vertedero por lo que elegimos $520,34 \text{ kg CO}_2\text{e/t}$. [55]
- **RAEES (Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos):** Para este caso se tienen también dos factores de emisión dependiendo del tratamiento final del residuo bien sea combustión o deposición en vertedero. Al no tener conocimiento del destino se ha decidido hacer una media de los dos factores de emisión, con un valor de $15,08 \text{ kg CO}_2\text{e/t}$. [55]
- **Residuos de plástico:** Para este residuo, nos encontramos también con diferentes opciones en función del manejo final del residuo bien sea combustión, deposición en vertedero o reciclaje. Al desconocer el tratamiento final de los residuos plásticos, se promedian los tres factores de emisión, obteniendo $17,15 \text{ kg CO}_2\text{e/t}$. [55]
- **Residuos de cartón:** Este residuo presenta cuatro diferentes tipos de factor de emisión dependiendo de su destino final, estos pueden ser tanto la combustión, como la deposición en vertederos, el compostaje o el reciclaje. Sabemos que la mayor parte de los residuos de cartón son reciclados por lo que el factor utilizado es de $21,28 \text{ kg CO}_2\text{e/t}$. [55]
- **Residuos de tóner:** Se han clasificado estos residuos dentro de residuos comerciales e industriales. Utilizando el mismo criterio que los residuos peligrosos, consideramos que su trato final será el vertedero, cuyo factor de emisión es $520,34 \text{ kg CO}_2\text{e/t}$. [55]

Tipo de residuo	Cantidad (kg)	Cantidad (t)	Factor de emisión (kg CO ₂ e/t)				Factor de emisión utilizado (kg CO ₂ e/t)	Fuente del factor de emisión	Emisiones totales (kg CO ₂ e)	Emisiones totales (t CO ₂ e)
			Combustión	Vertedero	Compostaje	Reciclaje				
Peligrosos	6622	6,62	21,28	520,34	-	-	520,34	UK.GOV 2023 [55]	3445,66	3,45
RAEES	22291	22,29	21,28	8,88	-	-	15,08	UK.GOV 2023 [55]	336,20	0,34
Plástico	166340	166,34	21,28	8,88	-	21,28	17,15	UK.GOV 2023 [55]	2852,45	2,85
Cartón	15560	15,56	21,28	1164,39	8,91	21,28	21,28	UK.GOV 2023 [55]	331,12	0,33
Tóner	380	0,38	21,28	520,34	-	-	520,34	UK.GOV 2023 [55]	197,73	0,20
									7163,16	7,16

Tabla 39 Emisiones generadas por los residuos. Desglosado por cada tipo de residuo, factor de emisión utilizado y cómputo global.

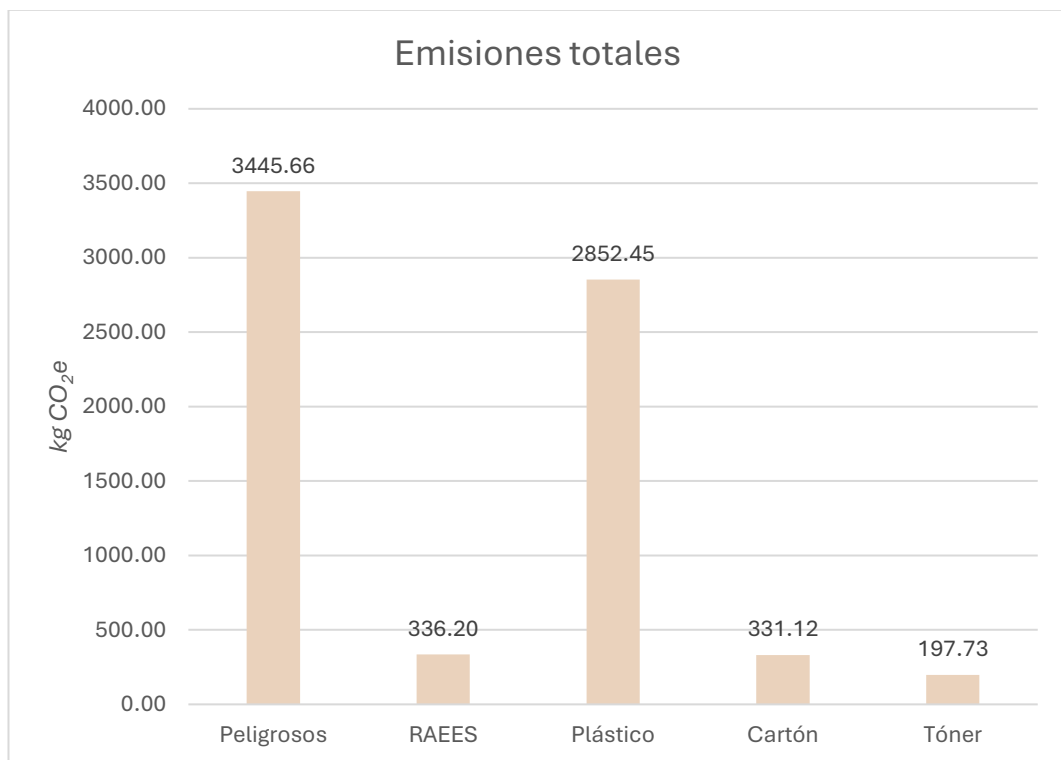


Gráfico 25 Representación de las emisiones totales por cada tipo de residuo.

Centrándonos en las emisiones podemos clasificar de mayor a menor en función de su impacto en:

1. Residuos peligrosos: 3445,66 kg CO₂e.
2. Residuos de plástico: 2852,45 kg CO₂e.
3. RAEES: 336,20 kg CO₂e.
4. Residuos de cartón: 331,12 kg CO₂e.
5. Residuos de tóner: 197,73 kg CO₂e.

Esta clasificación demuestra que, a pesar de la cantidad de residuos generados, el impacto en términos de emisiones de CO₂e no sigue una relación directa con la cantidad de residuos. Algunos tipos de residuos, como el plástico y los residuos peligrosos, tienen un impacto mucho mayor en las emisiones que otros, como los residuos de tóner. Haciendo el sumatorio de las emisiones de cada uno de los diferentes residuos, obtenemos un valor total de **7,16 t CO₂e**.

2.5.5 Resultados alcance 3

	Emisiones totales (t CO ₂ e)
Movilidad pendular habitual	2501,08
Viajes institucionales	153,64
Agua	39,96
Residuos	7,16
Alcance 3	2701,85

Tabla 40 Resumen de las emisiones del alcance 3.

El total de las emisiones derivadas de los cuatro aspectos analizados (movilidad pendular habitual, movilidad exterior, consumo de agua y generación de residuos) alcanza un valor final de **2701,85 t CO₂e**. Esto evidencia el gran peso que tienen las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por la movilidad pendular habitual, en comparación con el resto de los factores.

Profundizando en esta problemática y analizando la fuente principal de estas emisiones, encontramos que el modo de transporte utilizado por la comunidad universitaria es un factor determinante. Es imprescindible reducir el uso del turismo individual para poder conseguir una disminución significativa de estas emisiones.

En segundo lugar, los viajes institucionales representan un impacto significativo, pero reducirlo es complejo, ya que no podemos controlar individualmente las emisiones del transporte. Aun así, se recomienda optar por el tren en lugar del avión siempre que sea posible, debido a que genera menos emisiones.

Por otro lado, las emisiones derivadas del consumo de agua son difíciles de reducir, ya que se trata de un bien básico para la actividad humana. Aun así, resulta fundamental continuar con acciones de concienciación dirigidas a la comunidad universitaria para optimizar su uso y evitar desperdicios innecesarios.

En cuanto a los residuos generados representan la menor proporción de emisiones en este alcance. De hecho, su impacto es inferior a la mitad del generado por el consumo de agua y resulta insignificante en comparación con la movilidad. Aun así, su reducción especialmente de los plásticos y de los considerados tóxicos, contribuirá a disminuir el impacto ambiental.

El análisis del **alcance 3** ha identificado y cuantificado las principales emisiones indirectas, permitiendo medidas correctivas, comparación con otros alcances y mejor uso de recursos. Esto reducirá el impacto ambiental y generará ahorro. Sin este estudio, solo se considerarían emisiones directas e indirectas por electricidad, sin una visión precisa del impacto universitario.

2.7 Resultado global

t CO ₂ e	Alcance 1	Alcance 2	Alcance 3	Total
UVa	1989,75	5043,13	2699,00	9734,72

Tabla 41 Resultado final, en toneladas de CO₂e de los alcances 1,2 y 3.

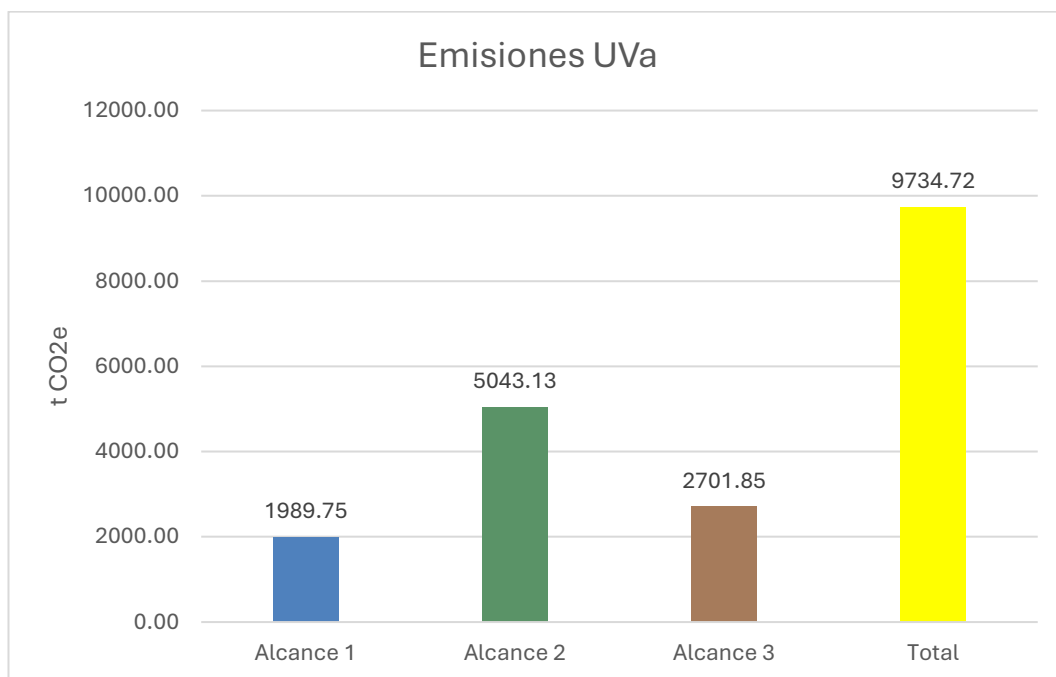


Gráfico 26 Comparativa numérica de los tres alcances

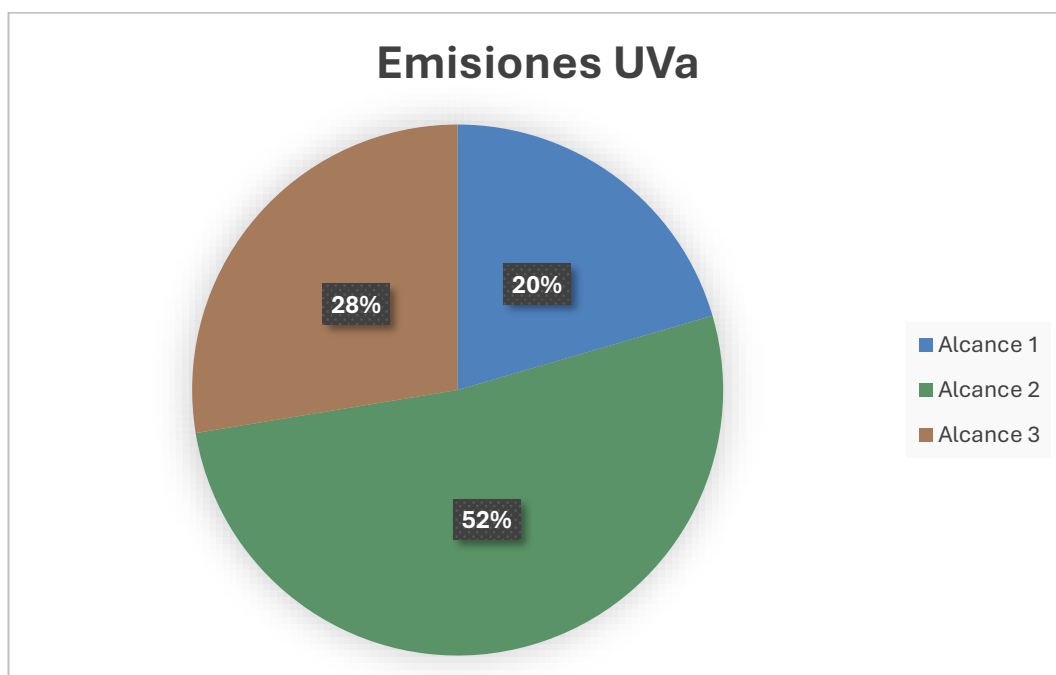
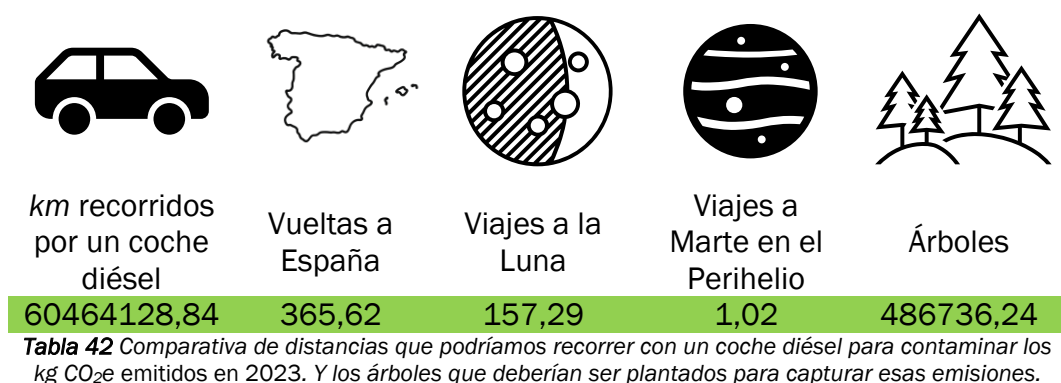


Gráfico 27 Comparativa porcentual de los tres alcances



kg CO _{2e}	Factor de emisión coche diésel [49]	km recorridos por un coche diésel
9734724,74	0,16	60464128,84
	km de carretera que tiene España [57]	Vueltas a España
	165375,00	365,62
	Distancia media a la luna [58]	Viajes a la Luna
	384400,00	157,29
	Perihelio, la distancia Tierra-Marte en el momento de la oposición en kilómetros [59]	Viajes a Marte en el Perihelio
	59000000,00	1,02
	kg de CO ₂ absorbido al año por un árbol [60]	Árboles
	20,00	486736,24

Tabla 43 Cálculo de la equivalencia de emisiones.

Las tablas anteriores nos dan un orden de magnitud, para darnos cuenta de la cantidad de emisiones que tiene nuestra institución. En primer lugar, calculamos los kilómetros necesarios en un coche diésel para alcanzar los 9734724,74 kg CO_{2e}, esto se corresponde con 60464128,84 km.

Con este valor en distancia quizá no tenemos una cuantificación clara, por lo que estudiamos que podríamos hacer con esa distancia. Estos kilómetros son equivalentes a decir que podríamos dar 365,62 vueltas por todas las carreteras de España, ir 157,29 veces a la Luna o viajar 1,02 veces a Marte en el momento de la oposición, también llamado a este momento perihelio.

Además, teniendo en cuenta la capacidad de retención de CO₂ que tienen los árboles y asumiendo como media 20 kg de CO₂ absorbido al año [60], podemos afirmar que se necesitarían aproximadamente 486736 árboles.

2.7 Consumos

2.7.1 Consumos por campus

Palencia

Consumo kWh	Gas natural	Electricidad	Biomasa	Gasóleo	Total
Palencia	20823	1141050	1691859	0	2853732

Tabla 44 Consumo del campus de Palencia en kWh.

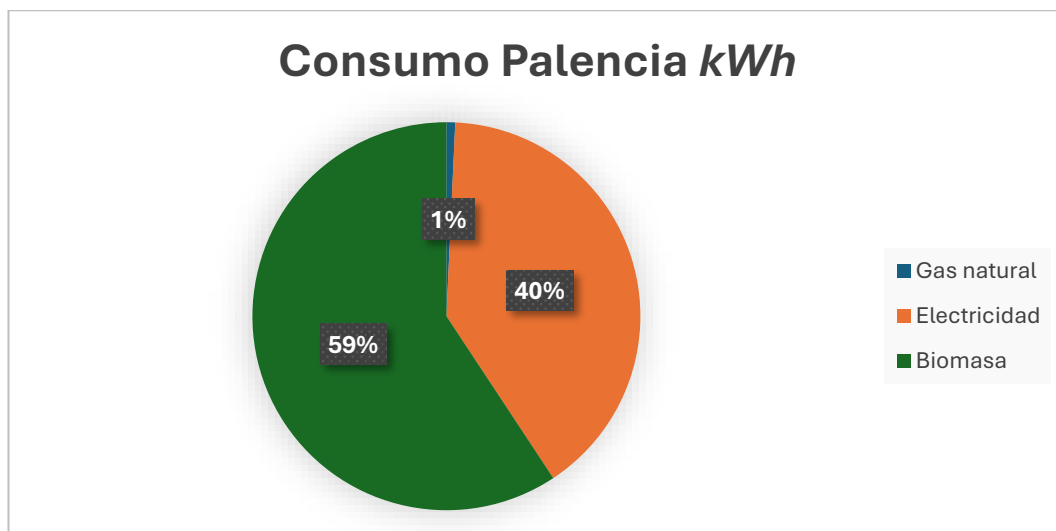


Gráfico 28 Consumo del campus de Palencia porcentualmente.

El consumo energético de Palencia es de **2853732 kWh** basado en tres fuentes de energía ordenadas de mayor a menor según su consumo en:

1. Biomasa: 1691859 kWh.
2. Electricidad: 1141050 kWh
3. Gas natural: 20823 kWh

Equivalentes en cómputo global de consumo de energía del campus a:

1. Biomasa: 59%.
2. Electricidad: 40%.
3. Gas natural: 1%.

Otra forma en la que podemos analizar estos datos es observar que podemos dividir en un 60% consumo en energía calorífica más un 40% restante en energía eléctrica. Ese primer porcentaje de energía térmica es construido prácticamente en su totalidad por biomasa que representa un 59% de la energía global. Por otro lado, el 1% restante se debe al consumo de gas natural, el cual ha sido prácticamente relegado en su totalidad por biomasa, con vistas a buscar un campus más sostenible y respetuoso con el medioambiente.

Soria

Consumo kWh	Gas natural	Electricidad	Biomasa	Gasóleo	Solar	Total
Soria	396518	685516	1436950	0	1658	2520642

Tabla 45 Consumo del campus de Soria en kWh.

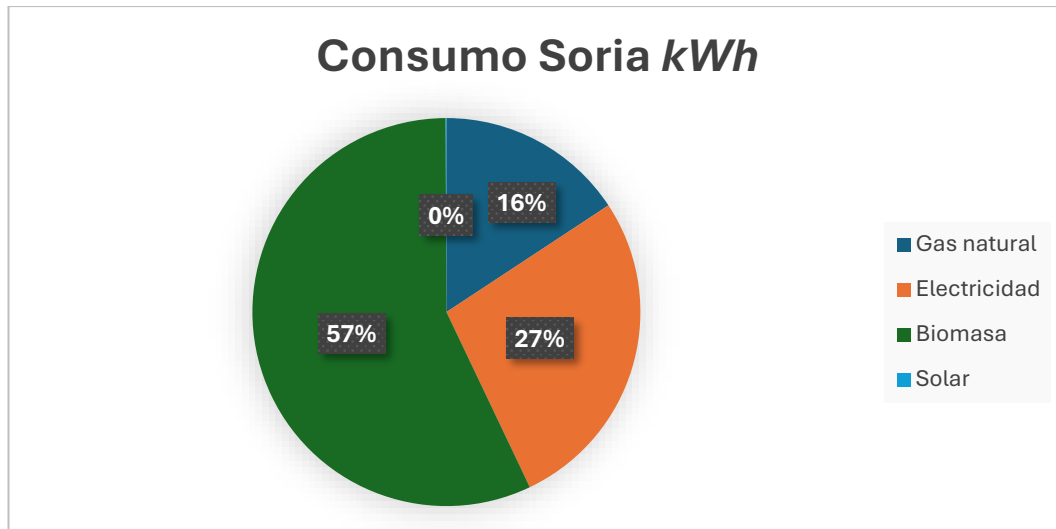


Gráfico 29 Consumo del campus de Soria porcentualmente.

En el campus de Soria el consumo energético es de **2520642 kWh**, basado en cuatro fuentes de energía ordenadas de mayor a menor según su consumo en kWh:

1. Biomasa: 1436950 kWh.
2. Electricidad: 685516 kWh.
3. Gas natural: 396518 kWh.
4. Solar: 1658 kWh.

Equivalentes en cómputo global de consumo de energía del campus a:

1. Biomasa: 57 %.
2. Electricidad: 27 %.
3. Gas natural: 16 %.
4. Solar: 0%.

También podemos plantear un análisis dividiendo el consumo en, un 73% en energía calorífica más un 27% restante en energía eléctrica. El primer porcentaje, debido a energía térmica, es conformado casi en su totalidad por biomasa la cual representa un 57% de la energía global. Por otro lado, el 16% restante se debe al consumo de gas natural. Como observamos la potencia que nos aporta la biomasa no es suficiente para completar la demanda de energía calorífica requerida por el campus, aun así, la biomasa realiza la mayor aportación en este aspecto liberando al campus de una gran carga en busca de la sostenibilidad y la descarbonización.

Segovia

Consumo kWh	Gas natural	Electricidad	Biomasa	Gasóleo	Total
Segovia	810374	782693	0	0	1593067

Tabla 46 Consumo del campus de Segovia en kWh.

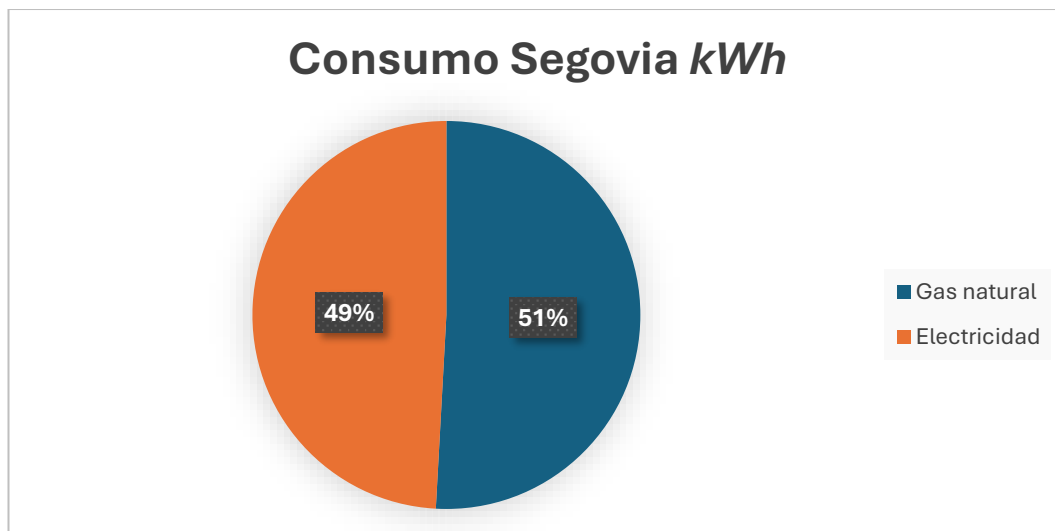


Gráfico 30 Consumo del campus de Segovia porcentualmente.

Para el campus de Segovia su consumo es mucho más simple, basado únicamente en dos pilares, gas natural y electricidad esta entidad consume un total de **1593067 kWh**.

1. Gas natural: 810374 kWh.
2. Electricidad: 782693 kWh.

Como vemos estos valores son cuantitativamente bastante parecidos y si los observamos globalmente representan:

1. Gas natural: 51%.
2. Electricidad: 49%.

Su separación en aporte de energía térmica o electricidad es evidente ya que su única fuente para calefacción es el gas natural y por contraposición el resto es electricidad.

Valladolid

Consumo kWh	Gas natural	Electricidad	Biomasa	Gasóleo	Solar	Total
Valladolid	3508799	16862268	17490705	35400	212828	38110000

Tabla 47 Consumo del campus de Valladolid en kWh.

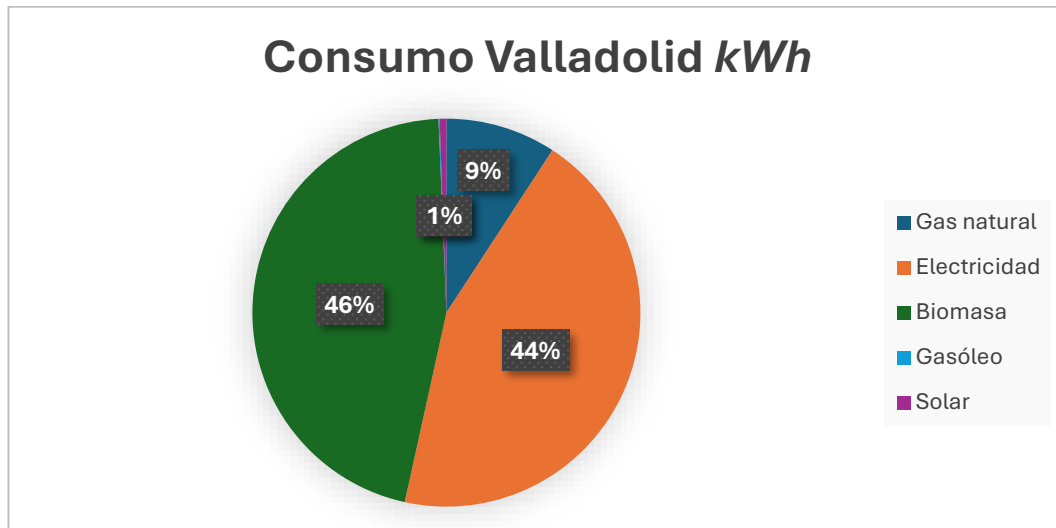


Gráfico 31 Consumo del campus de Valladolid porcentualmente.

En el campus situado en Valladolid el consumo energético, es de **38110000 kWh**, suministrado por cinco fuentes de energía diferentes ordenadas en kWh:

1. Biomasa: 17490705 kWh.
2. Electricidad: 16862268 kWh.
3. Gas natural: 3508799 kWh.
4. Solar: 212828 kWh.
5. Gasóleo: 35400 kWh.

Que si los analizamos porcentualmente sobre el global del campus:

1. Biomasa: 46 %.
2. Electricidad: 44%.
3. Gas natural: 9%.
4. Solar: 1%.
5. Gasóleo: 0,09%. Que si aproximamos como se ha realizado en los anteriores casos equivale a 0%.

El consumo de energía se divide en 55% térmica y 45% eléctrica. De la térmica, un 83,6% proviene de biomasa y un 16,4% de gas natural, ignorando el gasóleo por su uso para mantenimiento en caso de emergencia. Esto resalta el papel clave de la biomasa en nuestro consumo térmico.

Por su parte, la energía eléctrica depende casi totalmente de la red, con solo un 1% de autoconsumo fotovoltaico.

2.7.2 Consumos en total

Consumos

Consumo kWh	Gas natural	Electricidad	Biomasa	Gasóleo	Solar	Total
Palencia	20823	1141050	1691859	0	0	2853732
Soria	396518	685516	1436950	0	1658	2520642
Segovia	810374	782693	0	0	0	1593067
Valladolid	3508799	16862268	17490705	35400	212828	38110000
UVa	4736514	19471527	20619514	35400	214486	45077441

Tabla 48 Consumos de la Universidad de Valladolid en kWh.

Los consumos energéticos de la Universidad de Valladolid son la suma de los consumos de los cuatro campus que lo componen. En nuestro año de estudio estos consumos se han basado en: gas natural, electricidad proveniente de la red eléctrica, biomasa de astillas, gasóleo y solar.

El cómputo global nos da un total de **45077441 kWh**. Si miramos el subtotal para cada una de las fuentes son los que observamos en la última fila de la anterior tabla:

- Gas natural: 4736514 kWh.
- Electricidad: 19471527 kWh.
- Biomasa: 20619514 kWh.
- Gasóleo: 35400 kWh.
- Solar: 214486 kWh.

Porcentualmente y ordenado de mayor a menor lo podemos ver como:

1. Biomasa: 46%.
2. Electricidad: 43%.
3. Gas natural: 11%.
4. Solar: 0,47% que, si aproximamos como anteriormente, 0%.
5. Gasóleo: 0,08% que, si aproximamos como anteriormente, 0%.

Si nos fijamos, el campus de Valladolid nos da prácticamente la radiografía de la Universidad de Valladolid como institución, esto es debido a que el peso de Valladolid porcentualmente representa un 85 % de la universidad en su conjunto. En comparativa los otros tres campus, están claramente distanciados, Palencia y Soria corresponden con un 6% cada uno de ellos y Segovia la mitad con un escaso 3%.

Toda la comparativa porcentual que acabamos de comentar la podemos observar en los gráficos siguientes:

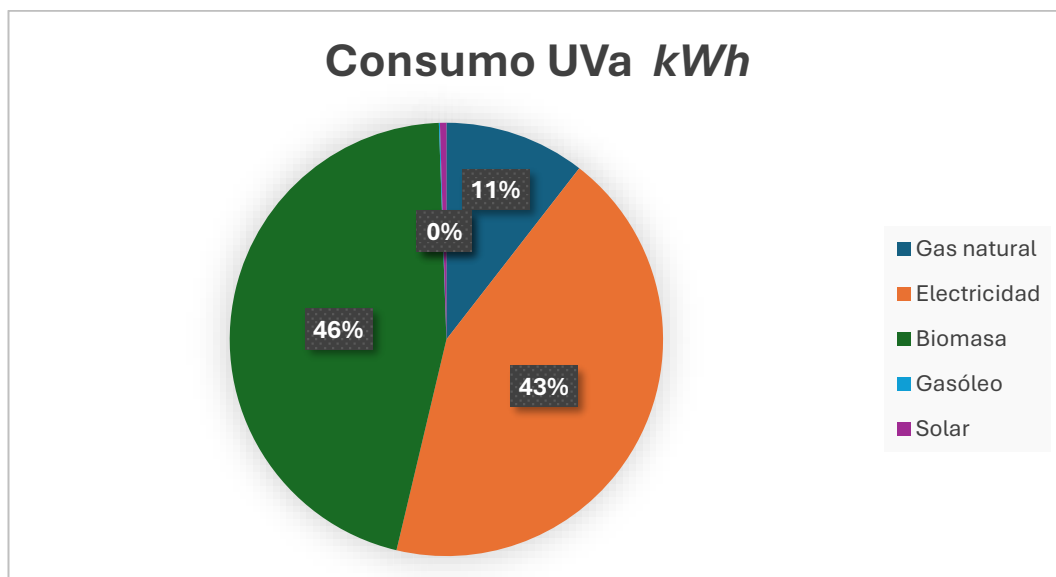


Gráfico 32 Consumos de la Universidad de Valladolid porcentualmente.

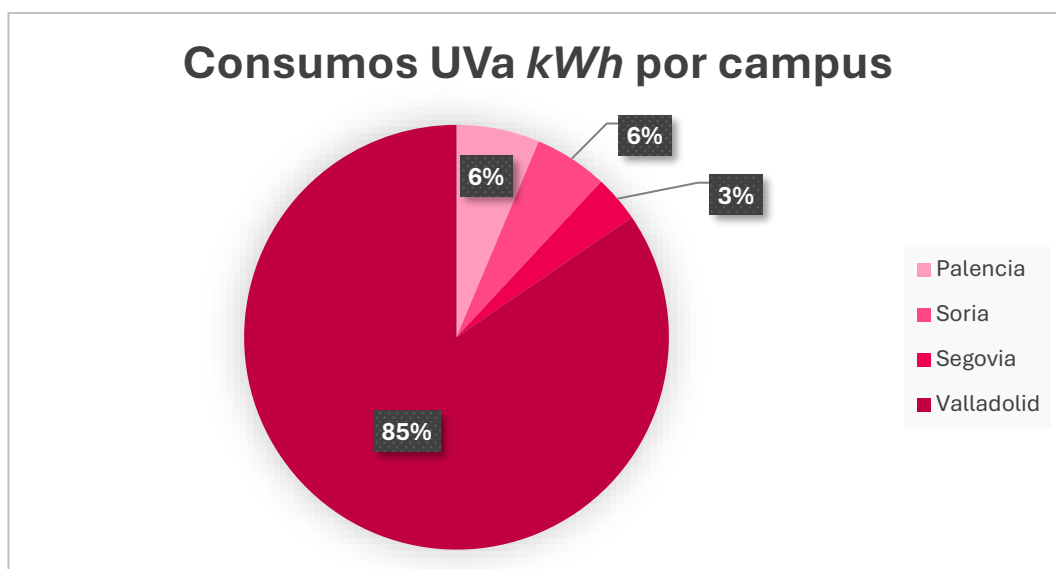


Gráfico 33 Comparativa de los consumos de la Universidad de Valladolid por cada campus.

2.8 Renovables

Palencia

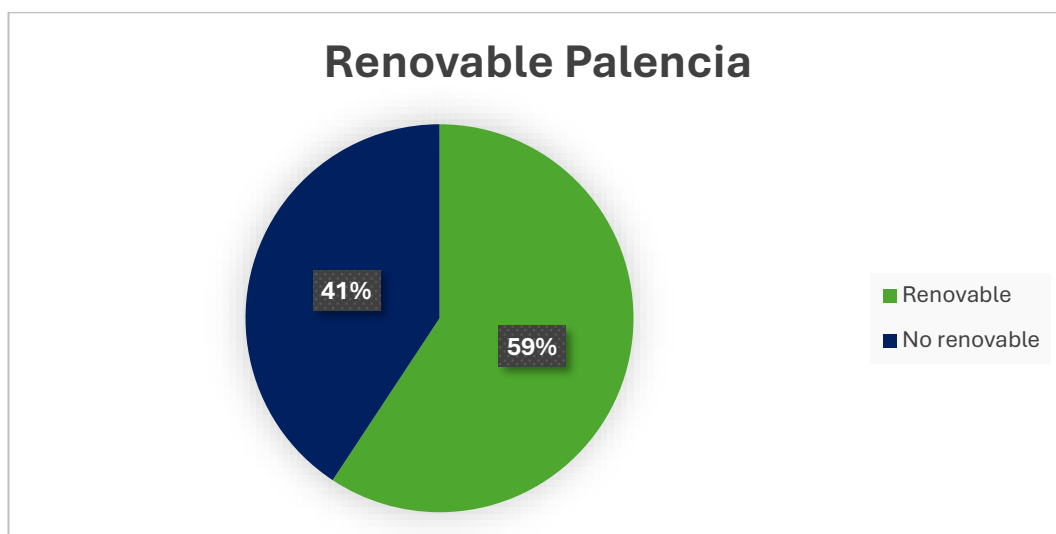


Gráfico 34 Porcentaje de energía renovable en el campus de Palencia.

En el año 2023, el campus de Palencia se posiciona como el campus de la Universidad de Valladolid con el mayor porcentaje de consumo de energía proveniente de fuentes renovables. Este hecho es resultado de la composición de su consumo energético, donde una parte significativa de la energía utilizada en sus instalaciones proviene de la **biomasa**.

En particular, aproximadamente el 60% del consumo total de energía del campus corresponde a energía térmica, un recurso clave para la climatización y el funcionamiento de las instalaciones. Dentro de este porcentaje, un 98,33% es aportado por biomasa, una fuente renovable que permite reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y disminuir la dependencia de combustibles fósiles. Como resultado, la biomasa representa el **59%** del consumo energético total del campus, consolidándolo como un referente en el uso de energías sostenibles dentro de la universidad.

Como anotación es reseñable destacar que, además del uso de biomasa, el campus de Palencia cuenta con instalaciones de energía fotovoltaica, diseñadas para generar electricidad a partir de la radiación solar. Sin embargo, durante el año 2023, estas instalaciones no estuvieron operativas, por lo que no contribuyeron al porcentaje de energía renovable contabilizado en este estudio. En el caso haber estado en funcionamiento, el porcentaje total de energía renovable utilizada en el campus habría sido aún mayor, reforzando su compromiso con la sostenibilidad y la eficiencia energética.

Soria

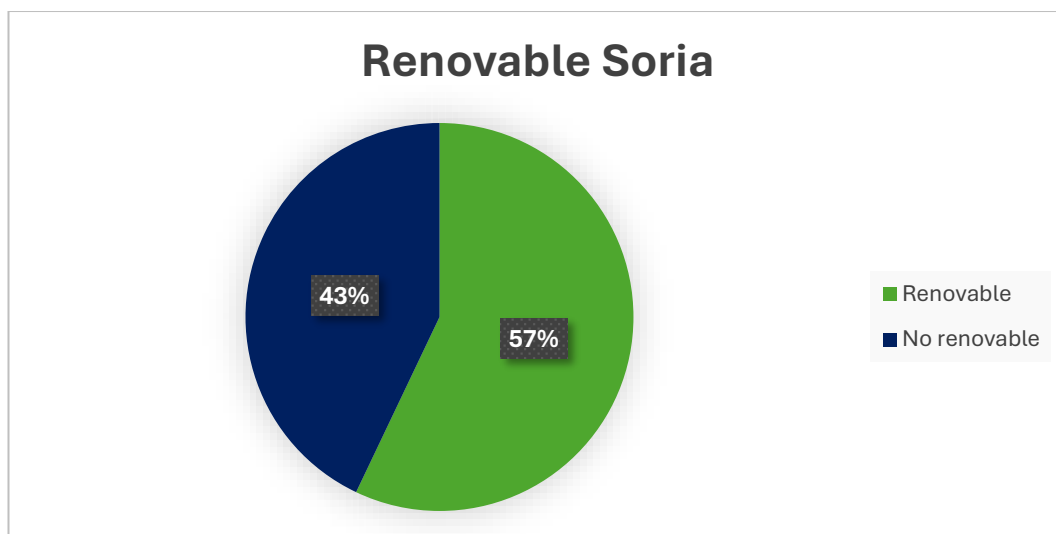


Gráfico 35 Porcentaje de energía renovable en el campus de Soria.

El campus de Soria ocupa el segundo lugar en el ranking de consumo de energía procedente de fuentes renovables dentro de la Universidad de Valladolid. Esta posición se debe, en gran medida, a una situación similar a la del campus de Palencia, ya que la estructura de su consumo energético está fuertemente basada en el uso de **biomasa** como fuente principal de energía térmica.

Si comparamos los datos con los del campus de Palencia, observamos que en Soria el porcentaje de energía destinada a la demanda térmica es aún mayor, alcanzando un 73% del consumo total de energía. Dentro de este porcentaje, el 57% proviene de biomasa, mientras que el 16% restante se obtiene a partir del gas natural. Esto significa que la biomasa representa aproximadamente el 78,08% de la energía térmica utilizada en el campus, lo que equivale a un **57%** del consumo energético total.

En cuanto al consumo de energía eléctrica, el campus de Soria contó con una aportación de 1.658 kWh procedentes de energía **fotovoltaica** destinada a autoconsumo. Sin embargo, en el balance energético global, esta cantidad no resulta significativa en términos porcentuales. No obstante, este aporte, aunque pequeño, refleja un esfuerzo por avanzar en la descarbonización energética, no solo en el ámbito de la energía térmica, sino también en la generación de electricidad a partir de fuentes renovables.

Segovia

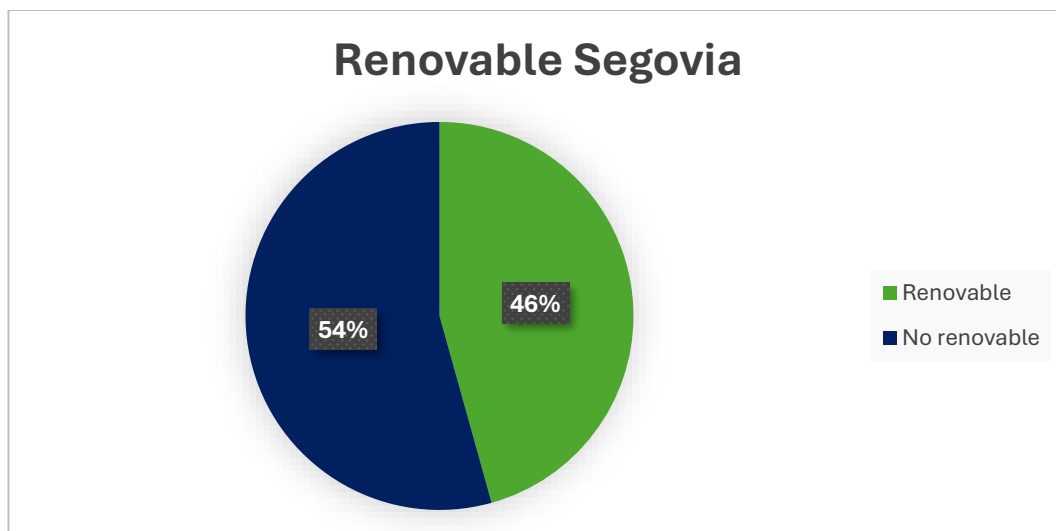


Gráfico 36 Porcentaje de energía renovable en el campus de Segovia.

El caso del campus de Segovia es más particular debido a que posee una **bomba de calor renovable**. Debido a ello, aunque la energía que entra al campus sea electricidad y gas natural parte de esa electricidad se invierte en inyectarla a nuestra bomba de calor. Concretamente de los 782693 kWh de electricidad 471417,3 kWh se invierten en la bomba de calor.

Esta bomba de calor además de la energía eléctrica aportada absorbe energía del ambiente. Para calcular la aportación de energía renovable que nos proporciona aplicaremos las ecuaciones siguientes a partir de conocer los datos de SPF, COP, y W (energía eléctrica aportada) que tomamos que son 3; 3; 471417,3 kWh respectivamente.

$$COP_{calef} = \frac{Q}{W} = 3$$

Ecuación 8 COP de calefacción.

$$Q = 3 * 471417,3 = 1414251,9 \text{ kWh de potencia calorífica}$$

Ecuación 9 Cálculo potencia calorífica.

$$ERES = Q * \left(1 - \frac{1}{SPF}\right) = 1414251,9 * \left(1 - \frac{1}{3}\right) = 942834,6 \text{ kWh}$$

Ecuación 10 Cálculo de energía renovable.

Que sobre un total de 2064484,3 kWh sumando renovable y no renovable, 942834,6 kWh representa un 46%. Y al no haber ningún otro aporte de energía renovable el porcentaje de energía renovable del campus de Segovia es de un 46%.

Valladolid

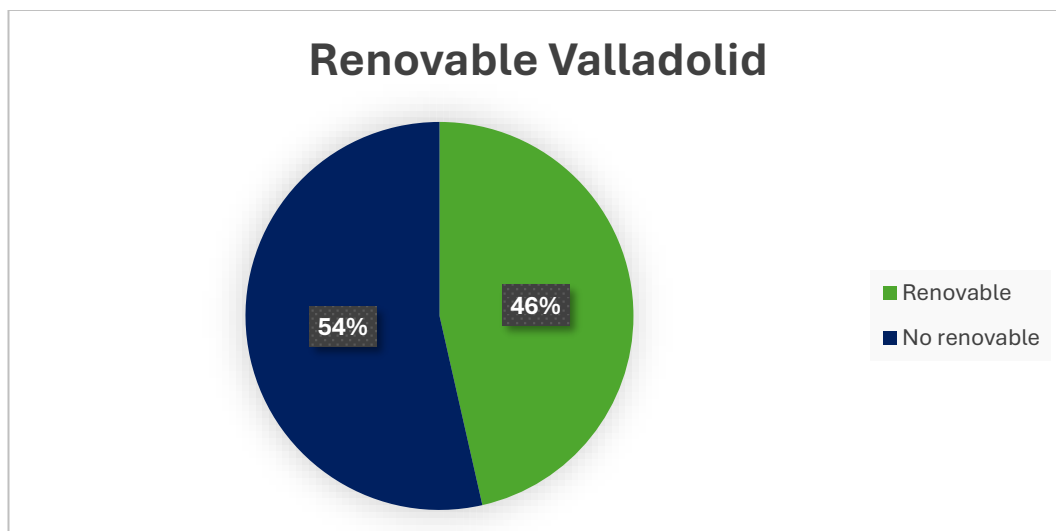


Gráfico 37 Porcentaje de energía renovable en el campus de Valladolid.

El campus de Valladolid ha hecho un gran cambio y esfuerzo en estos últimos años por conseguir avanzar hacia las energías renovables y la sostenibilidad. Tal es este cambio, que pese a tener el mayor consumo de energía con una gran diferencia con el resto consigue tener un 46% de energía renovable gracias a la implementación de la red de calor mediante **biomasa** y **fotovoltaica**.

Si diferenciamos entre energía térmica y energía eléctrica, la térmica representa un 55% compuesto de un **45,89% de biomasa** y un 9% de gas natural, observando por tanto el gran peso que ha tomado esta energía renovable en el cómputo global del consumo de energía en la institución. Por otro lado, en la parte eléctrica está claramente descompensada la balanza a favor de la electricidad que compramos a la red, ya que nuestro aporte mediante **fotovoltaica** es de un **0,55%** sobre el global. Por lo que la energía total en Valladolid representa el 46% aproximadamente.

En comparación con los otros campus puede parecer que este es el campus con menor cantidad de renovable, pero esto solo es en datos porcentuales referidos a cada campus, ya que en cuanto a *kWh* de energía renovable Valladolid es sin ninguna duda líder en este aspecto con algo más de 17700000 *kWh*.

UVa

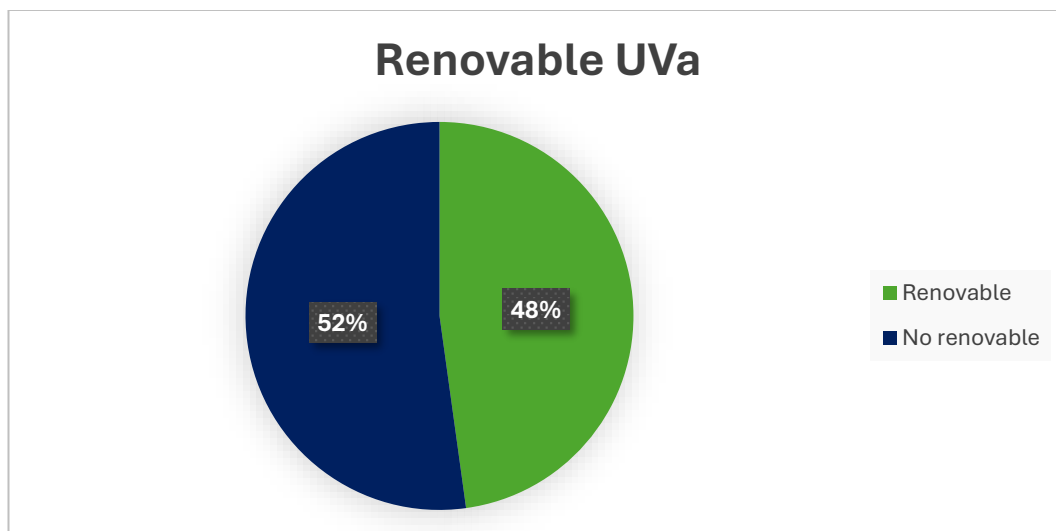


Gráfico 38 Porcentaje de energía renovable en la Universidad de Valladolid.

La Universidad de Valladolid ha hecho una gran apuesta por las energías renovables en favor a la descarbonización y la economía de la institución. Tal es esta implicación que en la actualidad todos los campus constan de un porcentaje energía renovable y la mitad superan el 50%.

Por esta razón se presenta como un gran referente en el presente y con vistas a futuro. En nuestro año de estudio presenta un porcentaje total de un **48% de energía renovable** confirmando así esta búsqueda hacia la descarbonización de la institución.

Es destacable resaltar la gran importancia que ha tenido el impacto de la biomasa en tres de los cuatro campus consiguiendo que la energía térmica apoye su principal peso en esta fuente renovable, logrando así desplazar la importancia que en un pasado tenían otros combustibles como el gasóleo y el gas natural.

En contraposición la energía eléctrica está supeditada en su gran mayoría a la que compramos a nuestra comercializadora, siendo este el principal punto de mejora a priori que podría tener la institución.

Además, vemos que todos los campus forman parte de esta transición independientemente de su volumen de consumo u orografía, demostrándonos que funcionan como un equipo para avanzar en los objetivos marcados a nivel institucional, nacional e internacional.

CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1 Escenario actual

Comparativa consumos frente a huella de carbono:

Si comparamos los consumos con el impacto que estos tienen en la huella de carbono, observamos que hay una correlación. Para el campus de Valladolid, el cual es el que tiene un mayor peso, se corresponde el porcentaje de un 85% tanto en el consumo energético como en el total de la huella de carbono de los alcances 1 y 2. Esto mismo ocurre para el campus de Palencia cuyo valor se mantiene en un 6%.

Sin embargo, en los casos de Soria y Segovia este porcentaje varía. Para el campus de Soria el consumo representa un 6% del consumo total de la institución, mientras que en las emisiones de CO₂e de los alcances obligatorios equivale a un 4% sobre el total. Este 2% de diferencia lo asume el campus de Segovia que tiene un 3% de consumo y un 5% en la huella de carbono.

Esta diferencia que observamos se debe a las distintas formas de consumo energético que existen entre los campus, en especial el de Segovia, que carece de sistema de biomasa. Esta observación pone de manifiesto la importancia del tipo de fuente que utilizamos para cubrir nuestras necesidades energéticas.

Podemos observar gráficamente esta comparativa en: **Gráfico 15** Comparación porcentual de las emisiones de los alcances 1 y 2 por campus. **Gráfico 33** Comparativa de los consumos de la Universidad de Valladolid por cada campus.

Objetivos para el 2030 y 2050:

La institución consigue en el año 2023 tener un 48% de energía renovable junto con una reducción de emisiones de aproximadamente un 48% en tan sólo una década. En comparación con los objetivos establecidos por la Unión Europea y España para el año 2030, se concluye lo siguiente:

- En el ámbito de las energías renovables, se ha alcanzado ya en 2023 un 48% de consumo procedente de fuentes renovables, lo que cumple plenamente el objetivo nacional de España (48%) y supera el mínimo exigido por la Unión Europea (45%).
- En cuanto a la reducción de emisiones, los datos muestran una disminución del 48% entre 2014 y 2023. Si bien esta referencia no utiliza directamente el año base oficial de 1990, puede realizarse una estimación: tomando como referencia que en 2014 las emisiones eran aproximadamente un 15% superiores a las de 1990, la reducción actual implicaría estar en torno a un 40% respecto a 1990. Esto supera con claridad el objetivo de

España (32%), aunque aún queda margen para alcanzar el objetivo de la UE (55%).

La Universidad de Valladolid está demostrando un fuerte compromiso con los objetivos climáticos de largo plazo, alineándose con la visión global hacia 2050. Gracias a sus esfuerzos en la implementación de energías renovables y la reducción de emisiones, la institución ha logrado avances significativos, posicionándose como un referente en sostenibilidad dentro del ámbito de la innovación y académico.

No solo ha cumplido con los objetivos intermedios establecidos para 2030, sino que también trabaja constantemente para garantizar que sus acciones estén en línea con la meta de neutralidad climática para 2050, un objetivo central del Pacto Verde Europeo. Este compromiso refleja la responsabilidad social y ambiental de la universidad, consolidándola como un modelo a seguir en la lucha contra el cambio climático.

A través de su enfoque proactivo en la integración de tecnologías limpias, la eficiencia energética y la reducción de su huella de carbono, la Universidad de Valladolid no solo beneficia a su comunidad, sino que también establece un precedente para otras instituciones y organizaciones. Su visión a largo plazo, centrada en la descarbonización total y el uso de fuentes de energía renovables, asegura que su contribución a los objetivos climáticos de la Unión Europea y España sea sólida y eficaz, convirtiéndola en un verdadero referente en sostenibilidad en el ámbito académico y más allá.

3.2 Comparación con una década

A través del informe publicado de Huella Ecológica [61] en el pasado, por la Oficina de Calidad Ambiental y Sostenibilidad de la Universidad de Valladolid, podemos ver aproximadamente la evolución de la institución en una década. Al ser estudios de sostenibilidad parecidos, pero no iguales, no se estudiaron con el mismo detalle ciertos parámetros, aun así, en aquel informe se reportaron datos de emisiones de CO₂.

Por tanto, comparando los apartados que tienen en común estos dos informes podemos estimar como ha sido la evolución de esta institución.

	2013 (t CO ₂ e) Huella Ecológica [61]	2023 (t CO ₂ e) Huella de Carbono
Movilidad propia de la UVa	20,22	9,07
Residuos peligrosos	0,15	3,45
Gas natural	4095,70	864,17
Gasóleo	1325,23	96,33
Electricidad	6657,42	4920,89
Consumo de agua	12,47	39,96
Movilidad pendular	4179,12	2501,08
Total	16290,31	8434,95

Tabla 49 Comparación con una década.

Reducción (t CO ₂ e)	Reducción (%)
7855,36	48,22

Tabla 50 Reducción de emisiones en el transcurso de una década.

En la comparativa anterior podemos confirmar que la Universidad de Valladolid ha conseguido una gran evolución hacia la descarbonización con aproximadamente un **48% de reducción** en el transcurso de una década.

3.3 Plan de futuro

De cara al corto y medio plazo, la Universidad de Valladolid debería tomar tres líneas de actuación prioritarias: dos centradas en la reducción de emisiones y una orientada a su compensación. El análisis realizado en este estudio ha permitido identificar con claridad los principales focos emisores, concluyendo que el área donde se requiere un mayor esfuerzo es el alcance 2, relacionado con el consumo eléctrico.

Con estas acciones, la Universidad no solo refuerza su compromiso ambiental, sino que avanza hacia la cobertura integral de las tres fases del sello de huella de carbono "Calculo, Reduzco, Compenso" que otorga el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.



Ilustración 13 CALCULO; REDUZCO; COMPENSO.

Electricidad 100% verde:

La primera medida que se propone, y que la institución ya ha llevado a cabo en el año 2022, es contratar la electricidad con una redención completa de Garantía de Origen (GdO). Con ello el consumo de energía eléctrica sería 100% verde.

Como consecuencia de esta medida la huella de carbono 5043,13 t CO₂e lo que representa en la actualidad el 52% de reducción. Además, el porcentaje de energía renovable pasaría a ser del 90%.

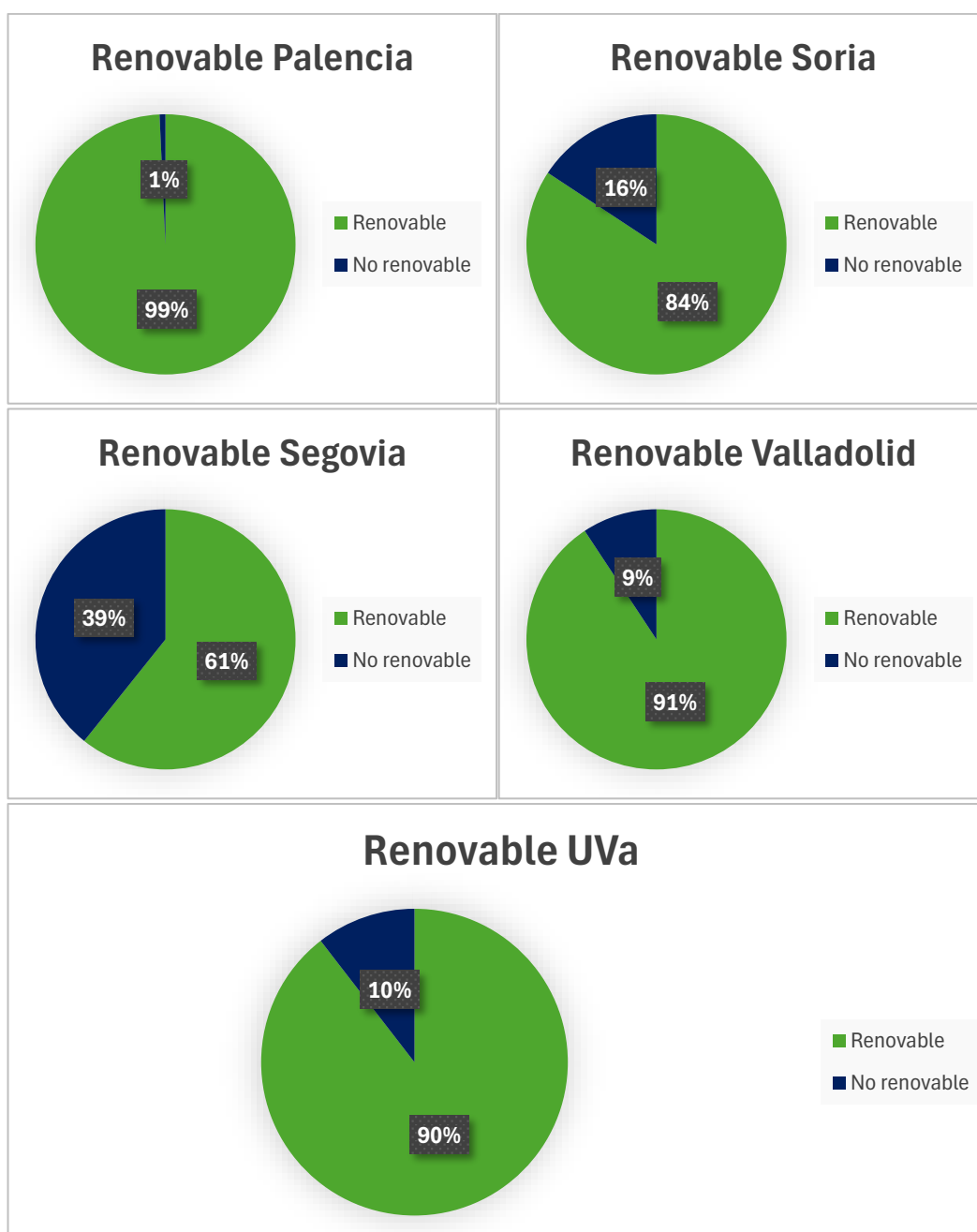


Gráfico 39 Situación de la UVa en el caso de tener electricidad 100% verde.

Mayor implantación de fotovoltaica:

La Universidad lleva ya varios años impulsando esta iniciativa, y cuenta con un plan de acción que prevé la instalación de 2234,92 *kWp* de potencia fotovoltaica. Esta actuación permitirá reducir significativamente el impacto del consumo eléctrico, al sustituir una parte relevante por energía renovable generada directamente por la propia institución, avanzando así hacia un modelo energético más sostenible y autosuficiente.

Plantación de Árboles:

Esta medida correspondería a la última etapa de la huella de carbono, que es la compensación de nuestras emisiones. La universidad ya ha tenido una pequeña aportación en este sentido al tener partes verdes en algunos campus y edificios. Aun así, se recomienda un plan específico en esta materia.

CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES

1. Evaluación Integral de la Huella de Carbono en los Campus de la UVa.

Este estudio ha permitido calcular con rigor la huella de carbono generada por las actividades de la Universidad de Valladolid en sus campus de **Valladolid, Palencia, Soria y Segovia**, aplicando una metodología internacionalmente reconocida GHG protocolo y reconocido por el gobierno de España. Se han considerado los tres alcances tanto las emisiones directas como indirectas, lo que ha permitido obtener una visión completa del impacto ambiental de toda la institución universitaria UVa. Entre todos los campus analizados, **el de Valladolid ha resultado ser el que mayor contribución hace a la huella de carbono total**, debido a su mayor tamaño, actividad y consumo energético.

2. Comparativa Temporal: Evolución de la huella de carbono en la última década para toda la UVa.

La comparación con datos de hace una década ha mostrado una reducción significativa de las emisiones de gases de efecto invernadero y por tanto de la huella de carbono, lo que refleja la eficacia de las acciones implementadas en el ámbito energético y organizativo durante este período.

3. Superación de los Objetivos Climáticos de la Unión Europea para 2030

Uno de los principales resultados del estudio es que la Universidad de Valladolid ha alcanzado una **reducción de su huella de carbono que supera los objetivos establecidos por la Unión Europea para el año 2030**. Este avance sitúa a la institución como un modelo de referencia en sostenibilidad y compromiso climático a nivel nacional e internacional.

4. Medidas Implementadas para la Reducción de Emisiones

La reducción de la huella de carbono en la UVa, ha sido posible gracias a varias actuaciones, entre las que destacan:

- El uso creciente de **energías renovables**,
- La **mejora de la eficiencia energética** en infraestructuras,
- Y la **implantación de tecnologías más limpias y eficientes** en los sistemas de climatización, iluminación y transporte interno.

Sin embargo, se concluye que **será fundamental incrementar las instalaciones de sistemas fotovoltaicos (PV) para autoconsumo en cada edificio del campus**, especialmente en el campus de Valladolid, con el fin de seguir reduciendo las emisiones de origen indirecto como la electricidad en los próximos años y aumentar la independencia energética.

5. Perfil Energético Estratégico

Además del cálculo de emisiones de efecto invernadero, el estudio de este proyecto ha caracterizado el perfil energético de cada campus, incluyendo la procedencia de los consumos energéticos y el nivel de integración de fuentes renovables. Esta visión energética detallada será clave para la toma de decisiones futuras en políticas de sostenibilidad institucional de la UVa.

6. Preparación frente a Futuras Exigencias Normativas

Aunque actualmente estos estudios son de carácter voluntario, es previsible que se conviertan en obligatorios a corto plazo debido al endurecimiento de las normativas ambientales. La Universidad de Valladolid se encuentra ya en una posición adelantada para afrontar estos escenarios y alinearse con las directivas nacionales de la EU

7. Impacto Estratégico y Reputacional

La información recopilada permitirá optimizar el plan estratégico de la UVa en sostenibilidad y eficiencia energética para el periodo 2025-2030, así como identificar nuevas oportunidades de mejora, acceder a financiación vinculada al desarrollo sostenible y reforzar la reputación académica, social y medioambiental de la universidad en el contexto de la CRUE y a nivel internacional.

8. Desarrollo Personal y Profesional

Desde el punto de vista formativo, este proyecto me ha representado una oportunidad única para adquirir habilidades técnicas y analíticas clave, consolidar competencias en sostenibilidad y modelado energético, y profundizar en los desafíos reales de la transición energética y la acción climática.

CAPÍTULO 5: TRABAJOS FUTUROS

Ampliación de fuentes renovables térmicas

- **Bombas de calor agua-agua:** diseño y simulación dinámica de prototipos para optimizar el coeficiente de rendimiento (COP) en climas templados, e integración en edificios.
- **District heating & cooling:** definición de trazados de red, selección de fluidos portadores y modelado de pérdidas térmicas en distribución para cada uno de los campus.
- **Bomba de calor geotérmica en Segovia:** utilización de energía renovable geotérmica para suplantar la demanda de gas natural.
- **Cogeneración con hidrógeno o biogás:** propuesta de sistemas híbridos para generación simultánea de electricidad y calor; evaluación de balances energéticos, emisiones y costes de inversión y operación.
- **Geotermia con agua subterránea:** estudio de sistemas abiertos de intercambio térmico, modelado de aportes estacionales y valoración de impactos sobre acuíferos.

Mejora de la eficiencia energética y monetización de ahorros

- **Sistema de Certificados de Ahorro Energético (CAE):**
 - Desarrollo de proyectos de eficiencia energética susceptibles de generar CAE (p. ej., renovación de equipos, mejora de la envolvente, optimización de sistemas HVAC).
 - Análisis de generación y venta de CAE para recuperar parte de la inversión: cálculo de ahorros energéticos en kWh y su traducción a ingresos mediante la venta de certificados, según la definición oficial del MITECO [62]
 - Estudio económico-financiero: evaluación de periodos de retorno, flujos de caja y sensibilidad a variaciones del precio de mercado de los CAE.
- **Rehabilitación energética de edificios:** aplicación de herramientas de modelado para cuantificar mejoras en demanda térmica tras actuaciones en aislamiento, carpinterías y sistemas de control inteligente.

La ejecución coordinada de estas líneas proporcionará las bases técnicas, económicas y regulatorias necesarias para desarrollar soluciones ingenieriles innovadoras, eficientes y financieramente viables en el ámbito de la transición energética.

Comparación de Metodologías de Cuantificación de Impacto para la Descarbonización de Edificios

En base a los resultados obtenidos, se plantea como siguiente paso la **comparación directa de metodologías de cuantificación de emisiones** con vistas a orientar de forma óptima las acciones de descarbonización en edificios. En concreto, se propone evaluar dos enfoques complementarios:

- **Protocolo GHG (Huella de Carbono):**
Se aplicará el método de cálculo de emisiones directas e indirectas (Alcances 1, 2 y 3) sobre los casos de estudio, obteniendo valores anuales de tCO_2e . Esto permitirá identificar las fuentes de emisión más relevantes (combustibles, electricidad y cadena de suministro) y definir dónde incidir para lograr mayores reducciones.
- **Análisis de Ciclo de Vida simplificado (PWE):**
A partir de módulos simplificados de inventario de materiales y de consumo energético en fase de uso, se estimará la huella de carbono acumulada durante la vida útil operativa del edificio. Este enfoque aporta una visión de ciclo completo, que incluye la contribución de los materiales y la energía consumida en explotación.

La **comparación de ambos** permitirá:

1. Detectar discrepancias en la cuantificación de emisiones y analizar sus causas (alcance, calidad de datos, granularidad).
2. Evaluar la **relación entre esfuerzo de modelado** (datos requeridos y tiempo de cálculo) y **precisión del indicador**.
3. Formular **recomendaciones específicas** para la selección de la metodología más adecuada, en función del tipo de proyecto (rehabilitación o nueva construcción), recursos disponibles y nivel de detalle deseado.

La integración de estos enfoques contribuirá a definir un marco de trabajo robusto para futuros proyectos de rehabilitación y diseño, facilitando la toma de decisiones basadas en indicadores claros y comparables, así como la priorización de medidas de eficiencia energética y uso de renovables.

CAPÍTULO 6: BIBLIOGRAFÍA

- [1] J. Ranganathan *et al.*, «PROTOCOLO DE GASES DE EFECTO INVERNADERO», México, sep. 2001.
- [2] «CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO», Nueva York, may 1992.
- [3] NASA, «¿Cómo sabemos que el cambio climático es real?» Accedido: 8 de septiembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://ciencia.nasa.gov/cambio-climatico/evidencia/>
- [4] NASA, «Las causas del cambio climático». Accedido: 8 de septiembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://ciencia.nasa.gov/cambio-climatico/causas/>
- [5] United Nations Climate Change, «¿Qué es el Protocolo de Kyoto?» Accedido: 9 de marzo de 2024. [En línea]. Disponible en: https://unfccc.int/es/kyoto_protocol
- [6] United Nations Climate Change, «El Acuerdo de París». Accedido: 9 de marzo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://unfccc.int/es/acerca-de-las-ndc/el-acuerdo-de-paris>
- [7] Naciones Unidas, «OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE». Accedido: 9 de junio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- [8] Instituto Nacional de Estadística, «INEbase Indicadores de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible». Accedido: 13 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.ine.es/dynt3/inebase/es/index.htm?padre=4915&capsel=5132>
- [9] Naciones Unidas, «The-Sustainable-Development-Goals-Report-2023_Spanish», 2023, Accedido: 9 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: https://unstats.un.org/sdgs/report/2023/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2023_Spanish.pdf
- [10] United Nations Climate Change, «COP28: ¿Qué se ha logrado y qué sigue?» Accedido: 2 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://unfccc.int/es/cop28/5-key-takeaways>
- [11] Georgios Amanatidis / Alyssia Petit, «La lucha contra el cambio climático EU». Accedido: 25 de febrero de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/es/sheet/72/la-lucha-contra-el-cambio-climatico>

- [12] EUR-Lex, «Paquete de medidas sobre clima y energía hasta 2020». Accedido: 20 de junio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/ES/legal-content/summary/2020-climate-and-energy-package.html#:~:text=%C2%BFQU%C3%89%20HACE%20ESTE%20PAQUETE%20DE,crecimiento%20inteligente%2C%20sostenible%20e%20integrador>
- [13] Comisión Europea, «El Pacto Verde Europeo». Accedido: 9 de marzo de 2025. [En línea]. Disponible en: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_es
- [14] C. Camarasa et al., «A global comparison of building decarbonization scenarios by 2050 towards 1.5–2 °C targets», *Nat Commun*, vol. 13, n.º 1, dic. 2022, doi: 10.1038/s41467-022-29890-5.
- [15] R. K. Jaysawal, S. Chakraborty, D. Elangovan, y S. Padmanaban, «Concept of net zero energy buildings (NZEB) - A literature review», 1 de diciembre de 2022, *Elsevier Ltd*. doi: 10.1016/j.clet.2022.100582.
- [16] X. Wang et al., «A review of carbon footprint reduction of green building technologies in China», 1 de julio de 2023, *Institute of Physics*. doi: 10.1088/2516-1083/acdd4b.
- [17] S. Attia, M. C. Santos, M. Al-Obaidy, y M. Baskar, «Leadership of EU member States in building carbon footprint regulations and their role in promoting circular building design», en *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, IOP Publishing Ltd, dic. 2021. doi: 10.1088/1755-1315/855/1/012023.
- [18] A. Darshan et al., «Energy Audit of a Residential Building to Reduce Energy Cost and Carbon Footprint for Sustainable Development with Renewable Energy Sources», *Advances in Civil Engineering*, vol. 2022, 2022, doi: 10.1155/2022/4400874.
- [19] SECRETARÍA DE ESTADO DE ENERGÍA; D.G. PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN ENERGÉTICA; S.G. DE PROSPECTIVA Y ESTADÍSTICAS ENERGÉTICAS, «Balance Energético España 2023», dic. 2024.
- [20] MITECO, «ESTRATEGIA A LARGO PLAZO PARA UNA ECONOMÍA ESPAÑOLA MODERNA, COMPETITIVA Y CLIMÁTICAMENTE NEUTRA EN 2050», Madrid, nov. 2020.
- [21] Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO), «Plan Nacional Integrado de Energía y Clima», 2024, Accedido: 5 de febrero de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/energia/estrategia-normativa/pniec-23-30.html>

- [22] Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, «Marco estratégico de Energía y Clima», Accedido: 29 de abril de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/ministerio/marco-estrategico-energia-clima.html>
- [23] Expansión, «España - Emisiones de CO₂». Accedido: 15 de febrero de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://datosmacro.expansion.com/energia-y-medio-ambiente/emisiones-co2/espana>
- [24] Junta de Castilla y León, «Descarbonización de los Territorios: “Retos y Oportunidades Castilla y León”». Accedido: 18 de febrero de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://energia.jcyl.es/web/jcyl/Energia/es/Plantilla100Detalle/1267710822752/Evento/1285400830007/Comunicacion>
- [25] U. de Valladolid. Oficina de Calidad Ambiental, «PLAN DE MEDIDAS DE AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA», Valladolid, feb. 2023.
- [26] Universidad de Valladolid, «Agenda 2030 UVa». Accedido: 22 de febrero de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://agenda2030.uva.es/>
- [27] Oficina de Calidad Ambiental y Sostenibilidad de la Universidad de Valladolid, «ESTUDIO DE LA EVOLUCIÓN DE LOS CONSUMOS ENERGÉTICOS EN LAS INSTALACIONES DE LA UNIVERSIDAD DE VALLADOLID», Valladolid, feb. 2014.
- [28] Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, «GUÍA PARA EL CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO Y PARA LA ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MEJORA DE UNA ORGANIZACIÓN», jun. 2023.
- [29] Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, «HUELLA DE CARBONO».
- [30] Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, «Huella Ecológica». Accedido: 25 de marzo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/exposiciones-del-ceneam/exposiciones-itinerantes/huella-ecologica.html>
- [31] Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, «Water Foot Print». Accedido: 25 de marzo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/recursos/pag-web/gestion-ambiental/water-foot-print.html>
- [32] Emuca S.A, «Huella Social». Accedido: 18 de febrero de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://blog.emuca.com/es/cat/nueva-actualidad/huella-social-oportunidades-para-la-empresa/>

- [33] cambio climático y energías renovables. Comité técnico CTN 216 Eficiencia energética, «UNE-EN_ISO_14064-1=2019.pdf», oct. 2019.
- [34] J. Rey Martínez, H. Martínez González, A. García Lastra, y J. García Sanz-Calcedo, «DRA 051703 HUELLA DE CARBONO CORPORATIVA», nov. 2024.
- [35] C. Smith *et al.*, «The Earth's Energy Budget, Climate Feedbacks and Climate Sensitivity Supplementary Material Lead Authors: Contributing Authors».
- [36] IPCC, «IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007». Accedido: 15 de marzo de 2025. [En línea]. Disponible en: https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/faq-2-1-figure-1.html
- [37] Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, «INSTRUCCIONES DE USO DE LA CALCULADORA DE HUELLA DE CARBONO DE ORGANIZACIÓN», jun. 2023.
- [38] N. Dodd y S. Donatello, «Presentación del marco común Level(s) (versión de la publicación 1.1)», ene. 2021. [En línea]. Disponible en: <https://ec.europa.eu/jrc>
- [39] LEED, «LEED rating system». Accedido: 26 de marzo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.usgbc.org/leed>
- [40] REGIONs4CLIMATE, «REGIONs4CLIMATE / Resilient Regions / Castilla y León». Accedido: 5 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://regions4climate.eu/resilient-region/castilla-y-leon/>
- [41] Universidad de Valladolid, «Página Oficial Universidad de Valladolid». Accedido: 15 de febrero de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.uva.es>
- [42] S. General, «2022-23 MEMORIA ACADÉMICA».
- [43] P. Saldaña Mínguez, «TFG Impacto de las tecnologías de energías renovables en la UVa para la descarbonización ambiental», jul. 2020.
- [44] Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, «Calculadoras». Accedido: 10 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/calculadoras.html>
- [45] Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, «INSTRUCCIONES DE USO DE LA CALCULADORA DE HUELLA DE

CARBONO DE ORGANIZACIÓN EMISIONES DIRECTAS E INDIRECTAS POR LA COMPRA DE ELECTRICIDAD Y OTRAS ENERGÍAS», 2007.

- [46] S. De, E. De, y M. Ambiente, «NORMATIVA AMBIENTAL SOBRE GASES FLUORADOS PARA EMPRESAS INSTALADORAS Y MANTENEDORAS DE SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN Y CLIMATIZACIÓN».
- [47] Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, «INTRODUCCIÓN CÁLCULO DE ELEMENTOS DE ALCANCE 3», jun. 2024.
- [48] M. Barrow et al., «Technical Guidance for Calculating Scope 3 Emissions», 2013.
- [49] Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, «FACTORES DE EMISIÓN», jun. 2023.
- [50] Dirección General de Tráfico, «Parque-de-vehiculos-Tablas-estadisticas-2023». Accedido: 7 de marzo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.dgt.es/menusecundario/dgt-en-cifras/dgt-en-cifras-resultados/dgt-en-cifras-detalle/Parque-de-vehiculos-Tablas-Estadisticas-2023/>
- [51] A. urbanos de valladolid sa, «Informe de gestión Ejercicio 2023, AUVASA».
- [52] Ministerio de Educación Formación Profesional y Deportes, «Lo que necesitas saber sobre el sistema educativo en España». Accedido: 15 de marzo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.educacionfpydeportes.gob.es/atencion-educativa-ucranianos/sistemas-educativos.html#:~:text=En%20Espa%C3%B1a%20hay%2C%20al%20menos,imparten%20de%20lunes%20a%20viernes.>
- [53] Agencia de viajes B THE TRAVEL, *CONSUMO UVA 2023*.
- [54] Oficina Catalana del Cambio Climático, «Calculadora de emisiones de GEI». Accedido: 15 de marzo de 2025. [En línea]. Disponible en: https://canviclimatic.gencat.cat/es/actua/calculadora_demissions/index.html
- [55] Department for Energy Security and Net Zero, «Greenhouse gas reporting: conversion factors 2023», jun. 2023, Accedido: 15 de marzo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2023>
- [56] Universidad de Valladolid, «Oficina Calidad Ambiental y Sostenibilidad». Accedido: 29 de marzo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://sostenibilidad.uva.es/>

- [57] Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, «Catálogo de la red y Mapa Oficial de Carreteras». Accedido: 20 de marzo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.transportes.gob.es/carreteras/catalogo-y-evolucion-de-la-red-de-carreteras#:~:text=La%20red%20de%20carreteras%20de,%2C7%25%20del%20tr%C3%A1fico%20pesado>.
- [58] N. González, «La Luna, un faro para la exploración espacial». Accedido: 18 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://ciencia.nasa.gov/sistema-solar/la-luna-un-faro-para-la-exploracion-espacial/>
- [59] Instituto de Astrofísica de Canarias, «Distancia Tierra-Marte». Accedido: 27 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://outreach.iac.es/cosmoeduca/sistemasolar/contenido/9.htm>
- [60] Iberdrola, «Informe de sostenibilidad 2015, Iberdrola», 2015.
- [61] E. Hernández Gallego, C. Herrador Cano, y A. Correa Guimaraes, «La Huella Ecológica de la Universidad de Valladolid», 2015.
- [62] MITECO, «Sistema de Certificados de Ahorro Energético (CAE)». Accedido: 20 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/energia/eficiencia/cae.html>

CAPÍTULO 7: ANEXOS

Instalaciones fijas; factores de emisión (kgCO₂e/ud):

	2023
Gasóleo C (l)	2,721
Gasóleo B (l)	2,721
Gas natural (kWh _{PCS})*	0,182
Fuelóleo (l)	3,124
LPG (l)	1,545
Queroseno (l)	2,500
Gas propano (kg)	2,966
Gas butano (kg)	2,996
Gas manufacturado (kg)	0,881
Biogás (kg)**	0,002
Biomasa madera (kg)**	0,137
Biomasa pellets (kg)**	0,171
Biomasa astillas (kg)**	0,143
Biomasa serrines virutas (kg)**	0,150
Biomasa cáscara f. secos (kg)**	0,147
Biomasa hueso aceituna (kg)**	0,153
Carbón vegetal (kg)**	0,184
Coque de petróleo (kg)	3,184
Coque de carbón (kg)	3,036
Hulla y antracita (kg)	3,138
Hullas subituminosas (kg)	1,340
Gasóleo A (l)	-
B7 (l)	2,517
B10 (l)	2,441
B20 (l)	2,187
B30 (l)	1,932
B100 (l)	0,152
Gasolina (l)	-
E5 (l)	2,079
E10 (l)	1,971
E85 (l)	0,340
E100 (l)	0,014

Tabla 51 Instalaciones fijas; factores de emisión (kgCO₂e/ud). [49]

Instalaciones fijas; factores de emisión por gases:

	2023		
	CO ₂ (kg/ud)	CH ₄ (g/ud)	N ₂ O (g/ud)
Gasóleo C (l)	2,705	0,365	0,022
Gasóleo B (l)	2,705	0,365	0,022
Gas natural (kWh _{PCS})	0,182	0,016	0,000
Fuelóleo (l)	3,110	0,402	0,012
LPG (l)	1,541	0,122	0,002
Queroseno (l)	2,485	0,346	0,021
Gas propano (kg)	2,966	-	-
Gas butano (kg)	2,996	-	-
Gas manufacturado (kg)	0,878	0,099	0,002
Biogás (kg)	0,000	0,025	0,003
Biomasa madera (kg)	0,000	4,332	0,058
Biomasa pellets (kg)	0,000	5,424	0,072
Biomasa astillas (kg)	0,000	4,533	0,060
Biomasa serrines virutas (kg)	0,000	4,749	0,063
Biomasa cáscara f. secos (kg)	0,000	4,665	0,062
Biomasa hueso aceituna (kg)	0,000	4,848	0,065
Carbón vegetal (kg)	0,000	6,278	0,031
Coque de petróleo (kg)	3,169	0,325	0,020
Coque de carbón (kg)	3,017	0,282	0,042
Hulla y antracita (kg)	3,117	0,303	0,046
Hullas subituminosas (kg)	1,331	0,134	0,020
Gasóleo A (l)	-	-	-
B7 (l)	2,501	0,362	0,022
B10 (l)	2,425	0,362	0,022
B20 (l)	2,171	0,362	0,022
B30 (l)	1,916	0,362	0,022
B100 (l)	0,136	0,362	0,022
Gasolina (l)	-	-	-
E5 (l)	2,065	0,314	0,019
E10 (l)	1,957	0,314	0,019
E85 (l)	0,326	0,314	0,019
E100 (l)	0,000	0,314	0,019

Tabla 52 Instalaciones fijas; factores de emisión por gases. [49]

Vehículos; cantidad de combustible consumido; factores de emisión (kgCO₂e/ud):

		2023
Gasolina (l)	Turismos (M1)	-
	Furgonetas y furgones (N1)	-
	Camiones (N2, N3)	-
	Ciclomotores (L1e, L2e)	-
	Motocicletas (L3e, L4e, L5e, L6e, L7e)	-
E5 (l)	Turismos (M1)	2,249
	Furgonetas y furgones (N1)	2,246
	Camiones (N2, N3)	2,254
	Ciclomotores (L1e, L2e)	2,308
	Motocicletas (L3e, L4e, L5e, L6e, L7e)	2,337
E10 (l)	Turismos (M1)	2,131
	Furgonetas y furgones (N1)	2,128
	Camiones (N2, N3)	2,136
	Ciclomotores (L1e, L2e)	2,191
	Motocicletas (L3e, L4e, L5e, L6e, L7e)	2,220
E85 (l)	Turismos (M1)	0,371
	Furgonetas y furgones (N1)	0,368
	Camiones (N2, N3)	0,376
	Ciclomotores (L1e, L2e)	0,430
	Motocicletas (L3e, L4e, L5e, L6e, L7e)	0,459
E100 (l)	Turismos (M1)	0,019
	Furgonetas y furgones (N1)	0,016
	Camiones (N2, N3)	0,024
	Ciclomotores (L1e, L2e)	0,078
	Motocicletas (L3e, L4e, L5e, L6e, L7e)	0,107
Gasóleo (l)	Turismos (M1)	-
	Furgonetas y furgones (N1)	-
	Camiones (N2, N3)	-
	Autobuses (M2, M3)	-
B7 (l)	Turismos (M1)	2,516
	Furgonetas y furgones (N1)	2,505
	Camiones (N2, N3)	2,520
	Autobuses (M2, M3)	2,506
B10 (l)	Turismos (M1)	2,441
	Furgonetas y furgones (N1)	2,429
	Camiones (N2, N3)	2,445
	Autobuses (M2, M3)	2,431
B20 (l)	Turismos (M1)	2,189
	Furgonetas y furgones (N1)	2,177

	Camiones (N2, N3)	2,193
	Autobuses (M2, M3)	2,179
B30 (l)	Turismos (M1)	1,937
	Furgonetas y furgones (N1)	1,925
	Camiones (N2, N3)	1,940
	Autobuses (M2, M3)	1,926
B100 (l)	Turismos (M1)	0,172
	Furgonetas y furgones (N1)	0,160
	Camiones (N2, N3)	0,176
	Autobuses (M2, M3)	0,162
LPG (l)	Turismos (M1)	1,661
CNG (kg)	Turismos (M1)	2,754
	Camiones (N2, N3)	2,716
	Autobuses (M2, M3)	2,784
LNG (kg)	Camiones (N2, N3)	2,716
AdBlue (l)	Turismos (M1)	0,260
	Furgonetas y furgones (N1)	0,260
	Camiones (N2, N3)	0,260
	Autobuses (M2, M3)	0,260

Tabla 53 Vehículos; cantidad de combustible consumido; factores de emisión (kgCO₂e/ud). [49]

Vehículos; cantidad de combustible consumido; factores de emisión por gases:

		2023		
		CO ₂ (kg/ud)	CH ₄ (g/ud)	N ₂ O (g/ud)
Gasolina (l)	Turismos (M1)	-	-	-
	Furgonetas y furgones (N1)	-	-	-
	Camiones (N2, N3)	-	-	-
	Ciclomotores (L1e, L2e)	-	-	-
	Motocicletas (L3e, L4e, L5e, L6e, L7e)	-	-	-
E5 (l)	Turismos (M1)	2,237	0,224	0,021
	Furgonetas y furgones (N1)	2,235	0,183	0,021
	Camiones (N2, N3)	2,235	0,472	0,020
	Ciclomotores (L1e, L2e)	2,270	0,984	0,040
	Motocicletas (L3e, L4e, L5e, L6e, L7e)	2,270	1,936	0,047
E10 (l)	Turismos (M1)	2,119	0,224	0,021
	Furgonetas y furgones (N1)	2,117	0,183	0,021
	Camiones (N2, N3)	2,117	0,472	0,020
	Ciclomotores (L1e, L2e)	2,153	0,984	0,040
	Motocicletas (L3e, L4e, L5e, L6e, L7e)	2,153	1,936	0,047
E85 (l)	Turismos (M1)	0,359	0,224	0,021
	Furgonetas y furgones (N1)	0,357	0,183	0,021

E100 (l)	Camiones (N2, N3)	0,357	0,472	0,020
	Ciclomotores (L1e, L2e)	0,392	0,984	0,040
	Motocicletas (L3e, L4e, L5e, L6e, L7e)	0,392	1,936	0,047
	Turismos (M1)	0,007	0,224	0,021
Gasóleo (l)	Furgonetas y furgones (N1)	0,005	0,183	0,021
	Camiones (N2, N3)	0,005	0,472	0,020
	Ciclomotores (L1e, L2e)	0,040	0,984	0,040
	Motocicletas (L3e, L4e, L5e, L6e, L7e)	0,040	1,936	0,047
B7 (l)	Turismos (M1)	-	-	-
	Furgonetas y furgones (N1)	-	-	-
	Camiones (N2, N3)	-	-	-
	Autobuses (M2, M3)	-	-	-
B10 (l)	Turismos (M1)	2,487	0,004	0,106
	Furgonetas y furgones (N1)	2,486	0,003	0,071
	Camiones (N2, N3)	2,482	0,049	0,134
	Autobuses (M2, M3)	2,482	0,015	0,087
B20 (l)	Turismos (M1)	2,412	0,004	0,106
	Furgonetas y furgones (N1)	2,410	0,003	0,071
	Camiones (N2, N3)	2,407	0,049	0,134
	Autobuses (M2, M3)	2,407	0,015	0,087
B30 (l)	Turismos (M1)	2,160	0,004	0,106
	Furgonetas y furgones (N1)	2,158	0,003	0,071
	Camiones (N2, N3)	2,155	0,049	0,134
	Autobuses (M2, M3)	2,155	0,015	0,087
B100 (l)	Turismos (M1)	1,908	0,004	0,106
	Furgonetas y furgones (N1)	1,906	0,003	0,071
	Camiones (N2, N3)	1,902	0,049	0,134
	Autobuses (M2, M3)	1,902	0,015	0,087
LPG (l)	Turismos (M1)	0,143	0,004	0,106
	Furgonetas y furgones (N1)	0,141	0,003	0,071
	Camiones (N2, N3)	0,138	0,049	0,134
	Autobuses (M2, M3)	0,138	0,015	0,087
CNG (kg)	Turismos (M1)	1,652	0,200	0,014
	Turismos (M1)	2,716	1,068	0,029
	Camiones (N2, N3)*	2,716	-	-
LNG (kg)	Autobuses (M2, M3)	2,716	2,448	0,000
	Camiones (N2, N3)*	2,716	-	-
AdBlue (l)**	Turismos (M1)	0,260	-	-
	Furgonetas y furgones (N1)	0,260	-	-
	Camiones (N2, N3)	0,260	-	-
	Autobuses (M2, M3)	0,260	-	-

Tabla 54 Vehículos; cantidad de combustible consumido; factores de emisión por gases. [49]

Vehículos; distancia recorrida (km); factores de emisión (kgCO₂e/ud):

		2023
Gasóleo (km)	Turismos (M1)	0,163
	Furgonetas y furgones (N1)	0,248
	Camiones (N2, N3)	0,772
	Autobuses (M2, M3)	0,995
Gasolina (km)	Turismos (M1)	0,190
	Furgonetas y furgones (N1)	0,240
	Camiones (N2, N3)	0,682
	Ciclomotores (L1e, L2e)	0,058
	Motocicletas (L3e, L4e, L5e, L6e, L7e)	0,100
LPG (km)	Turismos (M1)	0,186
CNG (km)	Turismos (M1)	0,180
	Camiones (N2, N3)*	0,765
	Autobuses (M2, M3)	1,124
LNG (km)	Camiones (N2, N3)*	0,758

Tabla 55 Vehículos; distancia recorrida (km); factores de emisión (kgCO₂e/ud). [49]

Vehículos; distancia recorrida (km); factores de emisión por gases:

		2023		
		CO ₂ (kg/ud)	CH ₄ (g/ud)	N ₂ O (g/ud)
Gasóleo (km)	Turismos (M1)	0,161	0,000	0,007
	Furgonetas y furgones (N1)	0,246	0,000	0,007
	Camiones (N2, N3)	0,772	-	-
	Autobuses (M2, M3)	0,986	0,006	0,034
Gasolina (km)	Turismos (M1)	0,189	0,018	0,002
	Furgonetas y furgones (N1)	0,239	0,019	0,002
	Camiones (N2, N3)	0,676	0,140	0,006
	Ciclomotores (L1e, L2e)	0,057	0,025	0,001
	Motocicletas (L3e, L4e, L5e, L6e, L7e)	0,097	0,082	0,002
LPG (km)	Turismos (M1)	0,185	0,022	0,002
CNG (km)	Turismos (M1)	0,178	0,070	0,002
	Camiones (N2, N3)*	0,765	-	-
	Autobuses (M2, M3)	1,096	0,989	0,000
LNG (km)	Camiones (N2, N3)*	0,758	-	-

Tabla 56 Vehículos; distancia recorrida (km); factores de emisión por gases. [49]

Climatización:

Nombre	Fórmula química	PCA 6AR
HFC-23	CH ₂ F ₃	14.600
HFC-32	CH ₂ F ₂	771
HFC-41	CH ₃ F	135
HFC-125	C ₂ H ₂ F ₅	3.740
HFC-134	C ₂ H ₂ F ₄	1.260
HFC-134a	CH ₂ FCF ₃	1.530
HFC-143	C ₂ H ₃ F ₃	364
HFC-143a	C ₂ H ₃ F ₃	5.810
HFC-152	CH ₂ FCH ₂ F	21,5
HFC-152a	C ₂ H ₄ F ₂	164
HFC-161	C ₂ H ₂ F	4,84
HFC-227ea	C ₃ H ₇ F	3.600
HFC-236cb	CH ₂ FCF ₂ CF ₃	1.350
HFC-236ea	CHF ₂ CHFCF ₃	1.500
HFC-236fa	C ₃ H ₂ F ₆	8.690
HFC-245ca	C ₃ H ₃ F ₅	787
HFC-245fa	C ₃ H ₃ F ₅	962
HFC-365mfc	C ₄ H ₅ F ₅	914
HFC-43-10mee	C ₅ H ₂ F ₁₀	1.600
HCFC-22	CHClF ₂	1.960
R-404A	R-125/143a/134a (44/52/4)	4.728
R-407A	R-32/125/134a (20/40/40)	2.262
R-407B	R-32/125/134a (10/70/20)	3.001
R-407C	R-32/125/134a (23/25/52)	1.908
R-407F	R-32/125/134a (30/30/40)	1.965
R-410A	R-32/125 (50/50)	2.256
R-410B	R-32/125 (45/55)	2.404
R-413A	R-218/134a/600a (9/88/3)	2.183
R-417A	R-125/134a/600 (46,6/50/3,4)	2.508
R-417B	R-125/134a/600 (79/18,25/2,75)	3.235
R-422A	R-125/134a/600a (85,1/11,5/3,4)	3.359
R-422D	R-125/134a/600a (65,1/31,5/3,4)	2.917
R-424A	R-125/134a/600a/600/601a (50,5/47/0,9/1/0,6)	2.608
R-426A	R-134a/125/600/601a (93/5,1/1,3/0,6)	1.614
R-427A	R-32/125/143a/134a (15/25/10/50)	2.397
R-428A	R-125/143a/600a/290 (77,5/20/1,9/0,6)	4.061
R-434A	R-125/143a/134a/600a (63,2/18/16/2,8)	3.654
R-437A	R-125/134a/600/601 (19,5/78,5/1,4/0,6)	1.930
R-438A	R-32/125/134a/600/601a (8,5/45/44,2/1,7/0,6)	2.425
R-442A	R-32/125/134a/152a/227ea (31/31/30/3/5)	2.042
R-449A	R-32/R-125/HFO-1234yf/R-134a (24,3/24,7/25,3/25,7)	1.504
R-452A	R-125/R-32/HFO-1234yf (59/11/30)	2.292
R-453A	R-134a/125/32/227ea/600/601a (53,8/20/20/5/0,6/0,6)	1.905
R-507A	R-125/143a (50/50)	4.775

Tabla 57 PCA para climatización [35]

Factores de Mix eléctrico de las comercializadoras (emisiones indirectas):

Comercializadora	kg CO ₂ e/kWh
AB ENERGÍA 1903, S.L.	0,259
ACCIONA GREEN ENERGY DEVELOPMENTS SL	0,000
ACSOL ENERGÍA GLOBAL, S.A.	0,260
ADEINNOVA ENERGIA S.L	0,260
ADX Renovables, S.L.	0,000
AGRI-ENERGIA, S.A.	0,240
AHORRELUZ SERVICIOS ONLINE S.L	0,260
AIRE LIMPIO SL	0,236
ALCANZIA ENERGIA, S.L.	0,260
ALPIQ ENERGIA ESPAÑA SAU	0,259
ARACAN ENERGIA S.L.	0,260
ATENCO ENERGIA SL	0,257
ATLAS ENERGIA COMERCIAL, S.L.	0,260
AUDAX RENOVABLES, S.A	0,000
AUDAX RENOVABLES, S.A	0,000
AUSARTA PRIMA, S.L.	0,260
AVANZALIA ENERGIA COMERCIALIZADORA SA	0,140
AXPO IBERIA S.L.	0,257
BIROU GAS S.L.	0,256
BLUBAT PULSAR, S.L.	0,256
BP GAS & POWER IBERIA, S.A.U.	0,000
CEPSA GAS Y ELECTRICIDAD, S.A.U.	0,250
CIDE HCENERGÍA S.A.U	0,249
CIMA ENERGIA COMERCIALIZADORA SL	0,260
COMERCIALIZADORA ADI ESPAÑA, S.L.	0,260
COMERCIALIZADORA LERSA, S.L.	0,260
CONECTA ENERGIA VERDE, S.L.	0,259
CONECTA2 ENERGIA, S.L.	0,258
CYE ENERGIA SL	0,258
DAIMUZ ENERGÍA S.L.	0,260
DISA ENERGIA ELECTRICA S.L.	0,237
DRK ENERGY, S.L	0,260
EBROENERGIA COMERCIALIZADORA, S.L.	0,260
ECOFUTURA LUZ ENERGÍA, S.L.U.	0,259
EDP CLIENTES SAU	0,259
EDP ESPAÑA, S.A	0,260
ELECTRA ENERGIA, S.A.	0,253
ELECTRA NORTE ENERGÍA, S.A.	0,243
ELECTRICA DE GUIXES ENERGIA, SL	0,260
ELECTRICA SEROSENSE, S.L.	0,260
ELECTRICA SOLLERENSE, S.A.	0,259
ELECTRICIDAD ELEIA S.L.	0,260
ELEK COMERCIALIZADORA ELECTRICA S.L.	0,260
EMPRESA DE ALUMBRADO ELECTRICO DE CEUTA ENERGIA, S.L.	0,260
EMPRESA DE ALUMBRADO ELECTRICO DE CEUTA, S.A.	0,260
ENDESA ENERGÍA RENOVABLE, S.L.	0,000
ENDESA ENERGÍA S.A.U.	0,259
ENDI ENERGY TRADING SL	0,253
ENERFIA, SL	0,260
ENERGÍA ECOLÓGICA ECONÓMICA, S.L.	0,260
ENERGÍA LIBRE COMERCIALIZADORA, S.L.	0,259

ENERGIA NUFRI SL	0,260
ENERGIA VIVA SPAIN, S.L.U.	0,260
ENERGY BY COGEN S.L.U.	0,260
ENERGY STROM XXI SL	0,240
ENERGYA VM GESTION DE ENERGÍA, S.L	0,258
ENERGYSAVE PROJECTS S.L	0,260
ENERPLUS ENERGIA, S.A.	0,260
ENERXIA GALEGA MAIS SLU	0,260
ENGIE ESPAÑA, S.L	0,258
ENI PLENITUDE IBERIA, S.L.	0,252
ENSTROGA, S.L.	0,252
ESCANDINAVA DE ELECTRICIDAD, S.L.U	0,259
ESTRATEGIAS ELÉCTRICAS INTEGRALES, S.A.	0,260
FACTOR ENERGÍA ESPAÑA, S.A.	0,260
FACTOR ENERGÍA, S.A.	0,259
FENIE ENERGIA, S.A.	0,250
FOENER ENERGÍA, S.L	0,260
FORTIA ENERGIA S.L.	0,260
FOX ENERGÍA S.A	0,258
GALP ENERGÍA ESPAÑA, S.A.U.	0,259
GAS NATURAL COMERCIALIZADORA SA	0,249
GASELEC DIVERSIFICACIÓN S.L.	0,259
GEO ALTERNATIVA S.L.	0,258
GESTERNOVA, S.A	0,000
GESTINER INGENIEROS, S.L.	0,260
GLOBAL BIOSFERA PROTEC S.L	0,254
GLOBELIGHT ENERGY S.L	0,254
HANWHA ENERGY RETAIL SPAIN SL	0,000
HELIOLEC ENERGIA ELECTRICA, S.L.	0,222
HIDROELÉCTRICA DEL VALIRA, S.L.	0,260
HOLALUZ-CLIDOM, S.A	0,000
IBERDROLA CLIENTES, S.A.U.	0,241
IBERDROLA SERVICIOS ENERGETICOS, S.A.U.	0,000
IM3 ENERGIA SL	0,252
INDEXO ENERGIA SL	0,233
INER ENERGIA CASTILLA LA MANCHA SL	0,257
INER EUSKADI, S.L.	0,234
INGEBAU SOLUCIONES DE MEDIDA, S.L.	0,260
INTEGRACIÓN EUROPEA DE ENERGIA, S.A.U.	0,259
INTELIGENCIA PARA EL AHORRO ENERGÉTICO, S.L.	0,248
IRIS ENERGÍA EFICIENTE S.A.	0,260
JUAN ENERGY, S.L.	0,260
LONJAS TECNOLOGÍA, S.A.	0,204
LOVE ENERGY, S.L.	0,000
LUZÍA ENERGÍA, S.L	0,259
LUZY ENERGIA RENOVABLE, S.L.	0,000
MASQLUZ 2020, S.L.	0,260
MET ENERGIA ESPAÑA, S.A	0,260
MY ENERGIA ONER S.L	0,212
NABALIA ENERGIA 2000 S.A	0,260
NATURGY CLIENTES, S.A.U.	0,000
NATURGY IBERIA, S.A.	0,215
NEOELECTRA ENERGIA	0,259
NEXUS ENERGIA SA	0,000
OCTOPUS ENERGY ESPAÑA, S.L.U.	0,000
ON DEMAND FACILITIES, SLU	0,254

PASIÓN ENERGÍA, S.L.	0,260
PETRONIEVES ENERGIA 1, S.L.	0,260
PLENA ENERGIA RENOVABLE, S.L.	0,259
POTENZIA COMERCIALIZADORA SL	0,260
RECICLAJES ECOLOGICOS NAGINI, S.L.	0,260
RELUZCA ENERGÍA, S..L.	0,258
REPSOL COMERCIALIZADORA DE ELECTRICIDAD Y GAS, S.L.U	0,259
RESPIRA ENERGÍA ESPAÑA, S.L.	0,000
RESPIRA ENERGIA MEDITERRANIA, S.A.	0,009
ROFEICA ENERGIA, S.A	0,263
RONDA OESTE ENERGÍA, S.L	0,250
SAMPOL INGENIERIA Y OBRAS SA	0,000
SERVIGAS S XXI SA	0,257
SHELL ESPAÑA, S.A	0,260
SOCIEDAD ARAGONESA DE COMERCIALIZACION DE ENERGIA S.L.	0,256
SWAP ENERGIA SA	0,260
SYDER COMERCIALIZADORA VERDE SL	0,260
TELFÓNICA SOLUCIONES DE INFORMÁTICA Y COMUNICACIONES DE ESPAÑA, S.A.U	0,000
TENSINA DE ENERGÍA Y SERVICIOS, S.L.	0,260
THE YELLOW ENERGY, S.L	0,260
TOTALENERGIES CLIENTES S.A.U.	0,000
TOTALENERGIES ELECTRICIDAD Y GAS ESPAÑA, S.A.U.	0,249
TOTALENERGIES MERCADO ESPAÑA, S.A.U	0,247
TUNERGIA EFICIENCIA ENERGETICA Y RENOVABLE, S.L.	0,260
VIVO ENERGIA FUTURA S.A	0,260
WATIO WHOLESALE, S.L	0,260
WATIUM, S.L.	0,260
WIND TO MARKET S.A	0,254

Tabla 58 Factores de Mix eléctrico de las comercializadoras (emisiones indirectas). [44]