



INFORME DE HUELLA DE CARBONO
Ayuntamiento de Fuentespalda
Año 2021

Grupo de Economía Circular

Sostenibilidad

Noviembre de 2022

1. Contenidos

1. Contenidos	2
Acrónimos	1
Terminología	2
1. Objetivos y alcance del informe	4
1.1 Descripción general del municipio.....	4
1.2 Objetivos	4
1.3 Norma de referencia.....	4
1.4 Año base de cálculo	4
1.5 GEI considerados en el inventario.....	5
2. Etapas del cálculo de Huella de Carbono	6
3. Establecimiento de los límites	7
3.1 Límites del inventario de GEI	8
3.1.1 Límites físicos de Fuentespalda.....	8
3.1.2 Límites socioeconómicos.....	8
3.2 Límites del informe	9
3.2.1 Emisiones directas de GEI: Categoría 1	9
3.2.2 Emisiones indirectas de GEI: Categoría 2.....	9
3.2.3 Exclusiones o particularidades. Justificación.....	9
4. Inventario de las emisiones de GEI	10
4.1 Componentes del inventario.....	10
4.2 Identificación de las fuentes y sumideros de GEI.....	11
4.3 Metodología de cuantificación	11
4.4 Factores de emisión de GEI	12
4.5 Evaluación de la incertidumbre	12
5. Resultados	14
5.1.1 Categoría 1. Emisiones directas	14
5.1.2 Categoría 2: Emisiones indirectas.....	16
5.1.3 Huella de Carbono total de Fuentespalda	20
6. Medidas de mejora	25

7. Conclusiones	26
Anexo 1: Medidas de mejora.....	29

Nota: cualquier copia de este documento, en soporte magnético o papel, se considera COPIA NO CONTROLADA. La única versión válida del documento es la que aparece en línea en el sistema informático

2. ÍNDICE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1. Esquema de las fases para el cálculo de la huella de carbono de Fuentespalda	7
Figura 2. Distribución de emisiones de GEI en instalaciones fijas	15
Figura 3: Distribución de las emisiones de GEI provenientes del consumo de electricidad importada.....	19
Figura 4: Emisiones totales provenientes de categorías 1 y 2 de Fuentespalda.....	21
Figura 5. Cuantificación de las emisiones de CO ₂ eq/año en toneladas por subcategoría de emisión.....	22
Figura 6. Emisiones provenientes de la categoría 1, dividida en la combustión estacionaria y móvil, así como la electricidad importada de categoría 2	23
Tabla 1. Edificios e instalaciones, en forma de fuentes de emisión, contemplados en la huella de carbono de Fuentespalda en 2021.....	8
Tabla 2. Justificación de exclusión de las subcategorías no contempladas en el estudio	10
Tabla 3. Fuentes de Emisión de GEI clasificadas por categorías.	11
Tabla 4. Emisiones de GEI en toneladas de CO ₂ equivalentes resultantes de la combustión en las instalaciones fijas	14
Tabla 5. Emisiones GEI resultantes de combustibles de equipos móviles.....	16
Tabla 6. Instalaciones renovables en el municipio de Fuentespalda.....	17
Tabla 7. Consumos, factores de emisión y emisiones de la electricidad importada a Fuentespalda.	17
Tabla 8. Total de emisiones de GEI en CO ₂ eq en 2021, producidas por las fuentes directas e indirectas de Fuentespalda, junto con su incertidumbre	20
Tabla 9. Emisiones de GEI de Fuentespalda divididas en directas e indirectas, así como en habitantes en el año 2021.....	23

Tabla 10. Resumen de las medidas de mejora para reducir la Huella de Carbono de Fuentespalda, dividida por tipo de mejora, reducción estimada y periodo de implementación, así como su inversión estimada. 25

Acrónimos

CH₄	Metano
CO₂	Dióxido de Carbono
CUPS	Códigos Unificados de Punto de Suministro
GEI	Gases de efecto invernadero
GEI_{act}	Emisiones de GEI derivadas de cada actividad <i>i</i> de la organización del año de referencia (g, kg, t) CO ₂ eq
GEI_i	Emisiones de cada uno de los GEI = <i>i</i> (g, kg, t)
HC	Huella de Carbono
HFC	Hidrofluorocarbonos
MITECO	Ministerio para la Transición Ecológica ¹
N₂O	Óxido Nitroso
PCG	Potencial de Calentamiento Global
PCG_i	Potencial de calentamiento Global de cada Gas de Efecto Invernadero <i>i</i> ((g, kg, t)/ (g, kg, t) CO ₂ eq)
PFC	Perfluorocarbonos
SF₆	Hexafluoruro de azufre

¹ Actual MITERD: Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico

Terminología

Gases de efecto invernadero (GEI)²: Componente gaseoso de la atmósfera, tanto natural como antropogénico, que absorbe y emite radiación a longitudes de onda específicas dentro del espectro de radiación infrarroja emitida por la superficie de la Tierra, la atmósfera y las nubes. Algunos de los GEI son: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆).

Fuente de gases de efecto invernadero²: Unidad o proceso físico que libera un GEI hacia la atmósfera.

Sumidero de gases de efecto invernadero²: Unidad o proceso físico que remueve un GEI de la atmósfera.

Huella de carbono^{3 4}: Se entiende como huella de carbono “la totalidad de gases de efecto invernadero emitidos por efecto directo o indirecto por individuo, organización, evento o producto”. La huella de carbono que genera cada fuente de emisión es el resultado del producto del dato de consumo (dato de actividad) por su correspondiente factor de emisión.

Datos de la actividad del gas de efecto invernadero²: Medida cuantitativa de la actividad que produce una emisión o remoción de GEI. Algunos ejemplos de datos de la actividad de GEI incluyen: cantidad de energía, combustible o electricidad consumida.

Factor de emisión o remoción de gases de efecto invernadero²: Factor que relaciona los datos de la actividad con las emisiones o remociones de GEI. Un factor de emisión o remoción de GEI podría incluir un componente de oxidación.

Potencial de calentamiento global (PCG)²: Factor que mide la fuerza de radiación de cada GEI en las condiciones atmosféricas actuales, producido al emitir un pulso de una unidad de masa de dicho GEI, con relación a la unidad del dióxido de carbono en un período determinado.

Equivalente de dióxido de carbono (CO₂eq)²: Unidad para comparar el forzamiento radiativo de un GEI con el dióxido de carbono. El equivalente de dióxido de carbono se calcula utilizando la masa de un GEI determinado, multiplicada por su potencial de calentamiento global.

Huella de carbono de una organización³: Mide la totalidad de GEI emitidos por efecto directo o indirecto provenientes del desarrollo de la actividad de dicha organización.

Emisión directa de gases de efecto invernadero^{2 3}: Emisión de GEI proveniente de fuentes de GEI que pertenecen o son controladas por la organización. Por ejemplo, pueden entender como

² UNE-ISO 14064-1:2019. Gases de efecto invernadero. Parte 1: Especificación con orientación, a nivel de las organizaciones, para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero

³ MITECO. Guía para el cálculo de la huella de carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización.

⁴ MITECO. Huella de carbono de una organización: conceptos básicos

emisiones directas, las emisiones debidas al sistema de calefacción si éste se basa en la quema de combustibles fósiles.

Emisión indirecta de gases de efecto invernadero³: son emisiones consecuencia de las actividades de la organización, pero que ocurren en fuentes que son propiedad de o están controladas por otra organización.

Emisión indirecta de gases de efecto invernadero por energía²: Emisión de GEI que proviene de la generación de electricidad, calor o vapor de origen externo consumidos por la organización.

Emisiones de categoría 1: Emisiones directas de GEI provenientes de las instalaciones que se encuentran dentro de los límites de la organización.

Emisiones de categoría 1.1: Emisiones provenientes de la combustión en calderas, hornos, que son propiedad de o están controladas por la entidad en cuestión.

Emisiones de categoría 1.2: Emisiones provenientes de la combustión de equipos móviles como los vehículos

Emisiones de categoría 1.3: Emisiones fugitivas (p. ej. Fugas de aire acondicionado, fugas de CH₄ de conductos).

Emisiones de categoría 2.1: Emisiones indirectas de GEI asociadas a la generación de electricidad adquirida y consumida por la organización.

Emisiones de categoría 2.2: Emisiones indirectas de GEI asociadas a la generación de calor adquirida y consumida por la organización.

1. Objetivos y alcance del informe

1.1 Descripción general del municipio

El Ayuntamiento de Fuentespalda (en adelante, Fuentespalda) es un municipio de la provincia de Teruel, en la comunidad autónoma de Aragón. Perteneciente a la comarca de Matarraña, el término municipal cuenta con una población de 293 habitantes. La población cuenta con una superficie de 39 km², con una altitud media de 712 m sobre el nivel del mar. La sede principal de Fuentespalda se encuentra ubicada en la dirección Calle Mayor, 13, CP 44587.

1.2 Objetivos

Los objetivos principales de este informe son:

1. Cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del año 2021 (1 enero a 31 diciembre) de Fuentespalda.
2. A partir de los resultados obtenidos, plantear propuestas de reducción de GEI.

Este informe cubre el periodo de un año natural y recoge el inventario de emisiones de GEI de las actividades realizadas por Fuentespalda en este periodo.

1.3 Norma de referencia

Este informe ha sido elaborado siguiendo la estructura y metodología propuesta en la Norma ISO 14064-1:2019, ya que la norma constituye el estándar para el desarrollo, gestión de inventarios de GEI y presentación del informe correspondiente. Además, describe los requisitos para determinar los límites de emisión de GEI, cuantificar las emisiones y remociones de GEI de e identificar las actividades o acciones específicas para mejorar la gestión de dichas emisiones.

1.4 Año base de cálculo

El año base representa un año de referencia para determinar los objetivos de reducción de GEI. Es el primero para el que se realiza el inventario de GEI y la cuantificación de las emisiones de GEI.

Con el fin de realizar un seguimiento y comparación en el tiempo de la evolución de la huella de carbono, para Fuentespalda, el año base es el 2021. Se elige este año base por comprender un

período específico con datos representativos y verificables, dado que cuenta con la suficiente información de la actividad del ayuntamiento para poder realizar la cuantificación de su huella de carbono.

Para años sucesivos, si se generan cambios sustanciales en el cálculo que impliquen de forma conjunta una variación igual o superior al 5% de la huella de carbono total (5% es el límite de materialidad establecido por la normativa para el proceso de verificación), será necesario realizar el recálculo del año base.

La revisión del cálculo o la actualización del inventario de GEI del año base se realizará cuando se produzca alguno de los motivos que se muestran a continuación:

- Por cambios en los límites operativos.
- Por cambios estructurales en la organización, que produzcan cambios significativos sobre las emisiones de GEI del año base.
- Por cambios en las metodologías de cuantificación de los GEI y/o mejoras en la precisión de los factores de emisión, que produzcan cambios significativos sobre las emisiones de GEI cuantificadas.
- Por descubrimiento de errores significativos o por la acumulación de un número considerable de errores menores, pero que en su conjunto tengan consecuencias sobre el total de emisiones de GEI cuantificadas.

1.5 GEI considerados en el inventario

El Protocolo de Kioto recoge seis gases de efecto invernadero: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido de nitrógeno (N_2O), los hidrofluorocarbonos (HFC), los perfluorocarbonos (PFC), el hexafluoruro de azufre (SF_6) y el trifluoruro de nitrógeno (NF_3)³.

Los GEI considerados en el inventario son los incluidos en el Protocolo de Kioto y generados por la actividad de Fuentespalda en cada caso, los cuales son: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), hidrofluorocarbonos (HFC) y el hexafluoruro de azufre (SF_6) asociados a las fugas de gases refrigerantes. El trifluoruro de nitrógeno (NF_3) y los perfluorocarbonos (PFC) no han entrado en el alcance del estudio, ya que no se ha consumido ninguna cantidad significativa en la actividad de Fuentespalda durante 2021.

El informe contiene información sobre la metodología llevada a cabo, los datos de actividad recogidos, los factores de emisión utilizados y los resultados absolutos y relativos de las emisiones de GEI.

2. Etapas del cálculo de Huella de Carbono

Teniendo en cuenta la Norma ISO 14064-1:2019 y las recomendaciones de la Guía para el cálculo de la Huella de Carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización del Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico (MITECO), para la cuantificación de los GEI, se reportan las emisiones en la unidad de medida más ampliamente utilizada, que es tonelada de dióxido de carbono equivalente (t CO₂ eq).

La Figura 1 muestra el esquema de las fases seguidas para el cálculo de la huella de carbono de Fuentespalda.

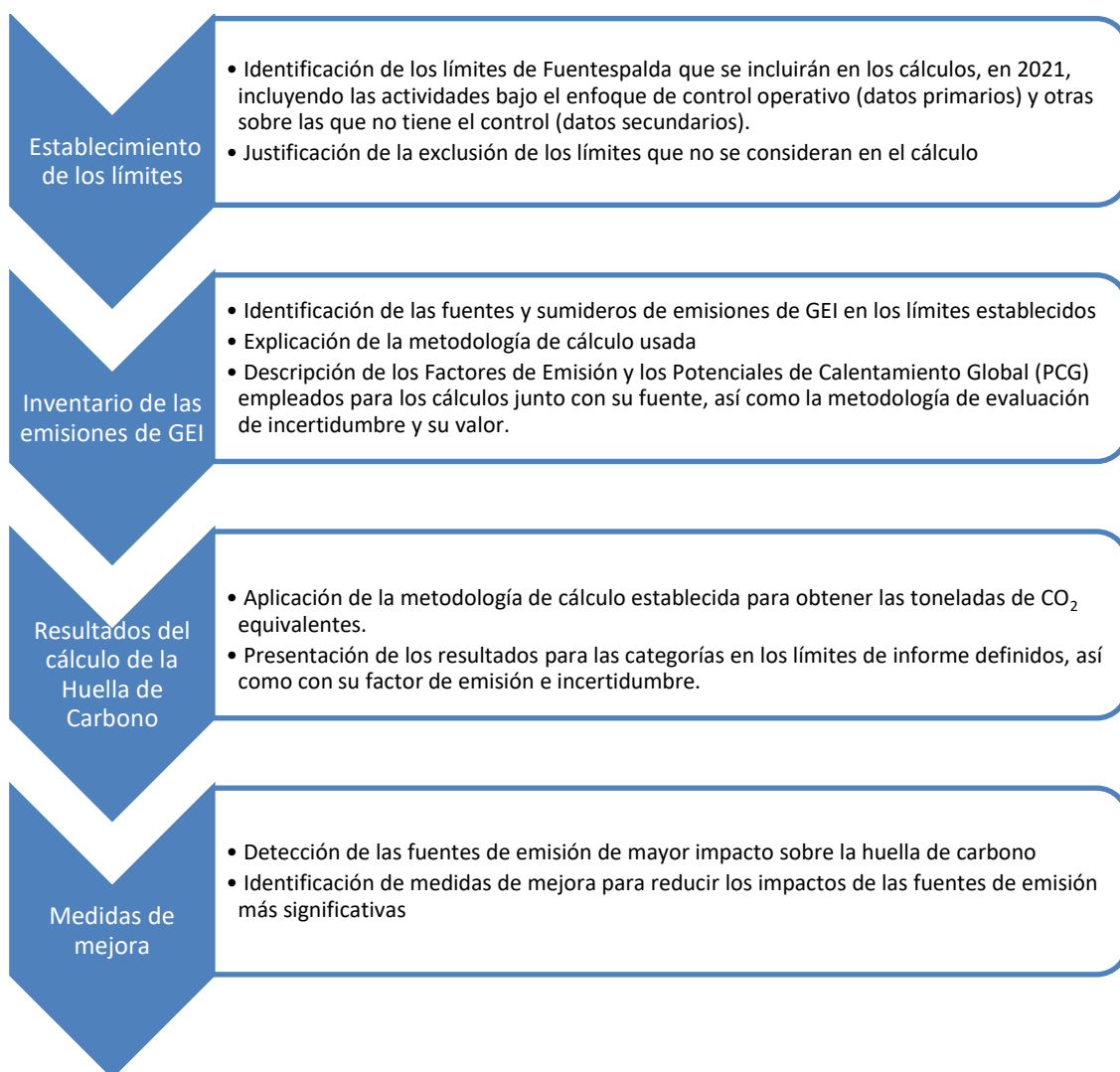


Figura 1. Esquema de las fases para el cálculo de la huella de carbono de Fuentespalda

3. Establecimiento de los límites

La primera etapa en el proceso de cálculo de la huella de carbono de Fuentespalda consiste en la determinación de los límites físicos, temporales y de informe que establece el marco del estudio. En esta fase, se recopilan los datos de actividad de interés del ayuntamiento, tales como los habitantes o la superficie, de tal forma que se puedan comunicar los resultados en base a estos.

3.1 Límites del inventario de GEI

Para la recopilación de datos, se han tenido en cuenta todas las actividades sobre las que el ayuntamiento tiene un control operativo y por lo tanto de las que se pueden obtener datos primarios. Estas actividades están desempeñadas en aquellos edificios e instalaciones donde el ayuntamiento tiene capacidad de dirigir sus políticas operativas, existiendo información completa, accesible y verificable.

3.1.1 Límites físicos de Fuentespalda

Los límites físicos se circunscriben a la superficie 39 km², que coincide con el área del municipio y que contiene los edificios y servicios cuyo ayuntamiento es propietario. De esta manera, la Tabla 1 muestra una lista de los edificios e instalaciones, en forma de fuentes de emisión, contemplados en la Huella de Carbono de Fuentespalda en 2021.

Tabla 1. Edificios e instalaciones, en forma de fuentes de emisión, contemplados en la huella de carbono de Fuentespalda en 2021

Fuente de emisión	Dirección
Edificio del Ayuntamiento	Calle Mayor 13
Consultorio médico	Plaza España 9, Piso -1
Hogar del Jubilado	Plaza España 9, Planta baja
Vivienda	Plaza España 9, Piso 1
Colegio público	Calle Virgen del Pilar 38
Camping municipal	Calle Empeguera, s/n
Báscula municipal	Calle La Coma 0
Edificio multiusos	Avenida Maestrazgo 2, 21-23
Frontón	Calle San Miguel 2
Cueva	Camino Mas de Pau -Huerto Tañada 0
Instalación bombeo de agua	Camino Más de Aparicio 0
Alumbrado municipal	Camino Mas de Pau 0 con San Miguel
La Torreata	Bonaire 25

3.1.2 Límites socioeconómicos

Con el fin de conocer la huella de carbono relativa, es necesario recopilar datos adicionales como es la población o la superficie total del municipio. De esta forma, la huella de carbono no dependerá de un aumento de población o de terreno, y servirá de referencia fiable para la

comparativa en años futuros. En el caso de Fuentespalda su superficie es de **39 km²** y su población es de **293** habitantes.

3.2 Límites del informe

Los límites del informe requieren de la identificación y categorización de emisiones y absorciones de GEI asociadas a las operaciones que se realizan en las propiedades de Fuentespalda. Para ello, se hará una clasificación de estas, en emisiones directas o indirectas, seleccionando según las categorías definidas según la clasificación de las emisiones de GEI, conforme a la Norma UNE-EN ISO 14064-1.

3.2.1 Emisiones directas de GEI: Categoría 1

En el caso de Fuentespalda las emisiones directas de categoría 1 son las resultantes de las fuentes de combustión de equipos estacionarios y móviles. El uso de combustibles fósiles o de biomasa que se usan para calentadores, hornos o calderas, así como el uso de vehículos, generan GEI que se calcularan y cuantifican en el Capítulo 5 del informe.

3.2.2 Emisiones indirectas de GEI: Categoría 2

Las emisiones indirectas incluidas en la categoría 2 son las emisiones asociadas al consumo de electricidad importada. En el caso de Fuentespalda, se cuantifican las emisiones provenientes del consumo de la electricidad importada en los edificios e instalaciones que están incluidos en los límites físicos, así como las emisiones generadas por las instalaciones renovables.

3.2.3 Exclusiones o particularidades. Justificación.

Según lo establecido en la Norma UNE-EN ISO 14064-1, se pueden excluir de la cuantificación: 1) las fuentes de GEI, directas o indirectas, cuya contribución a las emisiones de GEI no sean importantes o relevantes; 2) aquellas emisiones cuya cuantificación no sea técnicamente viable o rentable; o 3) aquellas de las que no se posean datos suficientemente fiables, siempre y cuando se expliquen y justifiquen los motivos de exclusión.

La Tabla 2 muestra la justificación de exclusión de las subcategorías de las categorías 1 y 2 incluidas en el estudio, teniendo en cuenta que el estudio no incluye las categorías 3, 4, 5 y 6.

Tabla 2. Justificación de exclusión de las subcategorías no contempladas en el estudio

Categorías	Subcategorías	Emisiones	Fuente de emisión	Justificación de exclusión
1	1.3	Directas	Procesos industriales	La actividad del ayuntamiento no es industrial
1	1.4	Directas	Liberación y fugas en sistemas antropogénicos	No se ha realizado mantenimiento de equipos de aire acondicionado.
1	1.5	Directas	Cambios de uso del suelo	No ha habido cambios de uso del suelo en el año base (2021).
2	2.2	Indirectas	Energía importada (excluyendo electricidad)	No se consume energía que proviene de redes físicas de vapor, calefacción enfriamiento y aire comprimido.
2	2.3	Indirectas	Electricidad importada por vehículo eléctrico	No hay vehículos eléctricos usados por el ayuntamiento.

4. Inventario de las emisiones de GEI

4.1 Componentes del inventario

En el inventario de GEI quedan registradas las emisiones que se generan en el desarrollo de las actividades del ayuntamiento incluidas en los límites del informe. Este inventario de GEI es una herramienta muy útil para mejorar la reducción de emisiones de un ayuntamiento, ya que facilita el proceso de toma de decisiones en cuestiones relacionadas con el consumo energético y la contribución al cambio climático del mismo.

El proceso de cuantificación de las emisiones de GEI se detalla en los siguientes apartados.

4.2 Identificación de las fuentes y sumideros de GEI

El primer paso que establece la Norma UNE-EN ISO 14064-1 para la cuantificación de emisiones y absorciones de GEI consiste en la identificación y documentación de las diferentes fuentes y sumideros que emiten o absorben GEI de forma directa o indirecta.

La Tabla 3 presenta las fuentes de emisión de GEI clasificadas por categorías que formarán parte del inventario de emisiones de GEI de Fuentespalda. En este caso, tal y como se ha justificado anteriormente, se han identificado fuentes de emisión de GEI provenientes del consumo de combustible en equipos estacionarios y móviles, así como del consumo de energía importada en forma de electricidad.

Tabla 3. Fuentes de Emisión de GEI clasificadas por categorías.

Categoría	Subcategoría	Emisiones	Subcategorización (Fuente de Emisión)	
1	1.1	Directas	Combustión estacionaria de equipos fijos	
	1.2	Directas	Combustión de equipos móviles	
2	2.1	Indirectas	Energía importada	Incluyendo electricidad

4.3 Metodología de cuantificación

Una vez identificadas las fuentes de emisión, se procede a recopilar la información sobre la actividad de la organización, es decir, los datos de actividad, comenzando con los datos primarios (datos que se obtienen directamente de cualquier actividad o proceso productivo mediante instrumentos de medición, facturas, etc.). Ante la falta de datos primarios se procede a obtener datos secundarios de diferentes fuentes, que pueden incluir bases de datos y literatura. Cuando esto no es posible, se utilizan estimaciones y extrapolaciones lo más cercanas a la realidad planteadas por expertos en las respectivas materias que fueron consultados durante la cuantificación de la huella de carbono. Estas estimaciones, extrapolaciones o tratamiento de datos se realizan por los responsables encargados de la recogida de datos para cada fuente de emisión.

La fórmula de cuantificación de emisiones de GEI se realiza multiplicando los consumos energéticos recopilados por los factores de emisión de GEI correspondientes (Ecuación 1):

$$\text{Huella de Carbono (t CO}_2\text{ eq)} = \text{Dato de actividad (valor)} \times \text{Factor de emisión (t CO}_2\text{eq/valor)}$$

Donde:

Dato de actividad: Medida cuantitativa de la actividad que da lugar a una emisión de GEI.

Factor de emisión: Coeficiente que relaciona los datos de la actividad de GEI con la emisión de GEI.

El resultado de esta Ecuación (1) corresponde a las emisiones de GEI para cada consumo o actividad considerada dentro del inventario, expresado en toneladas de CO₂ equivalente (t CO₂ eq).

4.4 Factores de emisión de GEI

Los impactos que surgen de los datos de actividad recopilados se deben totalizar mediante factores de emisión, convirtiéndolos así en una unidad común y por lo tanto comparable entre sí.

Estos factores de emisión deben ser fiables y proceder de fuentes oficiales, en el caso del presente informe, se han utilizado factores de emisión procedentes de organismos que son referentes en temas de emisiones de GEI, como del MITECO a nivel nacional. En el apartado de resultados, se muestran los factores de emisión utilizados para la cuantificación de las emisiones de GEI.

4.5 Evaluación de la incertidumbre

La incertidumbre es un parámetro asociado con el resultado de la cuantificación que indica la dispersión esperable de los valores cuantificados.

A la hora de evaluar la incertidumbre asociada al inventario de emisiones, se ha realizado con enfoque de cuantificación combinada asociada a los datos de actividad empleados y a los factores de emisión seleccionados, de manera que se ha determinado la incertidumbre a nivel de la categoría.

Para ello se ha usado el método de referencia para calcular la incertidumbre combinada usando una ecuación de propagación de errores que se establece en el documento "Orientación del

IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero” (IPCC, 2001).

A la hora de asignar el grado de incertidumbre estimada para los datos de actividad como a los factores de emisión se ha seguido con el criterio de la siguiente escala:

Incertidumbre baja = 2%

Incertidumbre media = 5%

Incertidumbre alta = 7 %

Según este criterio, se explica a continuación las asignaciones en cada caso.

- Los factores de emisión y absorción han sido seleccionados de fuentes oficiales y priorizando, siempre que ha sido posible, la procedencia local o nacional. Por lo tanto, se ha asignado que la incertidumbre de los factores de emisión es baja (con valor asignado de 2%).
- En el caso de los datos de actividad de las distintas categorías, los datos primarios, es decir, aquellos de los que se cuenta con información de primera mano correspondiente a facturas o tiques de gasto de los que el ayuntamiento tiene control documental, se le ha asignado una incertidumbre baja (con un valor de 2%). Estos datos han sido proporcionados por empleados del ayuntamiento vía correo electrónico. En el caso de los valores correspondientes a datos obtenidos de forma estimada, como el consumo de gasoil para el vehículo o el consumo de gasoil de la caldera del camping, se les ha asignado una incertidumbre media (con valor de 5%).

Con estas consideraciones, el resultado total obtenido de la incertidumbre combinada como porcentaje de las emisiones GEI totales de las categorías 1 y 2 se ha estimado en un 3,31% para el año 2021. Por lo tanto, se concluye que la incertidumbre se puede considerar razonable al ser considerada media-baja según la escala de criterios establecida.

5. Resultados

El proceso de cuantificación de las emisiones de GEI se ha realizado de forma separada para cada tipo de fuente de emisión y en función de los datos disponibles. A continuación, se presentan los resultados de los consumos y sus correspondientes emisiones de GEI asociados a la actividad de Fuentespalda.

5.1.1 Categoría 1. Emisiones directas

Subcategoría 1.1. Combustibles fósiles en instalaciones fijas

Los consumos para subcategoría 1.1. se han obtenido a partir de las facturas de compra de combustible. Al haberse obtenido la factura del gasoil de forma agregada, se ha estimado que el Ayuntamiento consume un 60% del total, mientras que el consultorio médico consume un 30% y el hogar del jubilado, un 10%. La Tabla 4 presenta las emisiones de GEI en toneladas de CO₂ equivalentes resultantes de la combustión en las instalaciones fijas. Se puede observar que todos los edificios del ayuntamiento disponen de calderas de gasoil, a excepción del colegio público, que consume biomasa proveniente de coníferas.

Como resultado, un total de 13,581 t CO₂ eq fueron emitidas en el año 2021 como consecuencia del consumo de combustibles fósiles y biomasa en las calderas destinadas a la climatización de los edificios.

Tabla 4. Emisiones de GEI en toneladas de CO₂ equivalentes resultantes de la combustión en las instalaciones fijas

Fuente de emisión	Combustible	Dato de consumo	Ud	Factor de Emisión			Emisiones (t CO ₂ eq)
				kgCO ₂ /ud	kgCH ₄ /ud	kgN ₂ O/ud	
Colegio público	Biomasa pellets	10.675,000	kg	0,000	0,005	0,000	1,825
Ayuntamiento	Gasóleo B	1867,200	l	2,721	0,000	0,000	5,091
Consultorio médico	Gasóleo B	933,600	l	2,721	0,000	0,000	2,545

Fuente de emisión	Combustible	Dato de consumo	Ud	Factor de Emisión			Emisiones (t CO ₂ eq)
				kgCO ₂ /ud	kgCH ₄ /ud	kgN ₂ O/ud	
Hogar de Jubilado	Gasóleo B	311,200	l	2,721	0,000	0,000	0,848
Camping municipal	Gasóleo B	1200,000	l	2,721	0,000	0,0001	3,272
Total de emisiones (t CO₂eq)							13,581

La Figura 2 muestra la distribución de emisiones de GEI en instalaciones fijas en función del edificio de origen. Como puede observarse, el principal foco emisor es la caldera de gasoil del ayuntamiento, seguido de la caldera de gasoil del camping.

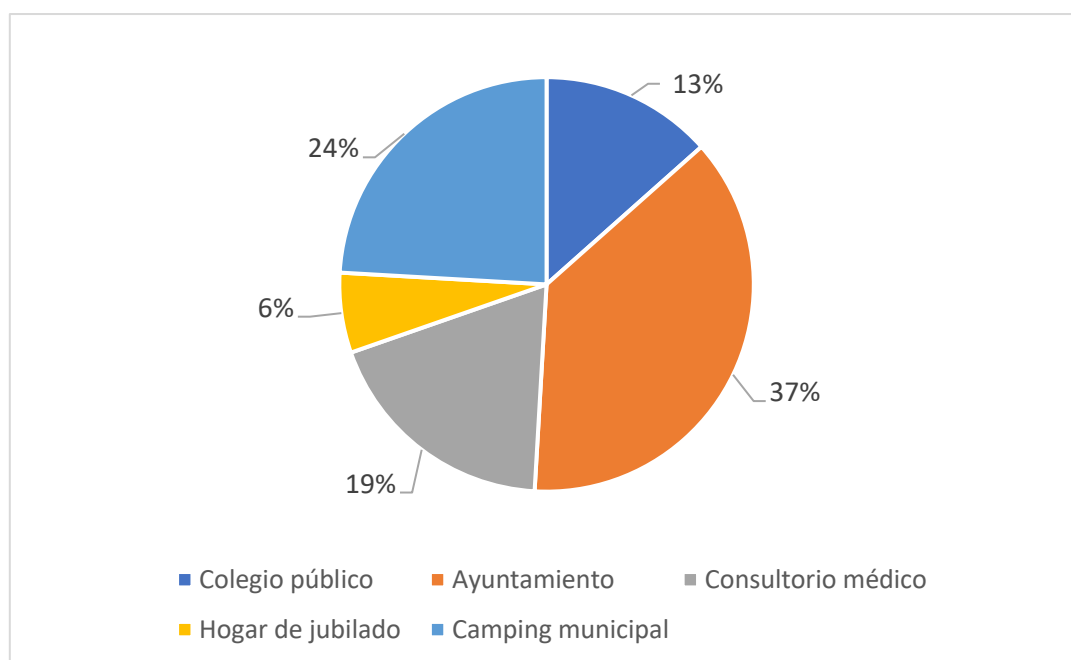


Figura 2. Distribución de emisiones de GEI en instalaciones fijas

Categoría 1.3. Vehículos municipales

Los vehículos propiedad del Ayuntamiento consisten en una furgoneta Peugeot Bipper Tepee y un remolque ligero de gasoil. Todos los consumos de combustible se han obtenido a partir de las facturas de la empresa distribuidora del combustible exceptuando uno, que se ha estimado.

En el caso del remolque que se encuentra en el inventario de Fuentespalda, durante el año 2021 solamente fue encendido para pruebas por lo que se considera que el impacto de emisiones generado es muy bajo, y su consumo no se ha tenido en cuenta en este estudio.

La Tabla 5 muestra las emisiones totales de GEI relacionadas con el uso de combustibles en los equipos móviles.

Tabla 5. Emisiones GEI resultantes de combustibles de equipos móviles

Fuente de emisión	Combustible	Dato de consumo (l)	Factor de Emisión			Emisiones (t CO ₂ eq)
			kgCO ₂ /l	kgCH ₄ /l	kgN ₂ O/l	
Peugeot Bipper	B7-Furgoneta o furgón	1000,000	2,486	0,000	0,000	2,507

Como resultado, un total de **2,507 t CO₂ eq** fueron emitidos en el 2021 como consecuencia del consumo de combustibles fósiles en los vehículos municipales, la totalidad de las emisiones viniendo de la furgoneta.

5.1.2 Categoría 2: Emisiones indirectas

Las fuentes de emisión de GEI consideradas en la categoría 2 consisten en el consumo de electricidad importada en cada edificio del ayuntamiento.

Para el cálculo de las emisiones generadas por la electricidad importada en el año 2021, se han recopilado todas las facturas emitidas por la empresa comercializadora de electricidad (Kilowatios Verdes). Se ha tenido en cuenta tanto el consumo de cada uno de los edificios, de las bombas de calor, y de otros elementos eléctricos, agrupados en los Códigos Unificados de Punto de Suministro (CUPS). Posteriormente ha registrado el consumo mensual de cada uno de los focos y posteriormente, se han agrupado para obtener los consumos anuales totales.

La Tabla 6 presenta las instalaciones renovables en el municipio de Fuentespalda, junto con su potencia y sus emisiones.

Tabla 6. Instalaciones renovables en el municipio de Fuentespalda

Tipo de Energía Renovable	Lugar	Potencia (kW)	Emisiones (t CO ₂ eq)
Solar	Edificio multiusos	40,0	0,00
Solar	Escuela Pública	5,0	0,00
Solar	Instalación bombeo de agua	60,0	0,00

La Tabla 7 muestra los consumos, factores de emisión y emisiones de la electricidad importada a Fuentespalda. El factor de emisión de la comercializadora Kilowatios Verdes para el año 2021 es 0,144 kg CO₂ eq/kWh, y se ha obtenido del documento de Factores de Emisión del MITECO⁵, teniendo en cuenta que solo facilita el factor de emisión en unidades de kg de CO₂ eq y no desglosado en los diferentes GEI.

Tabla 7. Consumos, factores de emisión y emisiones de la electricidad importada a Fuentespalda.

Fuente de emisión	Dato de consumo (kWh)	Factor de Emisión	Emisiones (t CO ₂ eq)
		kgCO ₂ /kWh	
Báscula Municipal	46,730	0,144	0,007
Edificio multiusos CUBIC	2443,000	0,144	0,352
Ayuntamiento	1580,130	0,144	0,228
Escuela Pública	3111,820	0,144	0,448
Frontón	637,960	0,144	0,092
Instalación bombeo de aguas	59.027,610	0,144	8,500

⁵ MITECO. Factores de emisión. Registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono

Fuente de emisión	Dato de consumo (kWh)	Factor de Emisión	Emisiones (t CO ₂ eq)
		kgCO ₂ /kWh	
Alumbrado público	31.626,000	0,144	4,554
Iluminación Cueva	185,580	0,144	0,028
Consultorio médico y Hogar de Jubilado	1911,940	0,144	0,275
Vivienda	1000,230	0,144	0,144
La Torreta	398,640	0,144	0,057
Total kWh consumidos	101.969,640	Total de emisiones	14,684

Como resultado, las emisiones totales del consumo de electricidad importada de Fuentespalda en el 2021 fue de **101.969,640 kWh**, lo que supone unas de GEI de **14,684 t CO₂ eq**. La Figura 3 muestra la distribución de las emisiones de GEI provenientes del consumo de electricidad importada y por tanto de emisiones de GEI.

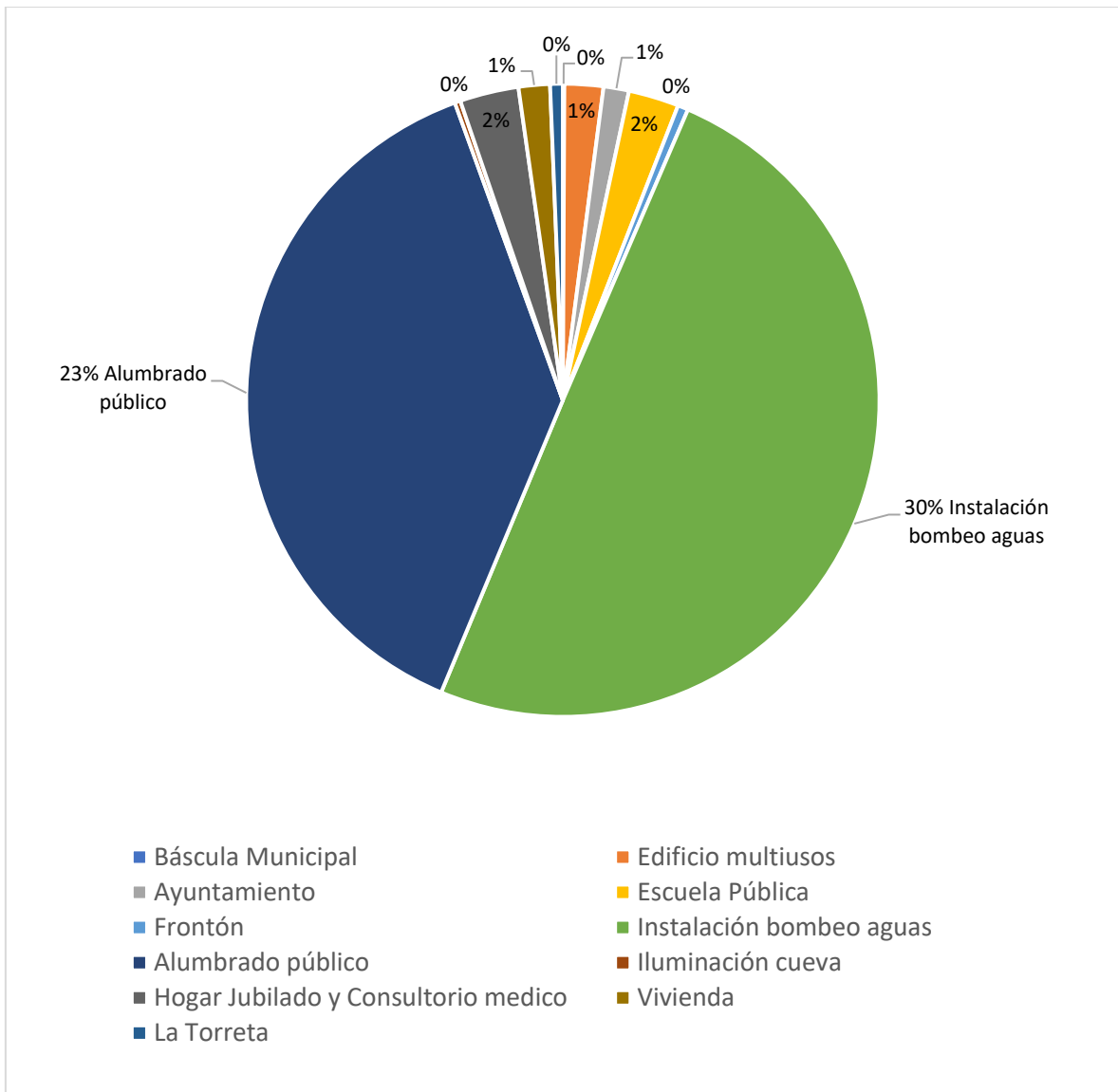


Figura 3: Distribución de las emisiones de GEI provenientes del consumo de electricidad importada

De entre todos los puntos de consumo de electricidad importada y, por lo tanto, los principales focos de emisión indirectos son los siguientes:

- Instalación bombeo de aguas: 30 % del consumo total proveniente de la actividad de distribución de agua al municipio.
- Alumbrado público: 23 % del consumo total proveniente del transformador de potencia para el alumbrado público.

5.1.3 Huella de Carbono total de Fuentespalda

La Tabla 8 muestra los principales resultados del estudio, junto con las incertidumbres del cálculo. La huella de carbono de categorías 1 y 2 de Fuentespalda en 2021 asciende a **30,772** toneladas de CO₂ equivalentes.

Tabla 8. Total de emisiones de GEI en CO₂eq en 2021, producidas por las fuentes directas e indirectas de Fuentespalda, junto con su incertidumbre

Categoría	Subcategoría	Emisiones	Fuente de Emisión	t CO ₂ eq/año				
				CO ₂ eq NO biogénicas	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Incertidumbre (%)
1	1.1	Directas	combustión estacionaria de equipos fijos	13,581	11,733	1,630	0,218	1,520%
	1.2	Directas	Combustión móvil en vehículos del ayuntamiento	2,507	2,486	0,000	0,021	0,439%
2	2.1	Indirectas	Electricidad importada	14,684	14,680			1,350%
Total				30,772	28,903	1,630	0,239	3,309%
Toneladas CO ₂ eq totales/año				30,772				
Toneladas CO ₂ eq totales/habitante				0,105				

La Figura 4 muestra que las emisiones de categoría 1 ascienden a **16,088 t CO₂ eq**, mientras que las emisiones de categoría 2 ascienden a **14,684 t CO₂ eq**.

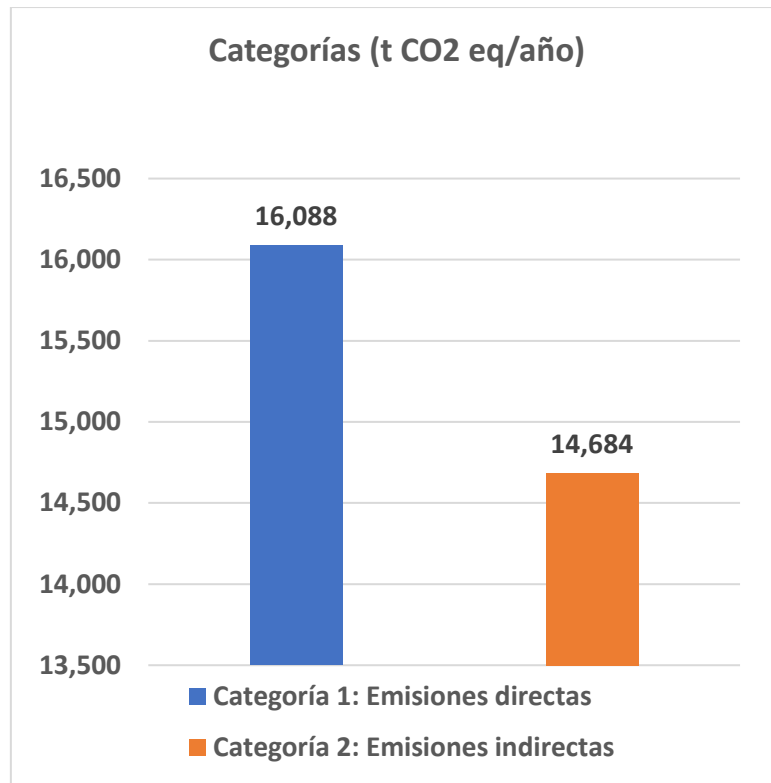


Figura 4: Emisiones totales provenientes de categorías 1 y 2 de Fuentespalda.

Desglosando los impactos de la categoría 1 y 2, la Figura 5 presenta la cuantificación de las emisiones de CO₂ eq/año en toneladas por subcategoría de emisiones. Se observa que la

mayoría de los impactos de categoría 1 vienen de la combustión estacionaria de equipos fijos, en forma de calderas.

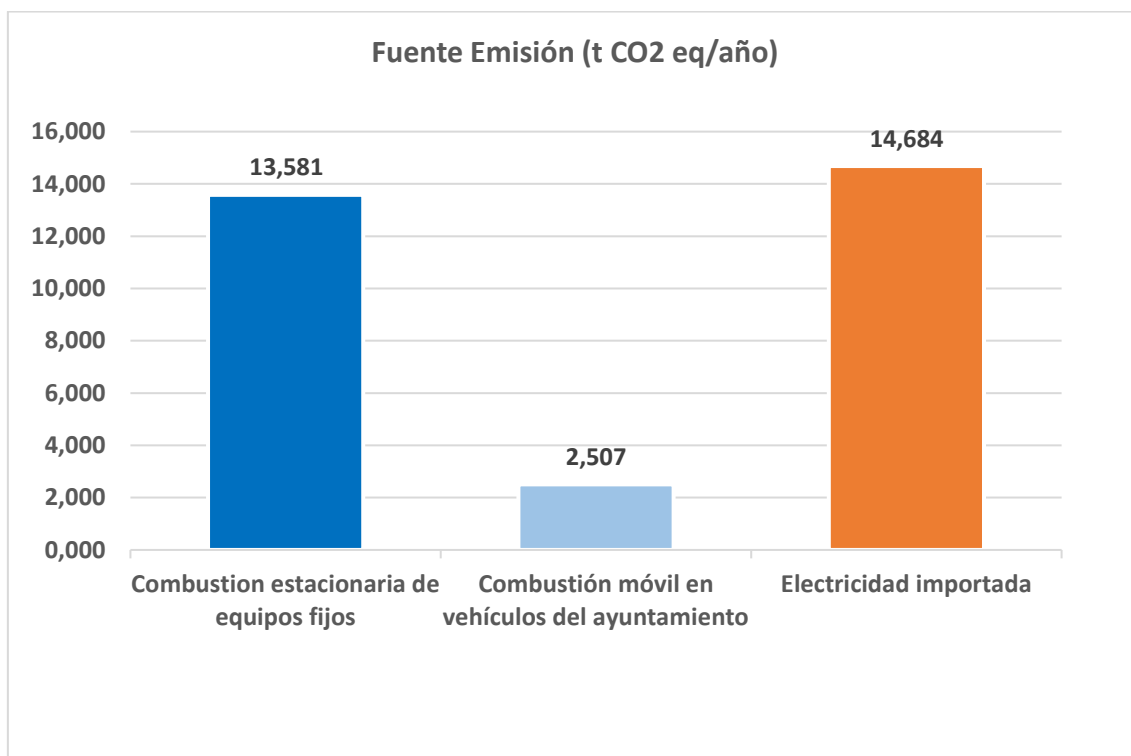


Figura 5. Cuantificación de las emisiones de CO₂eq/año en toneladas por subcategoría de emisión.

En total, la Figura 6 muestra que un 52% de las emisiones totales de Fuentespalda se han producido por la categoría 1, es decir de la combustión de calderas y vehículos. La mayoría de estas emisiones provienen de las calderas de las instalaciones. El resto de las emisiones de Fuentespalda, un 47%, vienen de la electricidad importada, en específico de la instalación de bombeo de agua y el alumbrado público.

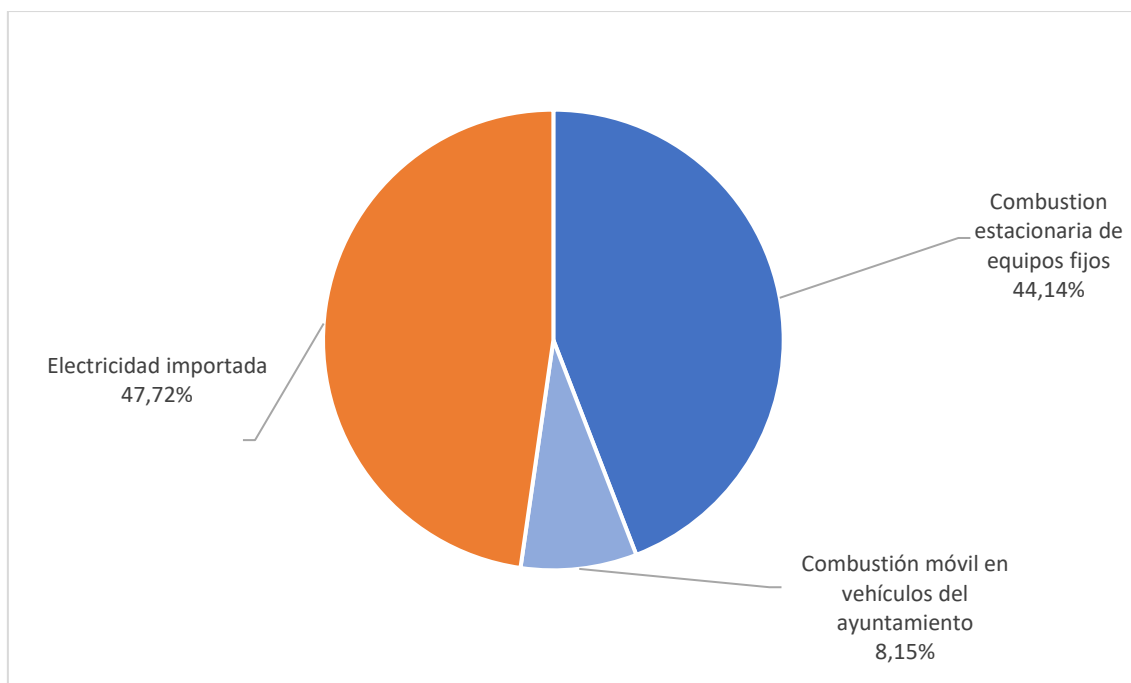


Figura 6. Emisiones provenientes de la categoría 1, dividida en la combustión estacionaria y móvil, así como la electricidad importada de categoría 2

Huella de carbono por habitante

La Tabla 9 muestra las emisiones de GEI de Fuentespalda divididas en directas e indirectas, así como las emisiones por habitante, que ascienden a 0,105 toneladas de CO₂eq/habitante. Este valor será importante en el futuro ya que se podrá desacoplar las emisiones de Fuentespalda del número de habitantes, en el caso de que la población varíe en número y se generen las emisiones proporcionales a esa variación.

Tabla 9. Emisiones de GEI de Fuentespalda divididas en directas e indirectas, así como en habitantes en el año 2021

Categoría	t CO ₂ eq/año
Categoría 1: Emisiones directas	16,09
Categoría 2: Emisiones indirectas	14,68
Toneladas CO₂eq totales/año	30,77
Toneladas CO₂eq totales/habitante en 2021	0,105

Teniendo en cuenta que el promedio nacional de las emisiones por habitante se aproxima a las 0,06 t CO₂ eq, tal y como se refleja en el estudio de la Red Española de Ciudades por el Clima⁶, se puede establecer una comparativa entre Fuentespalda y la media de otros Ayuntamientos. Las medidas de mejora que pueden ayudar a bajar la huella por habitante consisten en mejoras de eficiencia del alumbrado, climatización y vehículos que suelen ser focos de emisión significativas en un municipio. Esto coincide con las fuentes de emisión de mayor importancia de Fuentespalda, que al aplicar medidas de mejora tales como las presentadas en el apartado 6, puede llegar a reducir su huella por habitante sustancialmente.

⁶ Red de Ciudades por el Clima. Huellas de Carbono Municipales y Proyectos de Absorción 2021. Proyectos de Huella.

6. Medidas de mejora

La Tabla 10 presenta el resumen de las medidas de mejora para reducir la Huella de Carbono de Fuentespalda, por tipo de mejora, reducción estimada y periodo de implementación, así como su inversión estimada. El Anexo I muestra el tipo de mejora junto con la fuente de emisión que trata, así como la temporalidad, su reducción aproximada y el nivel de inversión aproximado.

Tabla 10. Resumen de las medidas de mejora para reducir la Huella de Carbono de Fuentespalda, dividida por tipo de mejora, reducción estimada y periodo de implementación, así como su inversión estimada.

	Medidas nuevas	Periodo Implementación (corto-medio-largo)	Reducción anual de emisiones (% CO ₂ eq)	Inversión
M1	Cambiar caldera del ayuntamiento/camping a biomasa ⁷	medio	47	Alta
M2	Ampliación de las instalaciones fotovoltaicas ⁷	medio	17	Alta
M3	Formar parte de una comunidad energética	medio	17	Media
M4	Cambio de la comercializadora eléctrica	corto	100	Baja
M5	Aislamiento térmico de edificios ⁷	largo	14	Alta
M6	Auditoria energética en los focos de emisión mayores	medio	Precursor de mejoras	Baja
M7	Sistema de monitorización y control del consumo energético	corto-medio	12.5	Media

⁷ Relacionadas con medidas contempladas en el PACES

	Medidas nuevas	Periodo Implementación (corto-medio-largo)	Reducción anual de emisiones (% CO ₂ eq)	Inversión
M8	Sustitución de alumbrado por farolas solares ⁷	medio	100 ⁸	Media- Alta
M9	Formación en uso eficiente de la energía	corto	7,5	Baja
M10	Buenas prácticas uso caldera	corto	7,5	Baja
M11	Conducción eficiente	corto	15	Baja
M12	Registrar la huella y elaborar un plan de reducción. Ampliar alcance del estudio.	corto	Precursor de mejoras	Baja

Las principales medidas consisten en la sustitución de las calderas de gasoil por biomasa, la ampliación de la potencia de las instalaciones fotovoltaicas o formar parte de comunidades energéticas. Otras medidas a corto plazo consisten en implantación de sistemas de medida y control de consumo, así como el cambio a una comercializadora de factor de emisión más bajo⁹

7. Conclusiones

El presente informe expone el resultado de cálculo de la Huella de Carbono del Fuentespalda. Sirve como herramienta útil y eficaz para medir las emisiones de GEI de los servicios estudiados del municipio, y con ello proponer acciones que permitan reducir las emisiones y plantear una estrategia de mejora.

El resultado final obtenido de la Huella de Carbono en 2021 para las categorías 1 y 2 asciende a 30,77 t CO₂ eq totales. Por habitante, asciende a 0,105 t CO₂ eq, siendo la media nacional en 2021 aproximadamente 0,600 t CO₂ eq. El 52% de las emisiones de Fuentespalda corresponden a emisiones directas (categoría 1) resultado del uso de combustibles fósiles tanto en la flota de

⁸ Bajo condiciones ideales

⁹ En 2021, KVERDES tenía un Factor de Emisión de 0,144, mientras que Axpo (la comercializadora en 2022, tiene un factor de 0,168). En los resultados del etiquetado de electricidad de las empresas comercializadoras del CNMC (2022), se pueden identificar las comercializadoras cuyos Factores de Emisión son 0.

vehículos como en edificios e instalaciones. De este 52%, un total de 13,581 toneladas de corresponden al consumo de combustibles fósiles de las calderas destinadas a la climatización de los edificios. El mayor impacto de los combustibles usados para las calderas de las instalaciones fijas proviene del gasoil usado para la climatización del edificio del ayuntamiento y el camping.

Por otro lado, el consumo eléctrico (categoría 2) representa el 48% de las emisiones totales, lo que supone unas de GEI de 14,684 toneladas de CO₂ eq. El principal consumo se genera en la instalación de bombeo de agua con un 30% del consumo total y el alumbrado público, representando un 23% del consumo total.

Dado que es el 2021 es el año base, no se puede incluir una evolución respecto a las Huellas de Carbono de otros años, pero en los siguientes años se podrá establecer una mejora y desarrollar el plan de reducción.

De esta forma, la Huella de Carbono puede ser utilizada como un indicador de mejora continua en Fuentespalda, analizando su evolución a lo largo del tiempo con una clara estrategia tendente a la reducción de GEI al ir aplicando una serie de medidas que reduzcan las emisiones en aquellos puntos donde sean más significativos. Las principales medidas consisten en la sustitución de las calderas de gasoil por biomasa, la ampliación de la potencia de las instalaciones fotovoltaicas, y medidas de control de consumo y eficiencia energética, entre ellas el cambio a una comercializadora de electricidad con Factor de Emisión más bajo. A corto plazo y de baja inversión, se contemplan medidas de buenas prácticas en el uso de las calderas, así como el registro y elaboración de un plan de reducción detallado.

Bibliografía

AENOR, 2006. Norma UNE-ISO 14064-1:2019: Gases de efecto invernadero. Parte 1: Especificaciones con orientación, a nivel de las organizaciones, para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero. AENOR Ediciones. España.

CNMC, 2022. Anexo I resultados del etiquetado de electricidad de las empresas comercializadoras relativos a la energía producida en el año 2021.

IPCC. 2001. Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

MITECO (2020). Factores de Emisión. Registro de Huella de carbono, Compensación y Proyectos de Absorción de Dióxido de Carbono. Oficina Española de Cambio Climático.

MITECO. Guía para el cálculo de la huella de carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización.

MITECO. Huella de carbono de una organización: conceptos básicos

Red de Ciudades por el Clima. Huellas de Carbono Municipales y Proyectos de Absorción 2021. Proyectos de Huella.

Anexo 1: Medidas de mejora

El presente anexo contempla un desarrollo aproximado de las medidas de mejora sugeridas para reducir la huella de carbono de Fuentespalda en el año 2021. La reducción anual en porcentaje de kg CO₂ eq ha estimado en cada caso de forma particular. En el caso de la sustitución de la caldera de biomasa, se ha calculado el consumo de los edificios con calderas de gasoil sustituyendo la cantidad consumida por su equivalente en biomasa. El poder calorífico del gasoil y de la biomasa se ha extraído de fuentes oficiales, así como los valores de rendimiento de las calderas. En el caso de la ampliación de la instalación fotovoltaica, se ha estimado la superficie practicable de cada edificio del municipio incluido en los límites del estudio. Después, se ha calculado el posible aumento asumiendo las potencias instaladas y producciones de fuentes fiables. Otras estimaciones se han hecho en base de otros estudios de mejora, tales como Planes de Acción por el Clima y la Energía Sostenible y huellas de carbono de municipios.

	Medidas nuevas	Descripción	Área de actuación	Período Implementación (corto-medio-largo)	Fuente Emisión	Categoría	Subcategoría	Reduccion en consumo energético (%)	Reduccion anual de emisiones (% CO ₂ eq)	Inversión (baja-media-alta)
M1	Cambiar caldera del ayuntamiento/camping a biomasa	Energía de biomasa o gas natural para las calderas de gasoil. Posible red de calor de biomasa	Reducción consumo combustible	medio	Edificios municipales	1	1.1	20		Alta
M2	Instalacion fotovoltaica para alumbrado publico y para instalación bombeo de agua	Energía solar fotovoltaica en las CUPS de mayor consumo	Reducción consumo eléctrico	medio	Electricidad	2	2.1		17	Alta
M3	Formar parte de una comunidad energética	Formar parte de una comunidad energética	Reducción consumo eléctrico	medio	Electricidad	2	2.1		17	Media

M4	Cambio comercializadora eléctrica	Cambio de comercializadora eléctrica (Xpo es la actual)	Reducción consumo eléctrico	corto	Electricidad	2	2.1		100	Baja
M5	Aislamiento térmico de edificios	Rehabilitación progresiva de la envolvente térmica de los edificios que más consumen: para ayuntamiento, hogar y consultorio médico	Eficiencia energética	largo	Edificios municipales	1	1.1	17		Alta
M6	Auditoria energética en los focos de emisión mayores	Desarrollo de Auditorias Energéticas específicas en edificios significativos	Eficiencia energética	medio	Edificios municipales	2	2.1	precursor de otras medidas		Baja
M7	Sistema de monitorización y control del consumo energético	Implantación de un sistema de monitorización, gestión y control del consumo energético de las instalaciones municipales y el alumbrado público. Incluye revisión de la potencia contratada, control de la factura eléctrica y Nombramiento Gestor Energético Municipal	Eficiencia energética	corto-medio	Edificios municipales	2	2.1	12,5	-	Media
M8	Sustitución de alumbrado por farolas solares	Sistemas de iluminación energéticamente eficientes (sustitución de luminarias y mejora de la eficiencia energética del alumbrado público: considerar implantar farolas solares)	Eficiencia energética	medio	Alumbrado público	2	2.1	100%		Media-Alta

M9	Formación en uso eficiente de la energía	Formación a los empleados municipales en el uso inteligente de la energía	Buenas prácticas	corto	Electricidad	2	2.1	7,5		Baja
M10	Buenas prácticas uso caldera	Buenas prácticas de uso de calderas gasoil: mejorar rendimiento de caldera	Buenas prácticas	corto	Edificios municipales	1	1.1	7,5		Baja
M11	Conducción eficiente	Conducción eficiente	Buenas prácticas	corto	Vehículos	1	1.2		15	Baja
M12	Registrar la huella y elaborar un plan de reducción. Considerar ampliar alcance	Registro de la huella de carbono y elaboración del plan de reducción	Otros	corto	Todas	2	2.1	precursor de otras medidas		Baja