



Universitat
de les Illes Balears

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

CÁLCULO Y ANÁLISIS DE HUELLA DE CARBONO EN EL SECTOR HOTELERO BALEAR

ANTONIO GONZÁLEZ SOLÍS

**Máster Universitario en Ingeniería Industrial
Centro de Estudios de Posgrado
Año académico 2020-21**

Palma, 20 de septiembre de 2021

CÁLCULO Y ANÁLISIS DE HUELLA DE CARBONO EN EL SECTOR HOTELERO BALEAR

Antonio González Solís

**Trabajo de Fin de Máster
Centro de Estudios de Postgrado
Universidad de las Illes Balears**

Año académico 2020-21

Palabras clave del trabajo:

Cambio climático, transición energética, huella de carbono, sector hotelero balear, indicadores de emisiones de gases de efecto invernadero, generación eléctrica en las Illes Balears, Ley 10/2019 de Cambio Climático y Transición Energética.

Tutor: Dr. Ramon Pujol Nadal

ÍNDICE GENERAL

Índice general	i
Índice de figuras	iii
Índice de cuadros	vii
Acrónimos	ix
Resumen	xiii
1 Introducción	1
1.1 El cambio climático	1
1.1.1 El cambio climático y sus causas principales	1
1.1.2 Consecuencias del cambio climático	4
1.1.3 Necesidad de transición energética	9
1.2 El cambio climático en las Illes Balears, y su contexto	11
1.2.1 Análisis de los riesgos del cambio climático en las Illes Balears .	11
1.2.2 Generación y consumo eléctrico en las Islas Baleares	14
1.2.3 El impacto del turismo en las Illes Balears	19
1.3 Motivación y Objetivos	25
2 Marco Legislativo	27
2.1 Cronología internacional sobre el clima	27
2.2 Marco legislativo español	31
2.2.1 España: Ley 7/2021 de Cambio Climático y Transición Energética	31
2.2.2 Registro Estatal de Huella de Carbono	33
2.3 Marco legislativo en el ámbito Balear	37
2.3.1 Illes Balears: Ley 10/2019 de Cambio Climático y Transición Energética.	37
2.3.2 Registro Balear de Huella de Carbono y su Proyecto de Decreto Regulador	42
3 Análisis de los establecimientos hoteleros estudiados	47
3.1 Características de los establecimientos estudiados	47
3.2 Descripción de los establecimientos analizados	49
3.3 Análisis de la ocupación	54
3.4 Análisis de los establecimientos situados en las Illes Balears en 2019 . .	56

3.5	Comparativa entre las distribuciones analizadas y el total de las Illes Balears en 2019	59
3.6	Análisis del consumo energético de los establecimientos estudiados . . .	62
4	Análisis de la huella de carbono en 2019 de los establecimientos estudiados	69
4.1	Metodología	69
4.1.1	Cálculo de emisiones de GEI	69
4.1.2	Cálculo de ratios	72
4.1.3	Agrupaciones de la muestra	74
4.2	Análisis de los resultados obtenidos	76
4.2.1	Análisis a partir del Procedimiento A	76
4.2.2	Análisis a partir del Procedimiento B	79
4.2.3	Análisis a partir del Procedimiento C	82
4.3	Comparativa entre los diferentes escenarios planteados	88
4.4	Conclusiones	90
5	Impacto de la Ley 10/2019 en el sector hotelero balear	93
5.1	Análisis de la huella de carbono en 2020	93
5.1.1	Metodología	94
5.1.2	Análisis de los resultados obtenidos	98
5.1.3	Comparativa entre la huella de carbono de 2019 y la de 2020 . . .	104
5.1.4	Conclusiones del análisis de la huella de carbono en 2020	106
5.2	Análisis de la huella de carbono en 2030	108
5.2.1	Metodología	108
5.2.2	Análisis y comparativa de los resultados obtenidos	112
5.2.3	Conclusiones del análisis de la huella de carbono en 2030	113
6	Conclusiones Finales	115
A	Base de datos de los establecimientos estudiados	117
	Bibliografía	137

ÍNDICE DE FIGURAS

1.1	Gráfico del porcentaje acumulado de especies de vertebrados (mamíferos, pájaros, anfibios, peces o reptiles) extinguidos desde 1500. Estimación muy conservadora.	5
1.2	Evolución del número de siniestros y superficies afectadas por incendios, 1961-2010.	6
1.3	Evolución de la superficie mínima anual de hielo marítimo del Ártico, basado en observaciones satélites	6
1.4	Aumento del nivel de mar global promedio, medido por satélite, 1993-2017	7
1.5	Porcentaje de superficie susceptible de desertificación en el territorio español durante el periodo abarcado entre el año 2000 y 2010.	7
1.6	Aumento de la temperatura media global en tierra y mar desde 1880 hasta 2014, tomando como base la media obtenida en el periodo 1951-1980 . . .	8
1.7	Evolución de fenómenos meteorológicos extremos en el mundo desde 1900 hasta 2014	9
1.8	Distribución del uso de la superficie en las Illes Balears	13
1.9	Consumo final eléctrico en las Illes Balears desde 2009 hasta 2019	15
1.10	Demanda en barras de central en las Illes Balears en el año 2019	15
1.11	Distribución de la generación eléctrica en las Illes Balears durante el año 2019	18
1.12	Enlaces del sistema eléctrico balear entre las diferentes islas y con la Península	19
1.13	Evolución de la distribución de la generación eléctrica renovable y no renovable en el sistema eléctrico balear, 2010-2019	19
1.14	Evolución de los factores de emisión de dióxido de carbono (CO_2) asociados al consumo final de energía eléctrica en las Illes Balears, 2005-2019	20
1.15	Número de turistas procedentes del extranjero según comunidad autónoma de destino principal, 2019	20
1.16	Número de turistas con destino principal las Islas Baleares por país de residencia, 2019	21
1.17	Evolución mensual del número de turistas en las Illes Balears durante 2019	21
1.18	Alojamientos turísticos en las Illes Balears en 2019.	22
1.19	Gasto de los turistas con destino principal las Islas Baleares por país de residencia, 2019	23
1.20	Distribución del consumo energético final realizado en las Illes Balears, 2019	23
2.1	Repoblaciones forestales con cambio de uso del suelo	35
2.2	Actuaciones en zonas forestales incendiadas para el restablecimiento de la masa forestal existente	35

3.1	Distribución de los establecimientos hoteleros según el régimen de alojamiento.	51
3.2	Distribución de las unidades de alojamiento según el régimen de alojamiento.	52
3.3	Distribución de los establecimientos analizados en función de su superficie	52
3.4	Distribución de los establecimientos analizados en función del número de Unidad de Alojamiento (UA)s	53
3.5	Distribución de los establecimientos analizados en función de los meses de apertura	54
3.6	Distribución de las pernoctaciones de los establecimientos analizados durante 2019 según el régimen de alojamiento.	55
3.7	Comparación de los establecimientos analizados respecto al total de establecimientos en las Illes Balears en 2019 según la categoría	59
3.8	Comparación de las unidades de alojamiento de los establecimientos analizados respecto al total de los establecimientos en las Illes Balears en 2019 según la categoría	60
3.9	Comparación de las pernoctaciones de los establecimientos analizados respecto al total de los establecimientos en las Illes Balears en 2019 según la categoría	60
3.10	Comparación de los establecimientos analizados respecto al total de establecimientos en las Illes Balears en 2019 según la tipología	61
3.11	Comparación de las unidades de alojamiento de los establecimientos analizados respecto al total de establecimientos en las Illes Balears en 2019 según la tipología	61
3.12	Distribución del consumo de energía final de los establecimientos analizados en 2019	62
3.13	Análisis del consumo energético de los establecimientos estudiados según su categoría	63
3.14	Análisis del consumo energético de los establecimientos estudiados según su tipología	64
3.15	Análisis del consumo energético de los establecimientos estudiados según su régimen de alojamiento	65
3.16	Análisis del consumo energético de los establecimientos estudiados según el número de UAs que disponga	66
3.17	Análisis del consumo energético de los establecimientos estudiados según la superficie de estos	67
4.1	Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2019 de los establecimientos estudiados según la categoría a partir del Procedimiento A	76
4.2	Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2019 de los establecimientos estudiados según la tipología a partir del Procedimiento A	77
4.3	Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2019 de los establecimientos estudiados según el régimen de alojamiento a partir del Procedimiento A	78
4.4	Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2019 de los establecimientos estudiados según el número de UAs a partir del Procedimiento A	79

4.5	Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2019 de los establecimientos estudiados según la superficie construida a partir del Procedimiento A	80
4.6	Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2019 de los establecimientos estudiados según la categoría a partir del Procedimiento B	81
4.7	Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2019 de los establecimientos estudiados según la tipología a partir del Procedimiento B	82
4.8	Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2019 de los establecimientos estudiados según el régimen de alojamiento a partir del Procedimiento B	83
4.9	Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2019 de los establecimientos estudiados según el número de UAs a partir del Procedimiento B	84
4.10	Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2019 de los establecimientos estudiados según la superficie construida a partir del Procedimiento B	85
4.11	Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2019 de los establecimientos estudiados según la categoría a partir del Procedimiento C	85
4.12	Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2019 de los establecimientos estudiados según la tipología a partir del Procedimiento C	86
4.13	Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2019 de los establecimientos estudiados según el régimen de alojamiento a partir del Procedimiento C	86
4.14	Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2019 de los establecimientos estudiados según el número de UAs a partir del Procedimiento C	87
4.15	Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2019 de los establecimientos estudiados según la superficie construida a partir del Procedimiento C	87
4.16	Comparativa del ratio kgCO_2/pax obtenido del análisis de la huella de carbono en 2019 de los establecimientos estudiados en cada uno de los casos	88
4.17	Comparativa del ratio $\text{kgCO}_2/\text{MWh}_{\text{Final}}$ obtenido del análisis de la huella de carbono en 2019 de los establecimientos estudiados en cada uno de los casos	89
5.1	Comparativa entre la evolución del factor de emisión oficial correspondiente al consumo final de energía eléctrica en las Illes Balears y el obtenido a partir de datos de Red Eléctrica Española (REE), 2008-2019	95
5.2	Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2020 de los establecimientos estudiados según la categoría a partir del Procedimiento A	99
5.3	Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2020 de los establecimientos estudiados según la tipología a partir del Procedimiento A	99
5.4	Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2020 de los establecimientos estudiados según el número de UAs a partir del Procedimiento A	100

5.5	Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2020 de los establecimientos estudiados según la superficie construida a partir del Procedimiento A	100
5.6	Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2020 de los establecimientos estudiados según la categoría a partir del Procedimiento B	101
5.7	Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2020 de los establecimientos estudiados según la tipología a partir del Procedimiento B	101
5.8	Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2020 de los establecimientos estudiados según el número de <i>UAs</i> a partir del Procedimiento B	102
5.9	Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2020 de los establecimientos estudiados según la superficie construida a partir del Procedimiento B	102
5.10	Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2020 de los establecimientos estudiados según la categoría a partir del Procedimiento C	103
5.11	Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2020 de los establecimientos estudiados según la tipología a partir del Procedimiento C	104
5.12	Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2020 de los establecimientos estudiados según el número de <i>UAs</i> a partir del Procedimiento C	104
5.13	Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2020 de los establecimientos estudiados según la superficie construida a partir del Procedimiento C	105
5.14	Comparativa del ratio kgCO_2/pax obtenido del análisis de la huella de carbono en 2020 de los establecimientos estudiados en cada uno de los casos	105
5.15	Comparativa del ratio $\text{kgCO}_2/\text{MWh}_{\text{Final}}$ obtenido del análisis de la huella de carbono en 2020 de los establecimientos estudiados en cada uno de los casos	106
5.16	Comparativa del ratio kgCO_2/pax obtenido del análisis de la huella de carbono en 2030 de los establecimientos estudiados en cada uno de los casos	113
5.17	Comparativa del ratio $\text{kgCO}_2/\text{MWh}_{\text{Final}}$ obtenido del análisis de la huella de carbono en 2030 de los establecimientos estudiados en cada uno de los casos	114

ÍNDICE DE CUADROS

2.1	Objetivos de la Ley 10/2019, de 22 de febrero, de cambio climático y transición energética	40
3.1	Caracterización de los establecimientos hoteleros analizados	48
3.2	Distribución de los establecimientos analizados en las diferentes islas del archipiélago según la categoría	50
3.3	Distribución de las unidades de alojamiento analizadas en las diferentes islas del archipiélago según la categoría	50
3.4	Distribución de los establecimientos analizados en las diferentes islas del archipiélago según la tipología	50
3.5	Distribución de las unidades de alojamiento analizadas en las diferentes islas del archipiélago según la tipología	51
3.6	Distribución de las pernoctaciones de los establecimientos analizados durante 2019 según la categoría	54
3.7	Distribución de las pernoctaciones de los establecimientos analizados durante 2019 según la tipología	55
3.8	Distribución de los establecimientos situados en las Illes Balears en 2019 según la categoría	56
3.9	Distribución de las unidades de alojamiento situadas en las Illes Balears en 2019 según la categoría	56
3.10	Distribución de las pernoctaciones de los establecimientos situados en las Illes Balears en 2019 según la categoría	57
3.11	Distribución de los establecimientos situados en las Illes Balears en 2019 según la tipología	57
3.12	Distribución de las unidades de alojamiento situadas en las Illes Balears en 2019 según la tipología	58
4.1	Factores de emisión del mix eléctrico en 2019 de las comercializadora correspondiente a los suministros analizados	71
5.1	Estructura de la demanda energética en barras de central en el año 2019, en el año 2020 y en el escenario hipotético de un 2020 con un consumo final habitual	96
5.2	Factores de emisión del mix eléctrico en 2020 de las comercializadora correspondiente a los suministros analizados	97
A.1	Base de datos de los establecimientos analizados (1-5)	118

A.2	Base de datos de los establecimientos analizados (6-10)	119
A.3	Base de datos de los establecimientos analizados (11-15)	120
A.4	Base de datos de los establecimientos analizados (16-20)	121
A.5	Base de datos de los establecimientos analizados (21-25)	122
A.6	Base de datos de los establecimientos analizados (26-30)	123
A.7	Base de datos de los establecimientos analizados (31-35)	124
A.8	Base de datos de los establecimientos analizados (36-40)	125
A.9	Base de datos de los establecimientos analizados (41-45)	126
A.10	Base de datos de los establecimientos analizados (46-50)	127
A.11	Base de datos de los establecimientos analizados (51-55)	128
A.12	Base de datos de los establecimientos analizados (56-60)	129
A.13	Base de datos de los establecimientos analizados (61-65)	130
A.14	Base de datos de los establecimientos analizados (66-70)	131
A.15	Base de datos de los establecimientos analizados (71-75)	132
A.16	Base de datos de los establecimientos analizados (76-80)	133
A.17	Base de datos de los establecimientos analizados (81-85)	134
A.18	Base de datos de los establecimientos analizados (86-90)	135

ACRÓNIMOS

ACS Agua Caliente Sanitaria

CIN Comité Intergubernamental de Negociación

CMC Conferencia Mundial sobre el Clima

CNMC Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia

CMNUCC Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

CNULD Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación

CO monóxido de carbono

CO₂ dióxido de carbono

COP Conferencia de las Partes

D Desayuno

GEI Gases de Efecto Invernadero

GLP Gas Licuado del Petróleo

GdO Garantía de Origen

H Hotel

HA Hotel Apartamento

HFC Hidrofluorocarbonos

IDAE Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía

IPCC Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático

MP Media Pensión

NO_x óxidos de nitrógeno

O₃ ozono troposférico

OMM Organización Meteorológica Mundial

ONG Organización No Gubernamental

PANs Proliferaciones Algas Nocivas

PC Pensión Completa

PCI Poder Calorífico Inferior

PCS Poder Calorífico Superior

PFC Perfluorocarbonos

PIB Producto Interior Bruto

PLCCTE Proyecto de Ley de Cambio Climático y Transición Energética

PNIEC Plan Nacional de Energía y Clima

PNUMA Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

PYME Pequeña y Mediana Empresa

REE Red Eléctrica Española

SA Solo Alojamiento

SO_x óxidos de azufre

TFM Trabajo Final de Máster

TI Todo Incluido

UA Unidad de Alojamiento

UE Unión Europea

UNGA Asamblea General de las Naciones Unidas

UICN Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

UREs Unidades de Reducción de Emisiones

RESUMEN

El cambio climático es un problema global que afecta gravemente al medio ambiente y a la sociedad. Las Illes Balears, debido a su condición de insularidad, son realmente vulnerables a los efectos provocados por el aumento de emisiones de CO_2 y el calentamiento global. Por ese motivo, es crucial llevar a cabo una transición energética eficiente para poder mitigar el cambio climático.

Con el objetivo de tomar las medidas adecuadas para realizar una transición eficaz, es importante conocer en primer lugar el estado actual en el que se encuentran las islas. Este Trabajo Final de Máster (*TFM*) pretende analizar de una forma completa la huella de carbono del sector hotelero balear, el cual es uno de los principales consumidores de energía y, por tanto, uno de los principales emisores de CO_2 . Más concretamente, este *TFM* ha abordado el análisis de la huella de carbono del sector hotelero balear correspondiente al año 2019. Además, con el objetivo de analizar el impacto de la *Ley 10/2019 de Cambio Climático y Transición Energética*, también se ha realizado el análisis para los años 2020 y 2030.

Para realizar estos análisis, en primer lugar, se mencionan las principales medidas internacionales que se han tomado a lo largo de los años para reducir los efectos del cambio climático. Además, se ha analizado el marco legislativo estatal y balear. También, se han detallado las principales características del registro estatal de huella de carbono y del proyecto de decreto regulador del registro balear.

Posteriormente, se ha conseguido la información necesaria para disponer de una amplia base de datos formada por un total de 90 de establecimientos. De cada uno de estos se ha recopilado tanto características generales (nº estrellas, tipología, régimen de alojamiento, etc.), como datos de ocupación y consumos energéticos.

Más adelante, debido a que actualmente no se ha publicado el decreto regulador definitivo del registro balear de huella de carbono, se han planteado diferentes procedimientos e indicadores de emisiones para analizar las emisiones de CO_2 correspondientes al sector hotelero.

Finalmente, se han realizado los análisis de la huella de carbono de los establecimientos estudiados correspondiente al año 2019 y se ha comprobado el impacto de la *Ley 10/2019* en las emisiones de CO_2 correspondiente a los años 2020 y 2030.

Esta memoria reporta los resultados de los análisis indicados, los cuales muestran que se han cumplido con los objetivos propuestos en este proyecto, ya que se ha conseguido conocer la huella de carbono actual del sector hotelero y comprobar los efectos de la *Ley 10/2019* en esta.

INTRODUCCIÓN

Para comenzar este capítulo, se realiza una breve descripción del cambio climático, indicando las causas y consecuencias de este. Posteriormente, se analiza la situación en las Illes Balears, mostrando los riesgos del cambio climático, la generación eléctrica en las islas y el cambio climático y. Por último, se indica la motivación y los objetivos de este *TFM*.

1.1 El cambio climático

Hoy en día, el cambio climático es el problema ambiental más grande con el que nos encontramos como sociedad. Es tal la magnitud, que diariamente aparecen sus consecuencias globales en los diferentes medios de comunicación. No obstante, también es importante conocer qué es el cambio climático y cuáles son sus causas principales, para así poder encontrar soluciones que eviten o atenúen las consecuencias negativas de su impacto en el planeta.

1.1.1 El cambio climático y sus causas principales

Según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (*IPCC*), el cambio climático es la modificación del estado del clima identificable (p. ej., mediante pruebas estadísticas) en las variaciones del valor medio o en la variabilidad de sus propiedades. Cabe destacar que estas modificaciones se mantienen durante extensos períodos de tiempo, generalmente décadas o periodos más largos. Las causas que pueden provocar este cambio climático se pueden clasificar en [1]:

- **Causas naturales.** Se dividen en internas y externas (también conocidas como forzamientos externos).
- **Causas antropogénicas.** Hacen referencia a la actividad de los seres humanos.

Por otro lado, según *el Artículo 1 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)*, el cambio climático hace referencia a un cambio de clima atribuido de forma directa o indirecta a la actividad humana. Este cambio modifica la composición global de la atmósfera y se añade a la variabilidad natural del clima observada durante periodo de tiempo comparables. Es decir, en este caso se diferencia por una parte el cambio climático, el cual es atribuible a actividades humanas y, por otra, la variabilidad del clima ocasionada por efectos naturales [2].

Las causas naturales del cambio climático se pueden clasificar en internas o externas [3]:

Causas Externas

- **Actividad solar.** La radiación solar es el factor determinante de la temperatura media del planeta Tierra. Cabe destacar que, aunque esta radiación se mantiene más o menos constante a lo largo de millones de años, se manifiestan diferentes ciclos en su actividad debido a las variaciones en el campo magnético solar que provocan una modificación en la composición del aire y de las nubes.
- **Movimiento relativo Tierra-Sol.** La trayectoria que dibuja la Tierra alrededor del Sol corresponde a una elipse. No obstante, la excentricidad de esta varía cada 100.000 años aproximadamente, provocando que la distancia entre la Tierra y el Sol cambie anualmente al recorrer su órbita, la cual también varía. Otro aspecto a tener en cuenta es que con una periodicidad de unos 41.000 años, la inclinación del eje de la Tierra varía respecto al plano de trayectoria, provocando una variación en la rotación respecto al Sol. Por otro lado, la orientación de la órbita terrestre varía ocasionando que, aunque la energía emitida por el Sol se mantuviese constante, su efecto y su distribución por la superficie del planeta sea diferente en el tiempo. Este último fenómeno tiene una periodicidad de entre 19.000 y 23.000 años
- **Impacto de meteoritos o cometas.** A diferencia de las causas anteriores, el impacto de meteoritos o cometas es un evento difícil de predecir, aunque su efecto puede llegar a ser muy significativo, sobre todo si las dimensiones de los cuerpos mencionados son considerables. Este fenómeno puede ocasionar una gran liberación de polvo, cenizas y CO_2 que provoque una variación rápida en la atmósfera. Bajo estas condiciones, es posible que la radiación solar no alcance la superficie de la Tierra con la misma intensidad dando lugar a un descenso en la temperatura.

Causas Internas

- **Efecto invernadero.** La radiación solar que llega a la atmósfera es poco absorbida por los diferentes componentes atmosféricos, especialmente cuando hay poca cantidad de nubes. En cambio, la radiación infrarroja que emite la Tierra, debido a la recepción de la radiación solar, es bastante más absorbente por parte de estos componentes, principalmente por parte del vapor de agua (en un 80% del efecto total) y del CO_2 . Este comportamiento de la atmósfera, que recibe el nombre de efecto de invernadero, permite que la temperatura media de la superficie terrestre

sea de unos 15 °C, en lugar de -18 °C. Cabe destacar que cualquier variación de este fenómeno, implicaría una alteración considerable en el clima.

- **Desigual distribución del balance de energía.** Hasta unos 35° de latitud en cada hemisferio, la radiación infrarroja emitida hacia el espacio es menor que la radiación solar absorbida por el sistema. Por otro lado, en el resto del planeta sucede lo contrario, provocando allí un déficit de energía. Este fenómeno provoca que la atmósfera y los océanos, mediante los vientos y las corrientes marinas, tiendan a disminuir la diferencia entre el déficit de las latitudes altas y el aporte de las latitudes bajas. Por ese motivo, un cambio en la distribución del balance de energía alteraría los sistemas mundiales de vientos y corrientes marinas.
- **Cambio de la composición atmosférica.** Las propiedades de absorción y, por tanto, el efecto invernadero varía en función de la composición atmosférica y la concentración de sus componentes. Es decir, una modificación de la composición atmosférica provoca una alteración de la temperatura terrestre debido a la variación del efecto invernadero.
- **Presencia de aerosoles en la atmósfera.** Las partículas materiales que se encuentran en suspensión en la atmósfera proceden principalmente del suelo y de los océanos (siendo estas últimas muy importantes para la formación de nubes). Otro origen de estas partículas son también las erupciones volcánicas. Estas partículas en suspensión reciben el nombre de aerosoles que, a pesar de que atenúen la radiación solar, forman parte del efecto invernadero, ya que absorben la radiación terrestre.
- **Papel de las nubes.** Las nubes pueden aumentar o disminuir el efecto invernadero en función del tipo y de la altura en la que se encuentren. Por ejemplo, las nubes altas permiten pasar la radiación solar, pero absorben las radiaciones terrestres, mientras que las nubes medias no permiten el paso de la radiación solar.

Por otro lado, tal y como se ha comentado, la actividad de los seres humanos tiene cada día un efecto mayor en el cambio climático. La gran cantidad de emisiones de gases a la atmósfera y la eliminación de plantas que absorben CO_2 , han provocado el aumento del efecto invernadero y, por tanto, del calentamiento global.

A continuación, se muestran las principales causas del aumento de las emisiones debido a la actividad humana [4]:

Causas Antropogénicas

- **El uso y consumo combustibles fósiles.** Actividades como la producción de energía, la industria, el transporte, etc. queman una gran cantidad de combustibles fósiles que provocan un aumento de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (*GEI*).
- **La producción y emisión de *HFC* y *PFC*.** La fabricación y consumo de aerosoles, la refrigeración, la limpieza de mecanismos y otras actividades emiten una gran cantidad de *HFC* y *PFC*. Estos absorben los rayos infrarrojos incluso más que el CO_2 , causando un aumento del efecto invernadero.

- **La deforestación y la combustión de biomasa.** La transformación de bosques para el uso residencial, industrial o agrario y la combustión de masa aumentan las emisiones de gases como el CO_2 , metano y óxidos de nitrógeno. Además, la deforestación provoca que haya un menor número de árboles que absorban el CO_2 de la atmósfera.
- **Otras prácticas agrarias.** El aumento del ganado vacuno, la extensión de los campos de arroz y el incremento de utilización de fertilizantes nitrogenados implican un aumento de emisiones de metano y de óxidos de nitrógeno.
- **Otras actividades.** Además de las actividades mencionadas anteriormente, hay otro gran número de actividades que contribuyen al cambio climático. Una de ellas, que es importante destacar por la gran cantidad de emisiones de metano, es el aumento de vertederos.

1.1.2 Consecuencias del cambio climático

Una vez explicado el cambio climático y sus causas principales, este subapartado se centrará en explicar las consecuencias del cambio climático. Estos efectos se dividirán en los que afectan al medio ambiente y las que afectan a la sociedad [5]:

Efectos en el medio ambiente

A continuación, se explicarán brevemente los principales efectos del cambio climático en el medio ambiente:

- **Biodiversidad.** El cambio climático está afectando de forma directa a los ecosistemas, provocando su alteración o incluso desaparición. Además, su impacto en el crecimiento, reproducción y supervivencia de muchos organismos implica una pérdida considerable de biodiversidad y diversidad genética. En la Figura 1.1 se muestra como el porcentaje acumulado de animales vertebrados extinguidos según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (*UICN*) ha aumentado de forma drástica en estos últimos 100 años.
- **Incendios.** El incremento de la temperatura media y la reducción de las precipitaciones crean las condiciones idóneas para los incendios forestales. Además, en estos últimos años se ha detectado que los incendios son más intensos y difíciles de combatir, ya que la composición de la masa forestal y el abandono de la vegetación facilitan la propagación de estos. En la Figura 1.2 se visualiza que aunque la superficie quemada se haya reducido durante los últimos años en España (debido al crecimiento y eficacia de los dispositivos de extinción de incendios) el número de siniestros han aumentado de forma notable desde 1960.
- **Deshielo.** Otro de los principales efectos del cambio climático es la cantidad de hielo que se ha perdido en el mundo en los últimos años. Las consecuencias que podría conllevar la desaparición total del hielo podrían ser irreversibles y modificarían las condiciones meteorológicas en todo el planeta. En la Figura 1.3 se observa como la superficie mínima anual de hielo marítimo en el Ártico, que se

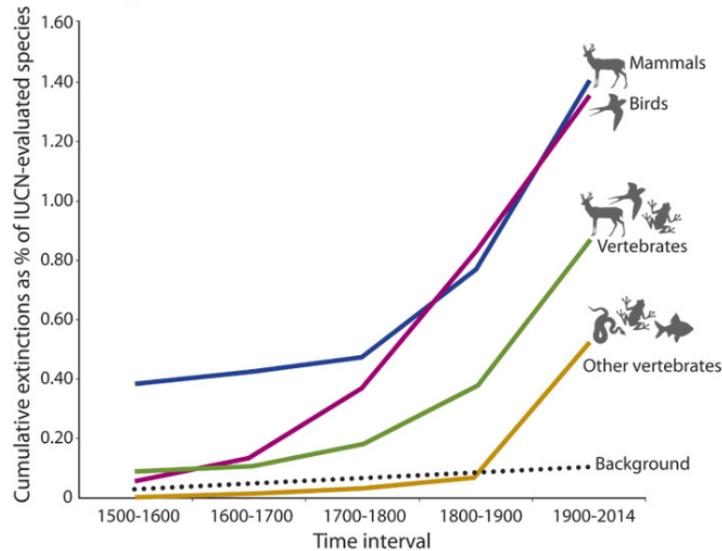


Figura 1.1: Gráfico del porcentaje acumulado de especies de vertebrados (mamíferos, pájaros, anfibios, peces o reptiles) extinguidos desde 1500 según la UICN. Estimación muy conservadora. Imagen tomada de: <https://advances.sciencemag.org/content/1/5/e1400253>.

alcanza cada septiembre, se ha reducido de los 7 millones de metros cuadrados que había en 1979, a los 4,5 millones que nos encontramos en la actualidad.

- **Subida del mar.** Otro efecto, relacionado con el deshielo y el aumento de la temperatura del agua del mar, es la subida del nivel del mar. Esta situación provocará la desaparición de un gran número de playas y la inundación de zonas bajas costeras bajas llegando a afectar núcleos urbanos como Valencia, Barcelona o San Sebastián, entre otros. En la Figura 1.4 se muestra como el nivel medio del mar aumenta cada vez más rápido, ocasionando un crecimiento de 70 milímetros en los últimos 25 años.
- **Desertización y desertificación.** El aumento de la temperatura provocado por el efecto invernadero, es uno de los principales causantes de la desertificación y la desertización. Ambos fenómenos implican una degradación del terreno fértil, llegando a provocar pérdidas irreparables en el suelo. La diferencia entre ambos procesos es que la desertificación es consecuencia directa de los seres humanos, mientras que la desertización es un proceso natural. En la Figura 1.5 se muestra el porcentaje de superficie susceptible a la desertificación a partir del criterio indicado por la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD) en España. La desertificación se encuentra distribuida en tres niveles de menor a mayor susceptibilidad: sub-húmedo seco, semiárido y árido. Basándose en esta información, El 74% de la superficie es susceptible de desertificación.
- **Aumento de temperatura.** Uno de los efectos más preocupantes del cambio climático, y que está relacionado con algunas de las consecuencias ya explica-

1. INTRODUCCIÓN

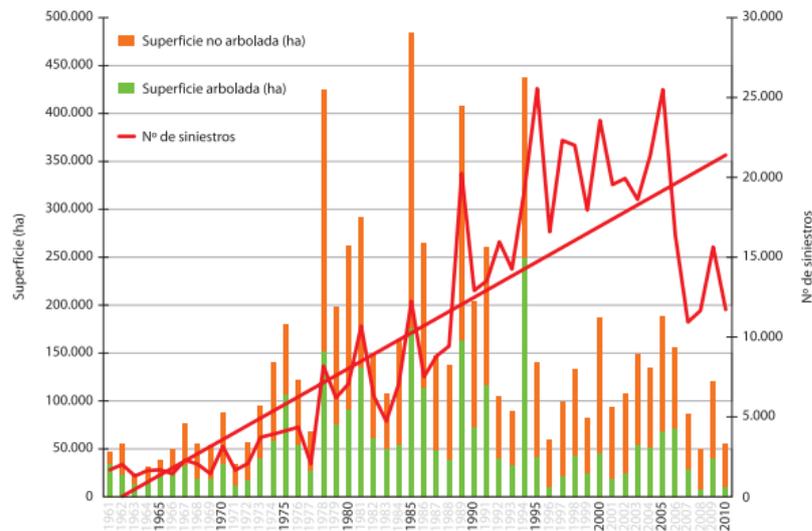


Figura 1.2: Evolución del número de siniestros y superficies afectadas por incendios, 1961-2010. Imagen tomada de: https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/estadisticas/incendiosforestales2001-2010finalmod1_tcm30-132603.pdf.

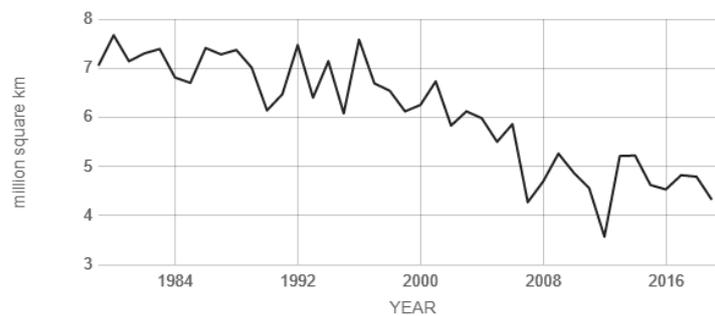


Figura 1.3: Evolución de la superficie mínima anual de hielo marítimo del Ártico, basado en observaciones satélites. Imagen tomada de: <https://climate.nasa.gov/vital-signs/arctic-sea-ice/>.

das, es el aumento de la temperatura. Esta situación está provocando que los inviernos sean cada vez más breves y suaves mientras que los veranos se alargan y son más intensos. En la Figura 1.6 se observa un aumento exponencial de la temperatura media de la tierra y el océano a consecuencia del incremento del efecto invernadero en los últimos años.

- **Fenómenos meteorológicos extremos.** Como ya se ha comentado, el cambio climático está modificando las estaciones del año y las condiciones meteorológicas habituales. Esta situación provoca que fenómenos meteorológicos extremos como sequías, olas de calor, inundaciones y tormentas se produzcan cada vez con una mayor frecuencia e intensidad. En la Figura 1.7 se observa un aumento

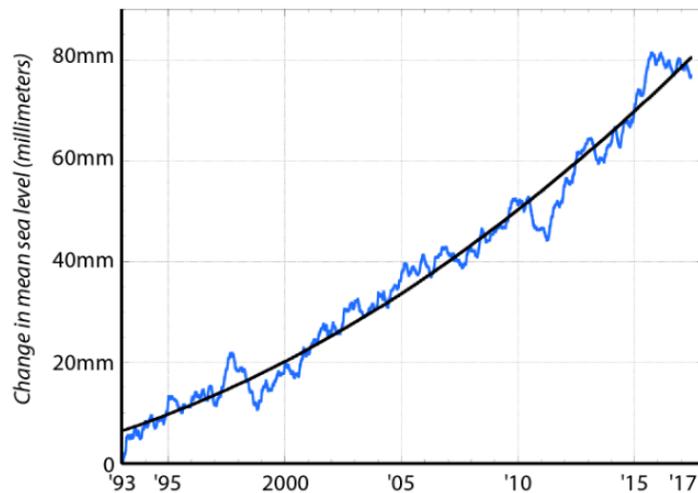


Figura 1.4: Aumento del nivel de mar global promedio, medido por satélite, 1993-2017. Imagen tomada de: <https://insideclimatenews.org/news/11022018/sea-level-rise-accelerating-satellite-study-coastal-flood-risk-antarctica-oceans>.

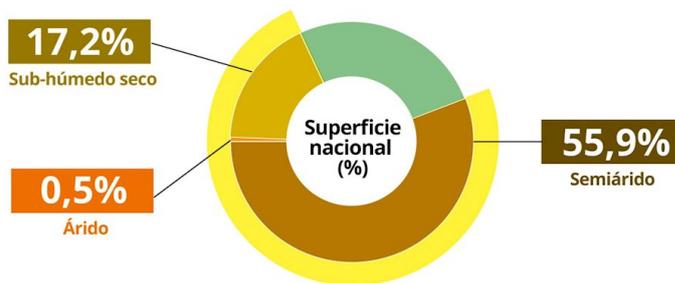


Figura 1.5: Porcentaje de superficie susceptible de desertificación en el territorio español durante el periodo abarcado entre el año 2000 y 2010. Imagen tomada de: <https://www.epdata.es/datos/desertificacion-espana-datos-graficos/393>.

considerable del número de fenómenos meteorológicos extremos en los últimos años.

Efectos en la sociedad

Una vez explicados los principales efectos del cambio climático en el medio ambiente, es importante analizar el impacto de estos en la sociedad:

- **Salud.** La variación de las condiciones meteorológicas, como por ejemplo las olas de calor y de frío, pueden agravar las enfermedades cardiovasculares y respiratorias. Además, las emisiones provocadas por la combustión de fósiles para la generación de energía pueden llegar a ocasionar asma, enfermedades cardiorrespiratorias, cáncer, etc.

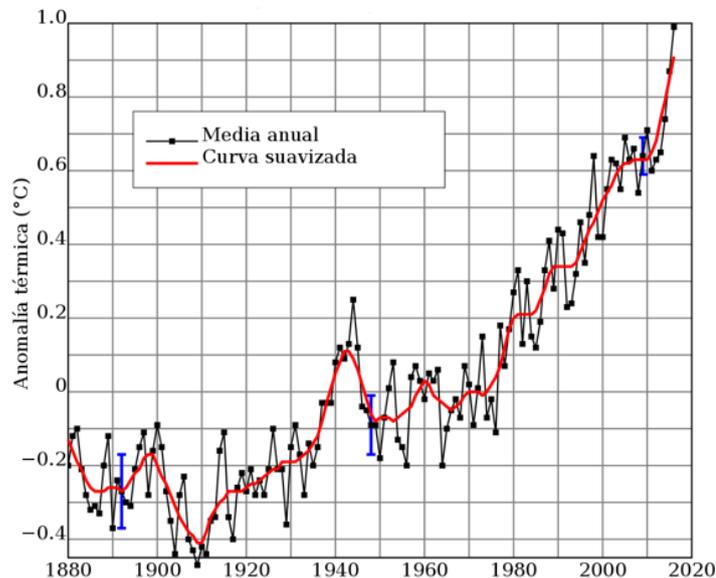


Figura 1.6: Aumento de la temperatura media global en tierra y mar desde 1880 hasta 2014, tomando como base la media obtenida en el periodo 1951-1980. Imagen tomada de: <https://data.giss.nasa.gov/gistemp/>.

- **Energía.** A pesar de que los procesos energéticos son los principales responsables de las emisiones de *GEI*, llegando a suponer un 78% de las emisiones totales de la Unión Europea (*UE*) durante el año 2005 [6], también se ven afectados por el cambio climático. Un ejemplo de impacto es la escasez de agua disponible puede dificultar la generación de energía hidroeléctrica. Otro efecto considerable es el aumento de la temperatura de forma global que puede complicar la refrigeración de centrales térmicas provocando paradas por seguridad.
- **Turismo.** Un sector muy importante en la economía global y que se verá afectado por el impacto del cambio climático es el turismo. Muchas zonas turísticas de costa, donde destaca el turismo de sol y playa, podrían verse afectadas por inundaciones permanentes y daños en las infraestructuras causados por el aumento del nivel del mar. Además, el aumento de las temperaturas provoca una menor producción de nieve lo que afectaría de forma considerable también al turismo invernal (estaciones de esquí y montaña).
- **Agricultura, ganadería y pesca.** Los sectores claramente más afectados por el cambio climático son aquellos que dependen directamente del medio ambiente, como la agricultura, la ganadería y la pesca. El aumento de las temperaturas, la reducción de las precipitaciones y el aumento de fenómenos meteorológicos extremos limitarán la productividad de los sectores previamente mencionados. Además, la propagación de especies invasoras debido a los cambios de las condiciones meteorológicas también afectará a estos sectores.

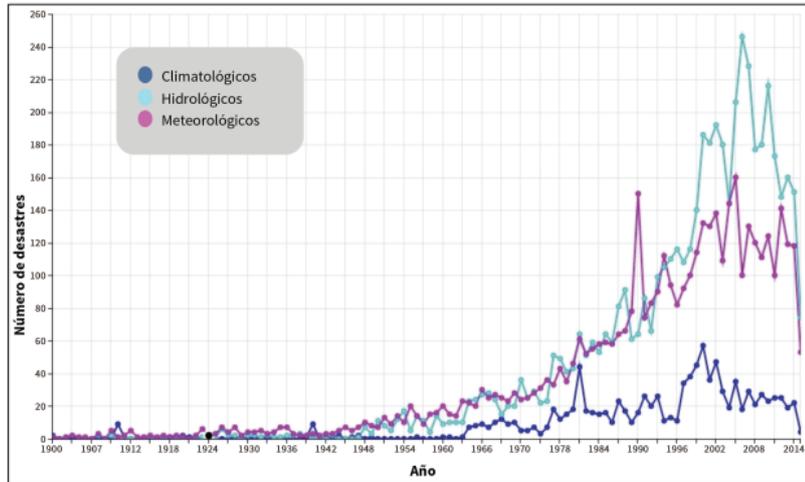


Figura 1.7: Evolución de fenómenos meteorológicos extremos en el mundo desde 1900 hasta 2014. Imagen tomada de: https://www.emdat.be/press?field_citation_type_tid=56.

- **Alimentación.** La falta de agua, el aumento de las temperaturas y la desertificación provocarán un descenso significativo de la producción de alimentos. Además, el aumento de CO_2 en la atmósfera está provocando que algunos cultivos y plantas silvestres sean menos nutritivos que previamente.
- **Calidad del aire.** El aumento de la concentración de determinados contaminantes atmosféricos, como el monóxido de carbono (CO), los óxidos de azufre (SO_x), el ozono troposférico (O_3) y los óxidos de nitrógeno (NO_x), perjudican la calidad del aire y, por tanto, la salud de las personas.

1.1.3 Necesidad de transición energética

Tal y como se ha podido ver en el apartado anterior, las consecuencias del cambio climático son significativamente perjudiciales para el medio ambiente y los seres humanos. Por ese motivo, con el objetivo de disminuir las emisiones de CO_2 y mitigar los efectos del cambio climático, surge la necesidad de la transición energética.

La transición energética es un proceso de cambios consistentes, realizados de forma gradual y con una extensión en el tiempo, en la forma de generación y aprovechamiento de energía. Este proceso también implica cambios en la actividad económica, ya que conlleva el abandono de los combustibles fósiles como fuentes de energía y la incorporación de otras nuevas [7].

Cabe destacar que, además de la necesidad de reducir las emisiones de GEI , la transición energética es vital para satisfacer el aumento de la demanda energética en el planeta durante los próximos años. El incremento de la población y el agotamiento de los combustibles fósiles, implican un cambio de modelo energético para afrontar esta situación.

Los principales pilares de esta transición energética, con los que se conseguirá una menor demanda de energía, la sustitución de los combustibles fósiles y una reducción

de las emisiones de CO_2 , son la eficiencia energética y las energías renovables. Para poder cumplir con los objetivos climáticos, de los cuales se hablarán en el Capítulo 2, es importante la impulsión de ambos pilares en todos los sectores.

La eficiencia energética hace referencia a la utilización de forma eficiente de la energía para conseguir el mismo resultado con un menor consumo de esta. Para ello se deben realizar mejoras técnicas no solo en el producto final, sino también en la generación y el transporte de la energía. También, es importante la concienciación por parte de la sociedad de la utilización sostenible y eficiente de la energía.

Las energías renovables son aquellas que se producen de forma continua y que son inagotables a escala humana. A diferencia de los combustibles fósiles que son agotables en un proceso más o menos concreto, las fuentes renovables se renuevan continuamente [8]. El uso de estas fuentes permitirá una gran reducción de las emisiones de CO_2 y, por tanto, una disminución del efecto invernadero.

1.2 El cambio climático en las Illes Balears, y su contexto

En este apartado se analizará el cambio climático en las Illes Balears. Para ello, en primer lugar, se mencionarán los riesgos climáticos en los sectores más relevantes. Posteriormente, se analizará la evolución de la generación y del consumo eléctrico en las islas, además de las emisiones de CO_2 que conllevan. Finalmente, se estudiará la importancia del turismo en la economía balear y su impacto en el cambio climático.

1.2.1 Análisis de los riesgos del cambio climático en las Illes Balears

Las Illes Balears, debido a la condición de insularidad, están consideradas como una de las zonas más vulnerables al cambio climático. Efectos como el incremento del nivel del mar, el aumento de las temperaturas y la disminución de las precipitaciones son los que tendrán un mayor efecto en las islas.

La mayor parte del territorio no dispone de una altitud lo suficientemente elevada que actúe como barrera natural al aumento del nivel del mar. Esta situación supone una mayor probabilidad de inundaciones que afectarán tanto a los sectores socioeconómicos como a los naturales.

A continuación, se realizará un breve análisis de los riesgos climáticos en las áreas consideradas más relevantes en las Illes Balears [9]:

Sector del agua

El sector del agua no tiene una aportación significativa a la economía de las islas, no obstante, es totalmente transversal a los que analizaremos posteriormente. Es decir, los efectos del cambio climático en dicho sector afectarán al resto, lo que le convierte en un sector esencial.

La disminución del volumen de precipitaciones medias y los problemas de sequía, dificultarán aún más la disponibilidad de agua dulce en las islas. Por otro lado, las precipitaciones intensas también causarán problemas, ya que provocarán inundaciones, daños en la red del alcantarillado y contaminación de las reservas de agua. Además, las inundaciones provocadas por el aumento del nivel del mar implicarán la filtración de agua marina en las reservas de agua dulce.

Sector de la energía

Al igual que sucede con el sector del agua, el sector energético no dispone de un gran peso en la economía de las islas. Sin embargo, también es un sector transversal del que dependen los demás, por lo que los efectos climáticos en este se verán reflejados en los demás.

Actualmente, la capacidad de generación de energía, reforzada por un enlace submarino con la Península, se encuentra por encima de la demanda, lo que implica que parte de la generación no se encuentre en funcionamiento. Cabe destacar que gran parte de la energía eléctrica generada depende de la combustión de combustibles fósiles, emitiendo así una gran cantidad de *GEI*. Este punto se tratará de forma más extensa en el Subapartado 1.2.2.

Los efectos climáticos de tipologías extremas, como los vendavales y las lluvias intensas, son los que implican un mayor impacto en el sector, provocando daños en

los sistemas de transporte y distribución de electricidad. También, las centrales de generación eléctrica y estaciones de conversión situadas en latitudes bajas se verán afectadas por el aumento del nivel del mar. Otros efectos a tener en cuenta serán las olas de calor y el aumento de temperaturas que tendrán un impacto tanto en la generación como en la demanda energética.

El medio natural

El medio natural presenta un gran servicio al resto de sectores y a la sociedad en general. Algunos de estos servicios son la contribución a la mejora de la calidad del agua y del aire, la formación de barreras naturales para la protección de las zonas costaneras, fuente de alimentos para el ser humano, etc. Además de estos servicios, que muestran una clara relación entre el medio natural y sectores como el agua o el sector primario, el medio natural es un gran atractivo para los turistas que visitan las islas.

Las Illes Balears presentan un patrimonio natural característico debido a su elevada variedad de especies endémicas que han evolucionado en un entorno marcado por la insularidad. Actualmente, las Illes Balears cuentan con un gran número de espacios naturales protegidos: un parque nacional, siete parques naturales, un paraje natural, dos reservas naturales y dos monumentos naturales [10].

El incremento de temperaturas y la disminución de las precipitaciones son los factores que más afectarán a todo el territorio. No obstante, las zonas más expuestas a estos efectos serán las que más necesidad de agua dulce requieran. Además, el aumento de riesgo de incendio, causado por las sequías, el incremento de las olas de calor y los fenómenos extremos, causarán daños en los ecosistemas llegando a provocar la desaparición de especies. Por otro lado, las especies marinas estarán expuestas a los efectos del incremento del nivel de mar.

Sector primario

El sector primario se trata de un sector con elevados sobrecostes operativos debido a su condición de insularidad. Además, se trata de un sector con una edad media de los trabajadores elevada y con dificultad de contratación de mano de obra, debido a la atracción económica de otros sectores como el turismo. En lo que se refiere a la pesca, se trata de una actividad que, aunque no aporte una gran cantidad económica, constituye un valor importante y contribuye a aportar una imagen positiva del territorio.

Los riesgos más considerables, especialmente para la agricultura y la silvicultura, son la reducción de las precipitaciones medias y las sequías. Esto es así, ya que gran parte de la agricultura es de secano (no dispone de sistemas de riego para el mantenimiento del cultivo). Además, como mayores sean los periodos de sequías y las olas de calor, mayor será el riesgo de incendios y más tiempo llevará la recuperación de las superficies forestales y agrarias.

En relación con el sector pesquero, este no se verá afectado de forma significativa por el incremento del nivel del agua o el aumento de la temperatura del mar. De hecho, las especies acostumbradas a temperaturas más altas compensarán la migración de las especies actuales.

Sector de la salud

El sector de la salud, a pesar de tampoco realizar una aportación considerable a la economía, está directamente relacionado con el bienestar de la población. Por ese motivo, se convierte en un sector estratégico y esencial.

Las olas de calor y las lluvias intensas serán los fenómenos más importantes a tener en cuenta, ya que afectarán de forma directa a la población mediante accidentes, estrés térmicos, enfermedades cardiovasculares, etc. Además, estas condiciones favorecerán la entrada de enfermedades tropicales, como el *chikungunya* (enfermedad vírica transmitida al ser humano por mosquitos característica por causar fiebre y fuertes dolores articulares [11]) o el *dengue* (infección vírica transmitida por mosquitos que causa síntomas gripales y puede llegar a causar la muerte [12]), entre otras. Cabe destacar que también se aumentará la propagación de enfermedades, lo que provocará saturaciones en el sistema sanitario.

Por otro lado, el incremento del nivel de mar ocasionará inundaciones en las zonas costaneras, lo que pondrá en riesgo a una parte de la población y de las instalaciones sanitarias.

Sector del territorio

El sector del territorio es aquel que, mediante la ordenanza territorial y urbanística, se encarga de regular, clasificar y calificar los diversos usos del suelo, diseñar los nuevos asentamientos urbanos y situar las infraestructuras básicas del territorio. Por lo tanto, se trata de un sector estratégico y transversal del cual dependen los demás sectores analizados. En la Figura 1.8 se muestra la distribución del uso de la superficie en las Illes Balears.

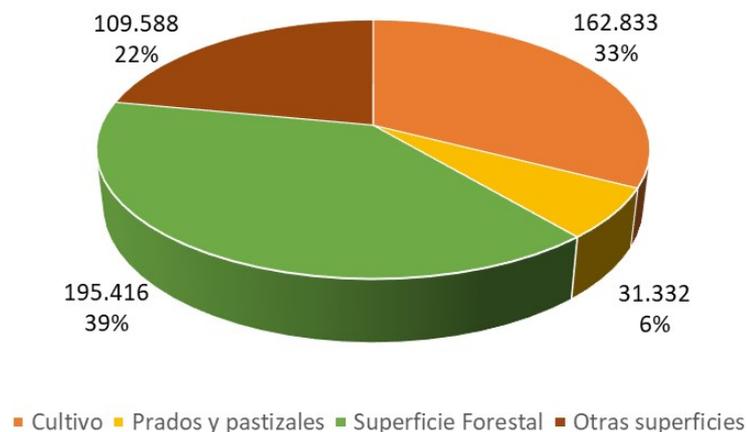


Figura 1.8: Distribución del uso de la superficie en las Illes Balears (hectáreas). Elaboración propia con datos obtenidos de: https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/baleares_tcm30-522376.pdf.

Las olas de calor sería el impacto más considerable en el sector del territorio. Concretamente, sumadas a factores como la alta densidad de la población, la baja eficiencia

de energética de las construcciones o la falta de equipos de aire acondicionado, podrían crear graves problemas en los asentamientos urbanos.

Por otro lado, las lluvias intensas podrían causar inundaciones provocando daños a la población y a cualquier tipo de infraestructuras. Además, en las zonas de costa, el aumento del nivel de mar también podría ocasionar inundaciones implicando los mismos daños.

Sector del turismo

El turismo es un sector imprescindible para la economía de las Illes Balears. Se trata de un sector con una gran relación con el resto de los sectores analizados. Por un lado, el medio natural es una gran atracción para los turistas que visitan las Illes Balears. Otro sector a tener en cuenta es el del territorio, que se encarga de gestionar la superficie donde el turismo realiza sus actividades. Además, el turismo es un sector consumidor de recursos alimentarios, energéticos, hídricos y sanitarios. Cabe destacar que en el Subapartado 1.2.3 se tratará este sector con mayor profundidad.

A continuación, se muestran las principales consecuencias de los efectos del cambio climático en el sector:

- Las olas de calor provocarán que las condiciones para estar en las Illes Balears no sean confortables y los turistas podrían decidir cambiar su destino de vacaciones en el verano.
- El incremento de la temperatura del mar puede llegar a provocar eventos de Proliferaciones Algas Nocivas (*PANs*), conocidos popularmente con el nombre de *mareas rojas*, que son fenómenos ocasionados por la proliferación significativa de algunas microalgas tóxicas. Estas microalgas son capaces de afectar a organismos marinos, a la salud de las personas y reducir el atractivo de las playas [13].
- La combinación de las olas de calor con las lluvias intensas podría potenciar el desarrollo de enfermedades infecciosas como el *dengue* o el *chikungunya*, tal y como se ha indicado previamente.
- El incremento del nivel de mar provocará inundaciones en las zonas de costa poniendo en peligro tanto a los turistas como a los recintos hoteleros.

1.2.2 Generación y consumo eléctrico en las Islas Baleares

El consumo final eléctrico en las Illes Balears ha ido aumentando en los últimos años, tal y como se observa en la Figura 1.9. Las causas principales de este aumento es el incremento de la población y de la actividad turística. Además, si se analiza la demanda eléctrica de forma mensual, se visualiza como el efecto del turismo provoca que esta aumente durante los meses de verano (Figura 1.10).

A pesar del aumento de la población y de los picos de demanda en verano, la generación eléctrica dispone de la suficiente capacidad para hacer frente a la demanda. Las principales centrales de generación eléctrica en las Illes Balears son las siguientes:

1.2. El cambio climático en las Illes Balears, y su contexto

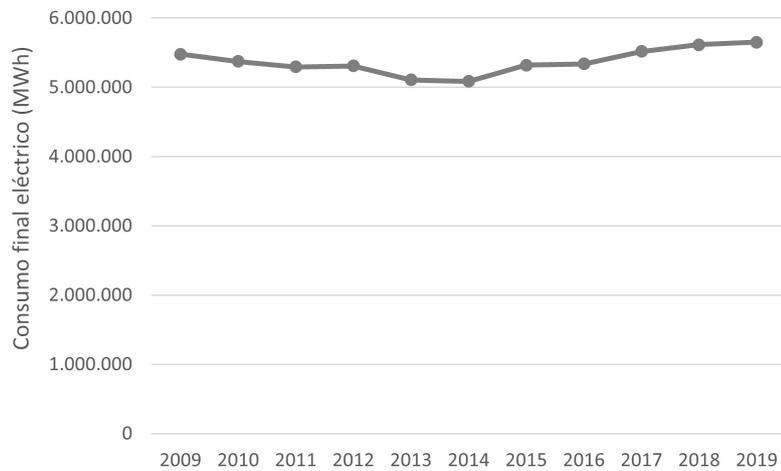


Figura 1.9: Consumo final eléctrico en las Illes Balears desde 2009 hasta 2019. Elaboración propia con datos obtenidos de: http://www.caib.es/sites/energia/ca/1/taules_estadastiques_excel/.

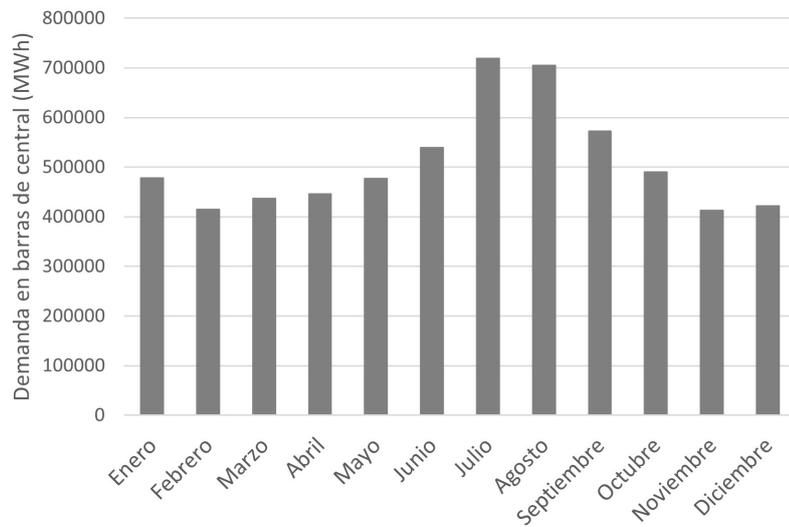


Figura 1.10: Demanda en barras de central en las Illes Balears en el año 2019. Elaboración propia con datos obtenidos de: <https://www.ree.es/es/datos/balance/balance-electrico>.

- **Central térmica Es Murterar.** Central térmica situada en Alcúdia formada por cuatro grupos de vapor donde el principal combustible utilizado es carbón. Los dos primeros grupos, instalados en 1981 y 1982, disponen de una potencia nominal de 125 kW mientras que los dos últimos, instalados en 1997 tienen una potencia de 130 kW. Además, la central cuenta con dos turbinas de gas de reserva, de 37,5 kW cada una, que funcionan con gasoil [14]. Cabe destacar que, tras un acuerdo entre el Govern de les Illes Balears y Endesa (propietaria de la

central) con el objetivo de la descarbonización progresiva de las Illes Balears, los dos grupos de vapor más antiguos se encuentran cerrados desde diciembre de 2019. Además, los otros dos grupos han estado funcionando un máximo de 1.500 horas anuales desde enero 2020 hasta agosto 2021. Desde esta última fecha hasta el 2025, o hasta que el segundo enlace con la Península se encuentre activo, el tiempo máximo de funcionamiento se reducirá a unas 500 horas [15].

- **Central térmica Ca's Tresorer.** Central térmica situada en Palma formada por dos grupos de ciclo combinado, activos desde el 2008 y 2009 respectivamente, capaces de ofrecer una potencia eléctrica bruta cercana a los 475 MW. Cada grupo está formado por dos turbinas de gas, dos calderas de recuperación y una turbina de vapor. Actualmente, ambos grupos tienen como combustible principal el gas natural y como combustible de emergencia el gasóleo [16].
- **Central térmica de Son Reus.** Central térmica situada en Palma formada por dos grupos de ciclo combinado, en funcionamiento desde 2001 y 2003 respectivamente, y cuatro turbinas de gas en ciclo abierto, activas desde el año 2000. El primer grupo de ciclo combinado instalado cuenta con tres turbinas de gas, tres calderas de recuperación y una turbina de vapor, mientras que el otro dispone de dos turbinas de gas, dos calderas y la turbina de vapor. Entre los dos ciclos combinados y las cuatro turbinas de gas que forman el ciclo abierto, la central es capaz de ofrecer una potencia eléctrica bruta de 601,5 MW [17] [18].
- **Central térmica de Mahón.** Central térmica situada en Mahón formada por cinco turbinas de gas, dos de ellas industriales (instaladas en 1994 y 1999) y las otras tres dobles aeroderivadas (instaladas en 2004 y 2008), que utilizan gasoil como combustible. Además, la central dispone de tres motores con ciclo diésel, activos desde 1991, que funcionan con fueloil. En total, la central eléctrica cuenta con una potencia instalada de 271,6 MW [19] [20].
- **Central térmica de Ibiza.** Central térmica situada a las afueras de la ciudad de Ibiza que cuenta con nueve motores y siete turbinas de gas. En el caso de los motores, cinco de ellos utilizan principalmente fueloil como combustible mientras que los otros cuatro pueden funcionar tanto con fueloil como con gas natural. Por otro lado, disponen de cuatro turbinas estacionarias que funcionan con gasoil y tres turbinas aeroderivadas que tienen como combustible principal el gas natural. Cabe destacar, que la potencia total instalada de la central es de 366,1 MW [21].
- **Central térmica de Formentera.** Central térmica situada en Migjorn formada por una turbina de gas, instalada en 1999, que cuenta con una potencia nominal de 13 MW y que utiliza gasoil como combustible [22] [23]. Además, se han instalado grupos electrógenos, que también funcionan con gasoil, capaces de ofrecer una potencia adicional de 12 MW para garantizar el suministro eléctrico durante los meses de verano [24].
- **Planta de Valorización Energética TIRME.** Planta situada en Palma donde mediante los gases producidos por la incineración de los residuos de la isla de Mallorca se produce vapor que se transforma en energía eléctrica gracias a un

turbogruppo [25]. La planta dispone de una potencia instalada de 74,8 MW, capaz de generar la energía eléctrica suficiente para abastecer a la propia planta y exportar el resto de la energía generada a la red eléctrica [26]. Cabe destacar que el 50% de la energía generada se considera renovable, ya que contiene carbón biogénico [27].

- **Central eólica Es Milà.** Parque eólico situado en Menorca e inaugurado en 2004, que cuenta con 4 turbinas eólicas de 800 KW, proporcionando una potencia nominal total de 3,2 MW [28]. Para 2030 se tiene previsto un aumento de la potencia eólica hasta llegar a los 10 MW [29].
- **Parques fotovoltaicos.** A finales de 2019, la potencia instalada en los parques fotovoltaicos de las Illes Balears era inferior a 80 MW. Estos parques estaban distribuidos de la siguiente forma: 35 en Mallorca, dos en Menorca y uno en Formentera. No obstante, el Govern tiene prevista la construcción de 55 instalaciones fotovoltaicas en los próximos dos años (7 de ellas se encuentran actualmente en construcción), lo que provocaría un aumento en la capacidad solar fotovoltaica de 326 MW. Además, la Conselleria de Transición Energética y Sectores Productivos ha recibido la solicitud para la construcción de 15 parques fotovoltaicos más, que implicarían un aumento de 300 MW de potencia solar fotovoltaica [30].
- **Cogeneradores.** Las Illes Balears cuentan con nueve instalaciones de cogeneración que suponen una potencia total instalada de 10,5 MW [31]. Estas plantas, donde el combustible principal es el gas natural, se encuentran en centrales de energía, en otras industrias, en hoteles y en lugares como el Hospital de Son Llàtzer y el Parc Bit [32] [33].

Además de las diferentes centrales mencionadas, también hay diferentes generadores aislados de autoconsumo, que representan un porcentaje muy bajo de la generación total realizada en las Illes Balears.

En la Figura 1.11 se muestra la distribución de la generación eléctrica en las Illes Balears durante 2019. Es importante destacar que la distribución actual varía ligeramente de la indicada correspondiente a 2019, ya que, entre otras causas, en la central térmica Es Murterar se han parado dos de los cuatro grupos de vapor que se encontraban operativos.

Una vez definidas las centrales de generación eléctrica en las Illes Balears, es importante comentar las peculiaridades de la red de transporte, concretamente los enlaces eléctricos entre las islas y el que une la península con el archipiélago:

- **Enlace eléctrico Mallorca-Menorca.** Tras la inoperatividad de la interconexión eléctrica entre Menorca y Mallorca desde 2017, en 2020 se ha puesto en servicio un nuevo enlace que conecta ambas islas con el objetivo de incrementar la seguridad, la estabilidad y calidad del suministro eléctrico en Menorca [34]. También, esta interconexión formada por un cable terrestre-submarino tripolar de corriente alterna de 132 kV, implicará una mayor integración de las energías renovables y una reducción de las emisiones de CO_2 [35].
- **Enlace eléctrico Mallorca-Ibiza.** A finales de 2018 entró en funcionamiento el cable de transporte de energía eléctrica entre Mallorca e Ibiza. Esta infraestructura,

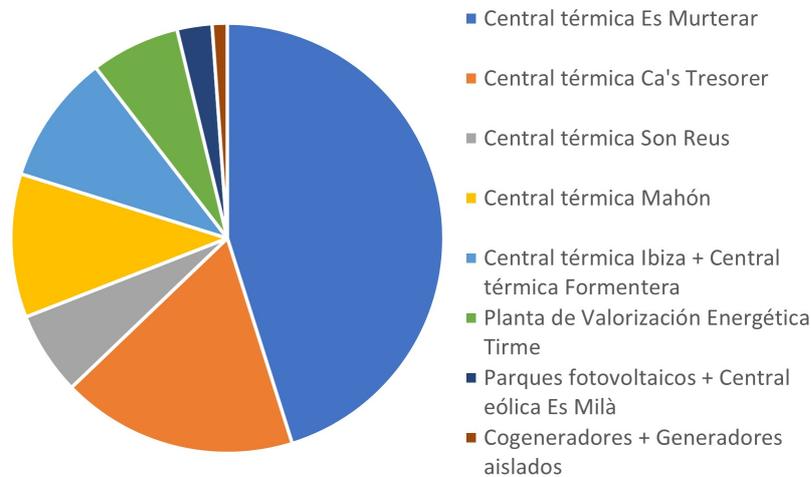


Figura 1.11: Generación eléctrica en las Illes Balears durante el año 2019. Elaboración propia con datos obtenidos de: http://www.caib.es/sites/energia/ca/1/taules_estadastiques_pdf/2019/.

que tiene un doble enlace tripolar de corriente alterna de 132 kV, una extensión de 126 kilómetros y una capacidad de 90 MW, ha supuesto una inversión de 225 millones de euros. Además, este enlace no solo implica un ahorro económico, sino que también es beneficioso para el medioambiente, ya que conlleva un aumento de la eficiencia energética y del uso de energías renovables [36].

- **Enlace eléctrico Ibiza-Formentera.** Formentera se encuentra conectada eléctricamente con Ibiza mediante dos cables submarinos de corriente alterna a 30 kV. Dichos enlaces tienen una antigüedad de unos 40 años, lo que provoca un coste de mantenimiento elevado. Debido a esto y a la limitación para hacer frente a los picos de demanda en Formentera durante los meses de verano, se tiene prevista la instalación de un nuevo enlace de 132 kV con el objetivo de incrementar la garantía y la seguridad de suministro de electricidad en ambas islas [37] [38].
- **Enlace eléctrico Península-Baleares.** En 2012 se puso en marcha la primera conexión eléctrica entre las Illes Balears y la Península. Concretamente, esta interconexión, en corriente continua de 250 kV, une Sagunto con Santa Ponça y mide 237 kilómetros [39]. Cabe destacar que durante 2019, ha sido capaz de cubrir el 27,7% de la demanda eléctrica balear [40]. No obstante, se tiene prevista la instalación de un segundo enlace que permita cubrir más del 50% de la demanda e incremente la aportación de energías renovables al sistema [41].

Conocidas las diferentes centrales de generación de energía, y los diferentes enlaces eléctricos entre las islas y con la Península, en la Figura 1.13 se muestra la evolución del porcentaje anual de generación de energía renovable y no renovable en el sistema eléctrico balear desde 2010 hasta 2019. Tal y como se observa, el porcentaje de generación eléctrica renovable es muy inferior al porcentaje de generación no renovable. Además, la gran parte de la generación renovable del sistema eléctrico balear procede del enlace eléctrico con la Península.

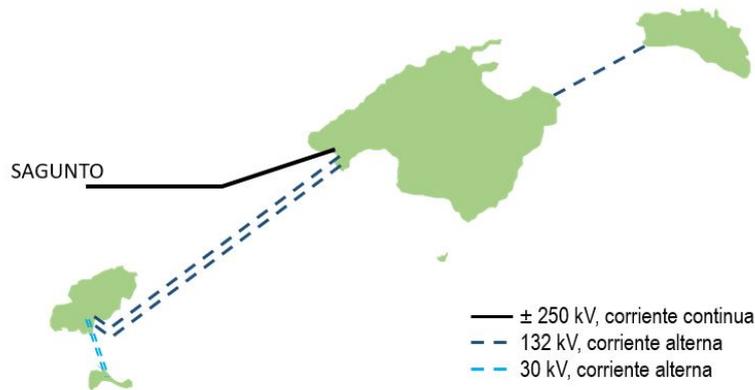


Figura 1.12: Enlaces del sistema eléctrico balear entre las diferentes islas y con la Península. Elaboración propia con datos obtenidos de: <https://www.ree.es/es/actividades/sistema-electrico-balear/demanda-de-energia-en-tiempo-real>.



Figura 1.13: Evolución de la distribución de la generación eléctrica renovable y no renovable en el sistema eléctrico balear, 2010-2019. Elaboración propia con datos obtenidos de: <https://www.ree.es/es/datos/balance/balance-electrico>.

Finalmente, es importante estudiar las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas al consumo final de energía eléctrica en las Illes Balears. En la Figura 1.14 se refleja como desde 2010, los factores de emisión de CO_2 han ido disminuyendo ligeramente. En 2020, sin considerar los efectos producidos por la pandemia, también se hubiese producido una reducción notable de las emisiones de CO_2 asociadas al consumo final de energía eléctrica debido principalmente al cierre de los dos grupos de vapor más antiguos de Es Murterar.

1.2.3 El impacto del turismo en las Illes Balears

Las Illes Balears son uno de los destinos turísticos más visitados del mar Mediterráneo. Sus hermosas playas, sus increíbles espacios naturales declarados Reserva de la Biosfera, su riqueza cultural, sus núcleos urbanos, su gastronomía y sus variadas propuestas de

1. INTRODUCCIÓN

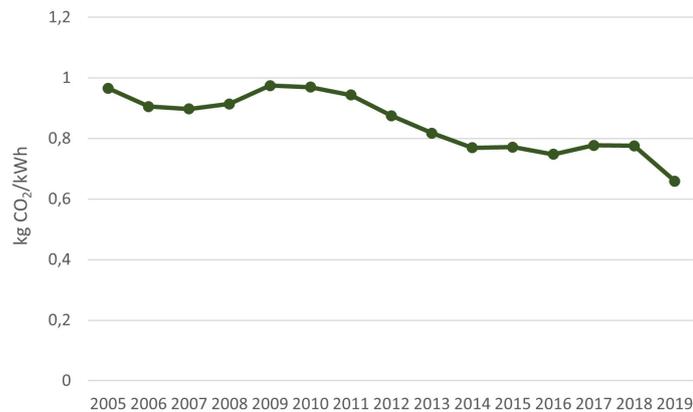


Figura 1.14: Evolución de los factores de emisión de CO₂ asociados al consumo final de energía eléctrica en las Illes Balears, 2005-2019. Elaboración propia con datos obtenidos de: http://www.caib.es/sites/atmosfera/es/factores_de_emision_58153/.

deporte son algunas de las cualidades que dispone el archipiélago para enamorar a cualquier persona que visita las islas.



Figura 1.15: Número de turistas procedentes del extranjero según comunidad autónoma de destino principal, 2019. Elaboración propia con datos obtenidos de: https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/categoria.htm?c=Estadistica_P&cid=1254735576863.

Estas virtudes convirtieron a las Illes Balears en la segunda comunidad autónoma, detrás de Cataluña, con mayor número de turistas procedentes del extranjero durante 2019, tal y como se muestra en la Figura 1.15. Los principales países de residencia de los turistas que visitan las islas son Alemania y Reino Unido. Además, tal y como se observa en la Figura 1.16, una parte considerable de los turistas proceden de otras Comunidades Autónomas de España.

La mayoría de los turistas que visitan el archipiélago lo realiza durante los meses de verano (Figura 1.17), llegando a provocar una presión sobre las diferentes infraestructu-

1.2. El cambio climático en las Illes Balears, y su contexto

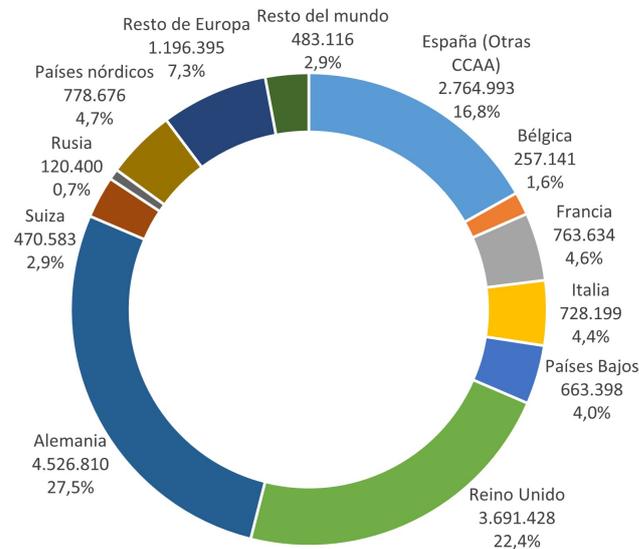


Figura 1.16: Número de turistas con destino principal las Islas Baleares por país de residencia, 2019. Elaboración propia con datos obtenidos de: https://ibestat.caib.es/ibestat/estadistiques/043d7774-cd6c-4363-929a-703aaa0cb9e0/ed5d4d88-cb17-46bd-b7b0-29fbaa5dba19/es/I208002_n101.px3.

ras relacionadas con los sectores del agua, de la energía, del medio ambiente, etc. Por ese motivo, uno de los objetivos prioritarios del Plan Anual 2018 es la diversificación del modelo económico mediante proyectos de formación del capital humano, de R+D+I, transición energética u diversificación del producto turístico sostenible para fomentar la competitividad y alargar la temporada turística [42].

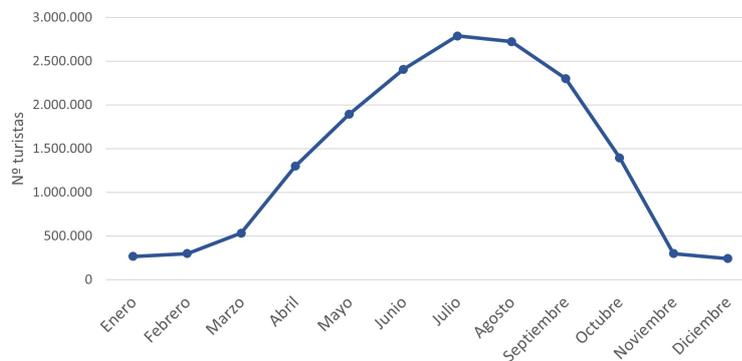


Figura 1.17: Evolución mensual del número de turistas en las Illes Balears durante 2019. Elaboración propia con datos obtenidos de: https://www.caib.es/ibestat/estadistiques/043d7774-cd6c-4363-929a-703aaa0cb9e0/ed5d4d88-cb17-46bd-b7b0-29fbaa5dba19/es/I208002_n101.px.

1. INTRODUCCIÓN

Las Illes Balears cuentan con más de 2.800 establecimientos y más de 442.000 plazas turísticas que permiten a turistas con diferentes niveles socioeconómicos poder disfrutar de sus vacaciones. La mayoría de estas plazas turísticas están destinadas a hoteles, hoteles apartamento y apartamentos turísticos (Figura 1.18).

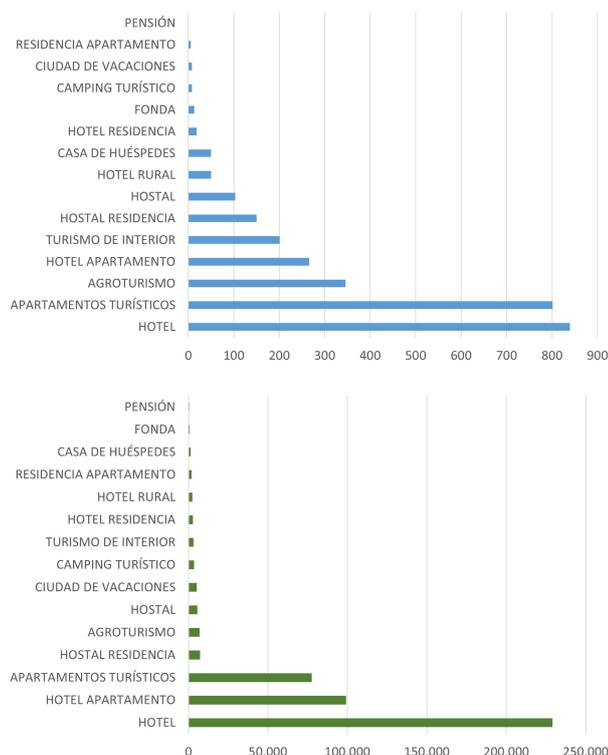


Figura 1.18: Alojamientos turísticos en las Illes Balears en 2019. (Arriba) Número de establecimientos. (Abajo) Número de plazas. Elaboración propia con datos obtenidos de: https://ibestat.caib.es/ibestat/estadistiques/06f4cf63-e3a8-4d01-bf9a-32dd529b96b9/d25c33d9-4155-481f-ad30-ffbfba4a6838/es/U208009_0001.px.

El gasto que realizan los diferentes turistas que visitan las Illes Balears, más de 16.000 millones de euros en 2019, tiene un peso muy importante en la economía de las Illes Balears. En la Figura 1.19, se observa que, aunque los gastos más elevados proceden de los turistas de los países de Reino Unido y Alemania (debido a la gran cantidad de turistas procedentes de dichos países), no son los turistas que más dinero se gastan por persona.

Basándose en lo comentado anteriormente, y tal y como se muestra en el *Estudio del Impacto Económico del Turismo sobre la Economía y el Empleo de las Illes Balears* de 2014, donde se indica que el turismo aporta un 45% del Producto Interior Bruto (PIB) de las Illes Balears y genera un 32% del empleo, queda reflejado que actualmente el turismo es el principal pilar de la economía en la islas [43].

Por otro lado, además del impacto en el sector económico, es importante tener en cuenta el impacto del turismo en el sector de la energía. El alojamiento, el transporte y las diferentes actividades turísticas son las principales áreas donde el turismo tiene

1.2. El cambio climático en las Illes Balears, y su contexto

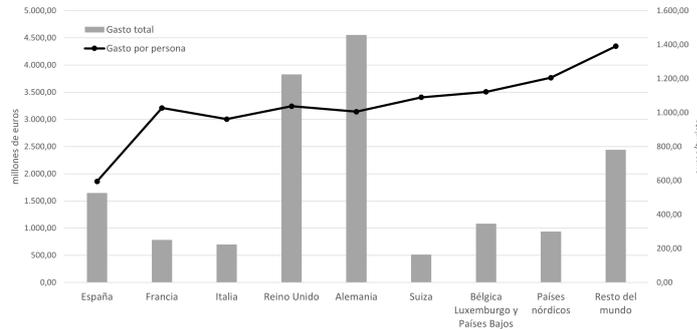


Figura 1.19: Gasto de los turistas con destino principal a las Islas Baleares por país de residencia, 2019. Elaboración propia con datos obtenidos de: https://ibestat.caib.es/ibestat/estadistiques/922f4f96-0580-4c25-9ba6-bf8788247112/bebd5e66-e417-459d-b3ec-a5aaa293cd62/es/I208004_n101.px.

un efecto notable en el consumo de energía final. En la Figura 1.20, donde se muestra la distribución del consumo energético final realizado en las Illes Balears en 2019, se observa como el transporte, seguido del sector de servicios y el sector residencial (sectores relacionados significativamente con el turismo) son los que tienen un mayor consumo de energía final.

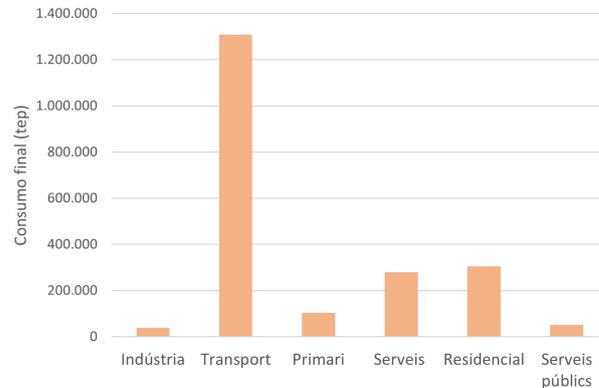


Figura 1.20: Distribución del consumo energético final realizado en las Illes Balears, 2019 (tep). Elaboración propia con datos obtenidos de: http://www.caib.es/sites/energia/ca/l/taules_estadastiques_excel/2019/.

Por lo tanto, debido a su gran incidencia y el gran consumo de energía que conlleva, el turismo tiene un efecto considerable en la emisión de *GEI* en las Illes Balears. Por ese motivo, es importante analizar y controlar dichas emisiones con el objetivo de reducirlas o eliminarlas completamente.

Finalmente, es interesante indicar que los datos aportados en este apartado no se corresponden con la situación provocada por la pandemia, que ha supuesto un escenario totalmente anómalo en todo el mundo. Las regulaciones sanitarias estrictas,

1. INTRODUCCIÓN

la paralización de la actividad económica y las restricciones de movilidad, entre otras causas, han ocasionado que durante 2020 únicamente haya llegado un turista por cada cinco turistas que lo hicieron en 2019 [44].

1.3 Motivación y Objetivos

El cambio climático es un grave problema que afecta a todas las regiones del planeta y que causa un impacto negativo en el medio ambiente y en la sociedad. Además, la actividad de los seres humanos está provocando que los efectos sean cada vez más frecuentes y perjudiciales.

Las Illes Balears se encuentran en una de las zonas más vulnerables al cambio climático debido a su condición de insularidad. Esto conlleva que consecuencias como la subida del nivel de mar, el incremento de las temperaturas y la reducción de las precipitaciones tengan un mayor impacto. Adicionalmente, cabe destacar que la generación de energía eléctrica balear dispone de un porcentaje muy bajo de fuentes renovables y que el consumo energético realizado, ocasionado principalmente por el impacto del turismo en las islas, es considerablemente elevado.

Basándose en esto, nos encontramos en un estado de emergencia donde surge la necesidad de una transición energética. Las fuentes de energía renovable y la eficiencia energética deben ser los principales pilares para conseguir una reducción considerable de emisiones de CO_2 y una mitigación de los efectos del cambio climático.

No obstante, para poder realizar una transición energética adecuada y eficiente, es importante saber en primer lugar en qué punto nos encontramos. Para ello, y en el caso concreto de las Illes Balears, es fundamental cuantificar y analizar la huella de carbono del sector hotelero, ya que es uno de los principales consumidores de energía y, por tanto, uno de los mayores emisores.

Por ese motivo, los principales objetivos de este *TFM* son analizar la huella de carbono del sector hotelero en 2019 y estudiar el impacto de la *Ley 10/2019 de Cambio Climático y Transición Energética* en la huella de carbono en 2020 y en 2030.

Para alcanzar estos objetivos principales, se deberán de cumplir los siguientes objetivos específicos:

- Conocer la evolución de las medidas que se han tomado con relación al cambio climático desde un punto de vista internacional.
- Estudiar el marco legislativo actual, tanto el estatal como el balear, en lo que se refiere al cambio climático y transición energética.
- Analizar el Registro Estatal de Huella de Carbono y el Proyecto de Decreto Regulator del Registro Balear de Huella de Carbono.
- Disponer de una muestra de establecimientos lo suficientemente diversa y elevada para poder obtener resultados concluyentes.
- Proponer diferentes procedimientos para el cálculo de emisiones de CO_2 .
- Plantear diversos indicadores de emisiones para el análisis de la huella de carbono.
- Agrupar los establecimientos según diferentes criterios para comprobar si se produce alguna relación entre estos.

1. INTRODUCCIÓN

- Analizar los indicadores de emisiones obtenidos de la huella de carbono de los establecimientos en 2019 y comparar los resultados obtenidos a partir de cada procedimiento.
- Comprobar el efecto que hubiese tenido el cierre progresivo de la central de Es Murterar en la huella de carbono del sector hotelero en 2020, en el caso de haber sido un año habitual sin pandemia.
- Comprobar el impacto de los objetivos de reducción de emisiones, penetración de renovables y aumento de eficiencia energética correspondientes a la Ley 10/2019 para la huella de carbono de los establecimientos en 2030.

MARCO LEGISLATIVO

En primer lugar, en este capítulo se muestran las principales medidas internacionales que se han llevado con respecto al cambio climático. Además, se ha estudiado el marco legislativo estatal relacionado con el cambio climático y transición energética, profundizando en el registro de la huella de carbono. Finalmente, se ha llevado el mismo análisis, pero centrándose en el caso concreto de las Illes Balears.

2.1 Cronología internacional sobre el clima

En 1979 la Organización Meteorológica Mundial (*OMM*) convocó en Ginebra la primera Conferencia Mundial sobre el Clima (*CMC*). En esta se presentaba por primera vez a nivel internacional los estudios científicos donde se constataba la influencia de la actividad humana en el aumento de las emisiones de CO_2 y su relación con el calentamiento global. A dicha conferencia asistieron aproximadamente 350 especialistas procedentes de 53 países y 24 organizaciones internacionales referentes a una gran variedad de disciplinas como la energía, el medio ambiente, la economía, etc [45].

Unos años más tarde, en 1988 la *OMM* conjuntamente con el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (*PNUMA*) crearon el *IPCC*. El objetivo de este grupo es realizar evaluaciones periódicas de la base científica del cambio climático, de los impactos y los riesgos que implica para el planeta, así como de la adaptación y mitigación por parte de la sociedad. Se trata de una alianza entre científicos y responsables de políticas, donde estos primeros proporcionan información fidedigna para que los segundos tomen decisiones en función a estas [46]. En agosto de 1990 se aprobó el primer informe de evaluación.

Además, también en el año 1990, en la segunda *CMC* se solicitó un tratado mundial con el objetivo de solucionar el problema del cambio climático causado por el ser humano. Basándose en esto, la Asamblea General de las Naciones Unidas (*UNGA*), supervisada por el Comité Intergubernamental de Negociación (*CIN*), pone en marcha las negociaciones para crear una convención sobre el cambio climático. Tras varios

meses de negociaciones, en el año 1992, 155 países decidieron firmar en la Cumbre de la Tierra de Río la *CMNUCC*. No obstante, dicha convención no entraría en vigor hasta 1994. A partir de entonces, las Partes en la Convención (países que han aceptado la convención) se han reunido de forma anual en la Conferencia de las Partes (*COP*).

La *CMNUCC* reconoce la existencia y del cambio climático y de la influencia de la actividad humana en el aumento de sus impactos. También, se propone como objetivo global conseguir la disminución de las emisiones de los *GEI* a la atmósfera. Para ello, es importante que la producción de alimentos no se vea afectada, que se permita un desarrollo económico sostenible y que se realice en un plazo suficiente para que los diferentes ecosistemas sean capaces de adaptarse al cambio climático. Es importante indicar que actualmente la convención ha sido ratificada por un total de 195 países [47].

Más adelante, en la *COP3* realizada en Kyoto en el año 1997, se acuerda entre los diferentes países una importante ampliación de la convención, conocida como el **Protocolo de Kyoto**. Este acuerdo no entró en vigor hasta 2005, cuando 141 países, entre ellos los países de la Unión Europea, China, Rusia, etc., rectificaron el pacto. Cabe destacar que Estados Unidos, uno de los países más contaminantes del mundo y que inicialmente había decidido apoyar el protocolo, lo acabó rechazando para priorizar la competitividad empresarial [48].

El Protocolo de Kyoto implantaba por primera vez metas de reducción de gases contaminantes. El objetivo principal global consistía en reducir al menos un 5,2% las emisiones de *GEI* para el periodo 2008-2012 (respecto a los niveles producidos en 1990). Para ello, cada país debía de cumplir de forma individual unos objetivos de reducción de emisiones. Por ejemplo, para el periodo indicado, los países que formaban la Unión Europea debían de disminuir sus emisiones en un 8% respecto al año 1990 [49].

Para cumplir los objetivos de disminución de *GEI* a la atmósfera, el Protocolo de Kyoto cuenta con tres mecanismos de flexibilidad [50]:

- **Comercio de Emisiones.** Permite a los países que forman parte del Protocolo de Kyoto comprar y vender créditos de emisiones, conocidos como Unidades de Reducción de Emisiones (*URES*), entre ellos. Es decir, los países que reduzcan sus emisiones más de lo acordado podrán vender los créditos de emisiones excedentarios a los países que tengan problemas para conseguir los objetivos indicados.
- **Mecanismo de Desarrollo Limpio.** Permite a los países que forman parte del Protocolo de Kyoto invertir en diferentes proyectos de disminución de emisiones o de fijación de carbono en países ajenos al protocolo. Con dicho mecanismo el país que invierte en los proyectos podrá cumplir con los objetivos de reducción de emisiones y el país receptor podrá tener un desarrollo sostenible a partir de la utilización de tecnologías limpias.
- **Mecanismo de Aplicación Conjunta.** Permite a los países que forman parte del Protocolo de Kyoto invertir en proyectos de disminución o fijación de carbono en otros países también pertenecientes al protocolo. Este mecanismo permite al país inversor obtener créditos a un importe menor que los obtendría en el Comercio de Emisiones, mientras que el país receptor (normalmente países en desarrollo) se podrá beneficiar de inversiones en tecnologías limpias.

A partir de estos mecanismos y del esfuerzo realizado por los diferentes países, las reducciones finales del primer periodo superaron el objetivo inicial situándose en un 22,6% de las emisiones correspondiente al año base [51]. En el caso de la Unión Europea, la reducción para este período fue de un 19,2%. No obstante, España, que tenía como objetivo no superar un 15% las emisiones correspondientes a 1990, se vio obligada a gastar más de 800 millones de euros en el Comercio de Emisiones para cumplir con dicho objetivo [52].

Con el objetivo de conseguir nuevos compromisos y mayores esfuerzos para seguir combatiendo contra el cambio climático, en diciembre del 2007 se celebró en Bali la *COP13*. En dicha convención se tomaron un conjunto de decisiones conocido como "Hoja de Ruta de Bali", mediante el cual se inicia un proceso para definir los compromisos y objetivos para el periodo posterior al primero del Protocolo de Kyoto (2008-2012) [53].

Posteriormente, en la *COP15*, celebrada en Copenhague en 2009, se llevó a cabo uno de los acuerdos más importantes en la lucha contra el cambio climático, que recibió el nombre de **Acuerdo de Copenhague**. Se trata del primer documento apoyado por todos los países más emisores de *GEI* del planeta y donde los países que no firmaron el Protocolo de Kyoto reconocen el problema universal que causa el cambio climático. En dicho acuerdo se fija como meta que el límite máximo de incremento de la temperatura media global debe situarse en 2°C, aunque no se indica de que forma se debe conseguir dicho objetivo. Por otro lado, no se consigue establecer compromisos para disminuir las emisiones durante el periodo posterior a 2012 [54].

No fue hasta 2011, cuando en la *COP17*, que tuvo lugar en Durban, se logró la firma de un segundo periodo de compromiso de Kyoto que se iniciaría en 2013. Sin embargo, quedó pendiente tanto la fecha de finalización del nuevo periodo como los objetivos de reducción de emisiones de *GEI* [55].

El año siguiente, después de más de dos semanas de negociaciones intensas en la *COP18* realizada en Doha, se alcanza un acuerdo de mínimos y se consigue prorrogar hasta 2020 el periodo de compromiso del Protocolo de Kyoto. Sin embargo, este último período fue aceptado únicamente por los Estados de la *UE* y los siguientes países: Australia, Mónaco, Noruega, Suiza, Bielorrusia, Kazajstán y Ucrania. Es decir, países desarrollados que firmaron inicialmente el Protocolo de Kyoto y con una emisión de *GEI* elevada como Canadá, Nueva Zelanda, Japón y Rusia, no se comprometieron a reducir sus emisiones. Esta situación provocó que las emisiones de los países involucrados no significaran ni el 15% de las emisiones globales de *GEI* [56].

Los objetivos para este segundo periodo (2013-2020) consistían en reducir como mínimo un 18% las emisiones de *GEI* respecto a las emitidas en el año 1990. No obstante, los países de la *UE* se comprometieron a conseguir de forma conjunta una reducción del 20% [57].

Tal y como se ha comentado, solamente un grupo reducido de países se comprometieron a reducir sus emisiones durante el segundo periodo del Protocolo de Kyoto. Es decir, se trataba de un pacto insuficiente y dejaba pendiente un acuerdo universal para conseguir solucionar el problema global del cambio climático.

En 2015, en la *COP21* realizada en París, se conseguía por fin este primer acuerdo global mediante el cual todos los países de comprometían a limitar las emisiones de *GEI*. Dicho acuerdo recibe el nombre de "**Acuerdo de París**" y entró en vigor en

noviembre de 2016, tras la ratificación del acuerdo por más de 55 partes que representan más del 55% de las emisiones globales.

El objetivo principal de dicho acuerdo consiste en evitar que la temperatura media global del planeta supere los 2°C respecto a los niveles preindustriales. Además, promueve esfuerzos adicionales para conseguir que este incremento no sea superior al 1,5°C. Para conseguir esto, cada 5 años los países deberán comunicar su evolución y se considerará un aumento del compromiso en cada revisión. A fin de comprobar que se cumplan los objetivos indicados, se crea un marco de transparencia que incluye la información sobre emisiones y absorciones, pero también información sobre el apoyo proporcionado y recibido por todos los países [58].

Tras la ratificación del Acuerdo de París, en la *COP22* realizada en Marrakech en 2016 se da gran importancia y se promueven acciones no gubernamentales con el objetivo de frenar el cambio climático. Para ello, y con el objetivo de tener una hoja de ruta en el periodo 2017-2020 que permita impulsar los esfuerzos realizados por la sociedad para combatir el cambio climático, se crea la conocida como Alianza de Marrakech [59].

Con el compromiso y la necesidad de crear un marco técnico para llevar a cabo el Acuerdo de París, en la *COP24* celebrada en Katowice en 2018 se aprueba el libro de reglas. Estas reglas posibilitarán medir los compromisos de los países contra el cambio climático, la adaptación a sus impactos y la financiación que se han responsabilizado a realizar, todo esto dentro de un marco de transferencia común [60].

Finalmente, en 2019 se debería de haber producido la *COP25* en Chile. Sin embargo, tras la renuncia de Chile de acoger la cumbre del clima debido a los disturbios sociales que se estaban produciendo en el país en ese momento, se cambia el destino y se organiza en unas semanas en Madrid. Se trata de la cumbre más larga de la historia, aunque no permitió un acuerdo entre los países para la reducción de las emisiones de CO_2 . No obstante, hubo un progreso significativo con el sector privado y con gobiernos locales y regionales.

Por lo tanto, se queda pendiente que los países presenten un mayor compromiso para la reducción de emisiones de *GEI* para la *COP26* de Glasgow, la cual estaba prevista para noviembre de 2020, pero que por motivo de la pandemia se ha aplazado a noviembre de 2021. Es importante destacar que, tras la imposibilidad de llegar a un pacto, también se pospone la regulación de los mercados mundiales del carbono [61].

2.2 Marco legislativo español

En esta Sección, se analizan los aspectos más importantes de la *Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética* en España mediante el cual se fijan diversos objetivos con la intención de reducir las emisiones de *GEI*. Además, se estudian los conceptos principales del Registro Estatal de Huella de Carbono creado por el *Real Decreto 163/2014*.

2.2.1 España: Ley 7/2021 de Cambio Climático y Transición Energética

Debido a la situación de emergencia climática en la que se encuentra el planeta, en 2020 se inició la tramitación parlamentaria del Proyecto de Ley de Cambio Climático y Transición Energética (*PLCCTE*) en España. No obstante, no fue hasta el 22 de mayo cuando la *Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética* entró en vigor [62]. Se trata del primer proyecto legislativo que tiene como objetivo final que España alcance la neutralidad de emisiones como muy tarde en 2050.

Es decir, antes de 2050, España deberá de emitir las emisiones de *GEI* que sus sumideros (sistemas o procesos capaces de extraer de la atmósfera un gas o gases y almacenarlo [63]) sean capaces de absorber. Este objetivo implica un incremento de la ambición de España por la lucha del cambio climático, lo que responde a la demanda por parte del Acuerdo de París de un aumento del compromiso para la reducción de emisiones. Además, cuadra con la intención de la *UE* de una reducción entre el 50 % y 55 %.

Para poder llegar a conseguir este objetivo final para 2050, se fijan para 2030 los siguientes objetivos intermedios [64]:

- Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en un 23 % respecto del año 1990.
- Penetración de energías renovables en el consumo de energía final de un 42 %.
- Conseguir un sistema eléctrico con una generación de energías renovables de un 74 %.
- Aumentar la eficiencia energética disminuyendo el consumo de energía primaria en un 39,5 % respecto a la línea de base conforme a la normativa comunitaria.

La *Ley 7/2021* incorpora a todos los sectores económicos a la lucha contra el cambio climático, ya que es necesario trabajar de forma conjunta y transversal para poder conseguir la neutralidad de emisiones y una adaptación adecuada a la nueva revolución industrial basada en la economía baja en carbono. Para esta adaptación, es importante establecer un modelo de desarrollo sostenible capaz de generar empleo decente, atender a los colectivos vulnerables, proteger la biodiversidad, fomentar el desarrollo rural y favorecer la transformación de ciudades en lugares más saludables y habitables.

Con el compromiso de cumplir los diferentes objetivos indicados, se incluyen las siguientes herramientas de acción climática:

- **Planes Nacionales de Energía y Clima (PNIEC).**

- Documento que define los objetivos de reducción de emisiones de *GEI*, de eficiencia energética y penetración de las energías renovables.
 - Determina el guion más adecuado y eficiente para maximizar los beneficios para el medio ambiente, la salud, la economía y el empleo. Además, también se busca que sea el camino que menores costes conlleve y que permita a los sectores con mayores emisiones adaptarse.
 - El primer Plan Nacional de Energía y Clima (*PNIEC*) corresponde al periodo 2021-2030 y muestra la línea de actuación para conseguir los siguientes objetivos para 2030 [65].
- **Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo 2050.**
 - Documento que indica la trayectoria a seguir para permitir que el consumo final de energía sea plenamente renovable para 2050.
 - Esta estrategia permite a España disminuir un 90 % las emisiones de *GEI* para antes de 2050.
 - Para poder obtener la neutralidad climática, el 10% de emisiones restantes serán absorbidas por los sumideros de carbono [66].
 - **Marco de Gobernanza**
 - Se diseña un modelo que facilite la participación en la elaboración de los planes de agentes sociales, económicos y del público en general.
 - Se crea un Comité de Expertos de Cambio Climático y Transición Ecológica que serán los encargados realizar un informe anual donde aparezcan sus recomendaciones y evaluación.
 - Por otro lado, a partir del 2022 las comunidades autónomas deberán comunicar sus planes de energía y clima en vigor en la Comisión de Coordinación de Políticas de Cambio Climático.

Basándose en lo comentado, se puede apreciar cómo tanto las energías renovables como la eficiencia energética son dos pilares fundamentales para conseguir el objetivo final de la neutralidad climática. También, serán esenciales para la reactivación económica y permitirán una mejora de la competitividad industrial y empresarial gracias a una evolución de precios descendente. Debido a su importancia, la *Ley 7/2021* indica diferentes medidas para promoverlos.

En lo que se refiere a la eficiencia energética, los esfuerzos se centran en la rehabilitación energética de los edificios. Para ello, el Gobierno se encargará de promover y facilitar el uso eficiente de la energía y la utilización de fuentes de origen renovables en los edificios.

Por otro lado, se fomentan los gases renovables (biogás, biometano, hidrógeno y otros combustibles alternativos) a través de la aprobación de planes específicos que permitan la penetración de estos biocombustibles. Además, se pretende evitar la utilización de aquellos que ocasionen efectos negativos en el medioambiente mediante el cumplimiento de criterios de sostenibilidad y protección de calidad del aire.

Otro elemento importante en el que se centra la *Ley 7/2021* es en el sector de la movilidad y el transporte. En relación con este, el proyecto muestra la realización de un marco de descarbonización progresiva que permite la adaptación tecnológica e industrial, y crear nuevas oportunidades de negocio. También, se indica que se deberán implementar en la planificación de ordenación urbana, medidas para reducir las emisiones relacionadas con la movilidad. Algunas de estas medidas consisten en facilitar los medios de transporte activo (desplazamientos a pie, en bicicleta, etc.), mejorar y fomentar el uso del transporte público, impulsar los medios de transporte eléctricos (tanto públicos como privados), etc. Para este último punto, será necesaria la implantación progresiva de puntos de recarga que permitan la movilidad de estos transportes por carretera.

Finalmente, el sistema educativo español será importante para reforzar el conocimiento sobre el cambio climático y la formación para actividades técnicas y profesionales de la economía baja en carbono. Además, se destinará una mayor financiación para la investigación, desarrollo e innovación del cambio climático y transición energética [67].

2.2.2 Registro Estatal de Huella de Carbono

La *Decisión 406/2009/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009*, indica que con el esfuerzo realizado únicamente por los sectores afectados por el régimen comunitario de comercio de derechos de emisión no es suficiente para cumplir con los objetivos de reducción de emisiones de *GEI*. Por ese motivo, para incentivar la reducción de las emisiones en los sectores difusos, *el Real Decreto 163/2014, de 14 de marzo*, crea el registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono [68].

La huella de carbono hace referencia a la cantidad de emisiones de *GEI* expulsadas a la atmósfera, ya sea de forma directa o indirecta, mediante la actividad realizada por una organización, la prestación de un servicio o aprovisionamiento de un producto. Para cuantificar las emisiones, estas se dividirán en tres grupos (alcances) [69]:

- **Emisiones de Alcance 1:** Emisiones de *GEI* expulsadas de forma directa por parte de la organización. Algún ejemplo de este tipo de emisiones, podrían ser la combustión en calderas, o el uso de combustibles fósiles en vehículos que forman parte o son propiedad de la organización.
- **Emisiones de Alcance 2:** Emisiones indirectas de *GEI* vinculadas a la generación eléctrica que adquiere y consume la entidad.
- **Emisiones de Alcance 3:** Cualquier tipo de emisión indirecta de *GEI*, excepto las correspondientes al Alcance 2. Las emisiones correspondientes a la producción de materiales que posteriormente adquiere la organización o las relacionadas con viajes de trabajo mediante transportes externos son ejemplos de este tipo de emisiones.

Objetivos

Los principales objetivos del registro estatal de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono es contribuir a la reducción de las

emisiones de *GEI*, aumentar las absorciones por los sumideros de carbono y posibilitar el cumplimiento de los compromisos internacionales asumidos por España.

Es decir, el registro permite fomentar el cálculo y reducción de la huella de carbono por parte de las organizaciones situadas en España. Además, se promueve la realización de proyectos que incrementan la capacidad de sumidero española.

Estructura del Registro

El registro estatal de huella de carbono está estructurado de la siguiente forma:

- **Sección a:** Sección de huella de carbono y de compromisos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.
- **Sección b:** Sección de proyectos de absorción de CO_2 .
- **Sección c:** Sección de compensación de huella de carbono.

En la **Sección a** se realizará la inscripción de como mínimo las emisiones de alcance 1 y alcance 2. La inscripción de las emisiones de alcance 3 será voluntaria. Para la inscripción en esta sección, las verificaciones serán realizadas por diferentes entidades acreditadas para la ISO 14064, ISO 14069: 2013, ISO 14067, etc. No obstante, si la organización es una Pequeña y Mediana Empresa (*PYME*), Organización No Gubernamental (*ONG*) o forma parte de la administración, no cuenta con emisiones de proceso para desarrollar la actividad y solamente desea inscribir las emisiones de alcance 1 y 2, no es necesario obtener una verificación por parte de una entidad acreditada.

Es importante indicar que para calcular la huella de carbono no es necesario utilizar una metodología concreta, aunque si es imprescindible utilizar los factores de emisión proporcionados por el registro estatal. Además, es obligatorio presentar un plan de reducción que indique las medidas y los objetivos de reducción de la huella de carbono de la organización.

Por otro lado, en la **Sección b** se inscribirán las absorciones de CO_2 generadas en territorio nacional a partir de los siguientes tipos de proyectos de actividades relacionadas con el uso de la tierra:

- Repoblaciones forestales con cambio de uso del suelo. Como se observa en la Figura 2.1, estos proyectos se realizan en terrenos que no son forestales arbolados desde el 31 de diciembre de 1989 o antes, con el objetivo de repoblarlos para que se conviertan en un bosque.
- Actuaciones en zonas forestales incendiadas para el restablecimiento de la masa forestal existente. En estos tipos de proyecto el objetivo es restablecer la condición que tenía el bosque antes del incendio mediante la plantación, la siembra o el favorecimiento de fuentes semilleras naturales, como se muestra en la Figura 2.2.

Finalmente, en la **Sección c** se inscribirán las compensaciones de las huellas de carbono de las organizaciones que tienen inscrita su huella de carbono en Registro y que se compensan a través de los siguientes proyectos:

- Proyectos de absorción de dióxido de carbono inscritos en la Sección b del registro.

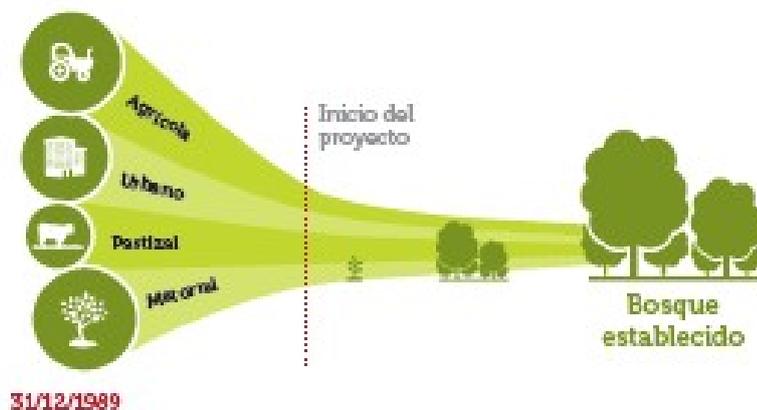


Figura 2.1: Repoblaciones forestales con cambio de uso del suelo. Imagen tomada de: https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/que_es_Registro.aspx.

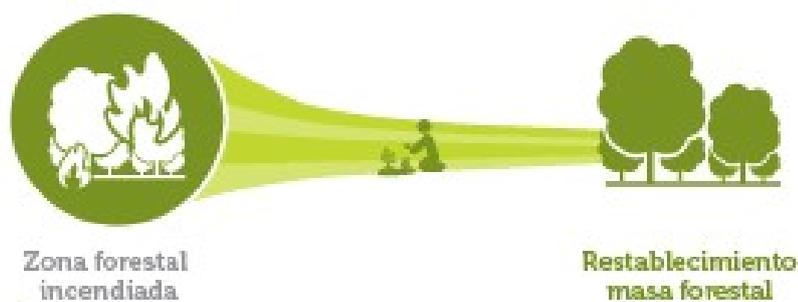


Figura 2.2: Actuaciones en zonas forestales incendiadas para el restablecimiento de la masa forestal existente. Imagen tomada de: https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/que_es_Registro.aspx.

- Proyectos de reducción de emisiones *GEI* realizadas por un tercero reconocidas por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

Participación

La participación en el registro es voluntaria, y está dirigida a las siguientes personas físicas o jurídicas:

- Personas físicas o jurídicas que realizan una actividad económica en España la cual genera emisiones de *GEI* y que, de forma voluntaria, quieren calcular su huella de carbono y llevar a cabo actividades para reducir o compensar sus emisiones. Estas pueden solicitar su inscripción en la sección de huella de carbono y de compromisos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y en la sección de compensación de huella de carbono.

2. MARCO LEGISLATIVO

- Personas físicas o jurídicas que de forma voluntaria realizan proyectos de absorción de CO_2 en el territorio español y que pueden solicitar su inscripción en la sección de proyectos de absorción de dióxido de carbono.

A los titulares que inscriban su huella de carbono en la Sección a, se les proporcionará un documento de reconocimiento de su inscripción y un sello de titularidad del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente el cual reflejará de forma gráfica la participación de la organización en la Sección a y en la Sección c para un periodo de cálculo determinado.

2.3 Marco legislativo en el ámbito Balear

Tras haber realizado un breve análisis del marco legislativo estatal en relación con el cambio climático y a la huella de carbono, se procede a realizar el mismo estudio pero desde el punto de vista balear. Para ello, se indican los puntos más importantes de la *Ley 10/2019, de 22 de febrero, de cambio climático y transición energética* y se profundiza en el Registro Balear de Huella de Carbono y su Proyecto de Decreto Regulator.

2.3.1 Illes Balears: Ley 10/2019 de Cambio Climático y Transición Energética.

Como ya se ha mencionado previamente en la Subsección 1.2.1, las Illes Balears, debido a la condición de insularidad, son especialmente vulnerables al cambio climático. El incremento de la temperatura media (el cual se espera que sea superior al de la media global), el aumento del nivel del mar, la disminución de la precipitación media y el crecimiento de los eventos climáticos extremos (olas de calor o lluvias intensas) serán los principales fenómenos que afectarán al archipiélago.

Además, las Illes Balears dispone de un sistema de generación eléctrica donde el peso de las fuentes renovables es insignificante, ya que la mayoría de la energía producida procede de combustibles fósiles. También, es importante tener en cuenta el elevado índice de intensidad turística en las Baleares y el alto ratio de coches por habitante. Esta situación muestra la necesidad de aumentar los esfuerzos por parte del sector público, del sector privado y de toda la sociedad con el objetivo de una transición eficiente hacia las energías limpias (gobernanza multinivel).

Por todo lo comentado previamente en este apartado, y basándose en el Acuerdo de París de 2015, surge la *Ley 10/2019, de 22 de febrero, de cambio climático y transición energética*. Esta ley contó con la participación de más de 2.000 personas (empresas, entidades sociales, asociaciones y particulares) [70].

Finalidades de la Ley

La Ley pretende conseguir las finalidades de interés público que se muestran a continuación:

- Reducir y estabilizar la demanda energética. Para ello, se priorizará, en el siguiente orden, el ahorro de energía, las medidas de eficiencia energética y la generación de energía mediante fuentes renovables.
- Conseguir la máxima autosuficiencia energética y garantía de suministros eléctricos, disminuyendo la dependencia del exterior.
- Realizar de forma progresiva la descarbonización de la economía y la implantación de energías renovables que permitan disminuir las emisiones de *GEI* y, por tanto, cumplir con los objetivos del Acuerdo de París.
- Fomentar la democratización de la energía, que hace referencia a:
 - El derecho de los habitantes a acceder a la energía ya sea como productores o como consumidores.

2. MARCO LEGISLATIVO

- El derecho de los usuarios de disponer de la información y formación necesaria para poder ajustar el consumo y la producción energética a partir de un entorno sostenible y eficiente.
- El impacto positivo del sistema energético, desde el punto de vista ambiental, social y económico, en la sociedad.
- Optimizar el uso de los sistemas energéticos mediante la gestión inteligente de la demanda energética.
- Planificar y adaptar a los ecosistemas, a la sociedad, a la economía y a los sectores productivos a los efectos provocados por el cambio climático.
- Promover la participación de la ciudadanía en la comercialización de la energía y valorar sus intereses para crear un nuevo modelo medioambiental y energético que permita una transición justa.
- Fomentar el empleo y la capacidad de los nuevos sectores productivos y económicos generados basándose en la nueva economía baja en carbono.

Gobernanza

Para que se cumplan con las diferentes finalidades mencionadas, la Ley establece diferentes organismos públicos encargados de planear, coordinar y aplicar acciones para luchar contra el cambio climático y conseguir la transición de las Illes Balears hacia las energías limpias. Los organismos públicos encargados serán los siguientes:

- **La Comisión Interdepartamental de Cambio Climático.**
 - Dicha comisión estará formada por:
 - * Consejeros y directores generales competentes en medio ambiente, energía, movilidad, turismo, territorio, salud, economía, trabajo, educación y agricultura.
 - * Encargados de la Administración de la Comunidad Autónoma los cuales serán designados por la Presidencia del Gobierno.
 - Serán los encargados de realizar las siguientes funciones:
 - * Coordinar las acciones de la Administración de la Comunidad Autónoma para combatir el cambio climático.
 - * Exponer el Plan de Transición Energética y Cambio Climático y formular las propuestas necesarias de modificación.
 - * Analizar los planes, las políticas climáticas y los proyectos propuestos con el objetivo de que sean adecuados para conseguir los objetivos indicados en la Ley.
- **El Consejo Balear del Clima.**
 - Órgano de carácter consultivo, que forma parte de la consejería capacitada en materia de cambio climático.

- Sus principales funciones son:
 - * Plantear medidas de mitigación y adaptación al cambio climático.
 - * Aconsejar a las administraciones públicas en relación a las políticas climáticas y de transición energética.
 - * Promover la participación de la sociedad y los sectores económicos a la hora de realizar propuestas para la lucha contra el cambio climático.
- **Comité de Expertos para la Transición Energética y el Cambio Climático.**
 - Órgano formado por expertos nombrados por el Gobierno de las Illes Balears que cuentan con un gran reconocimiento y experiencia en el medio ambiente, en el cambio climático o en el ámbito laboral.
 - Su principal labor es:
 - * Aconsejar al Gobierno de las Illes Balears con la finalidad de que se lleven a cabo los objetivos planteados en la Ley.
- **El Instituto Balear de la Energía.**
 - Entidad pública empresarial, que dispone de personalidad jurídica propia y diferenciada, y se encuentra vinculada a la consejería competente en materia de cambio climático.
 - El consejo de administración está formado por:
 - * Una presidencia formada por la consejería competente en materia de cambio climático.
 - * Un grupo de vocales, formado como máximo por 10 miembros, seleccionados mediante criterios de profesionalidad.
 - Sus principales finalidades son:
 - * Promover y llevar a cabo acciones relacionadas con la eficiencia energética y las energías renovables.
 - * Impulsar la iniciativa energética pública en los diferentes ámbitos institucionales
 - * Comercializar la energía mediante la normativa correspondiente.
 - * La realización de análisis y estudios del cambio climático y la transición energética.

Objetivos de la Ley

Una vez comentadas las finalidades de la Ley e indicados los organismos que se encargarán de garantizar que se cumplan con dichas finalidades, a continuación, se explicarán los diferentes objetivos. Cabe destacar que estos objetivos pretenden cumplir con los compromisos del Acuerdo de París mediante acciones para mitigar las causas del cambio climático y adaptar la economía, sociedad y ecosistemas a los impactos del cambio climático en las Illes Balears.

Los objetivos de la Ley se pueden dividir en tres grupos:

- **Reducción de emisiones.**

- Se programarán cuotas quinquenales de disminución de emisiones de *GEI* para obtener progresivamente los siguientes objetivos (en base a las emisiones del año 1990):
 - * El 40 % para el año 2030.
 - * El 90 % para el año 2050.
- Estos objetivos serán indicativos para las emisiones no difusas y obligatorios para las difusas.

- **Penetración de energías renovables.**

- Se realizarán cuotas cada cinco años de penetración de fuentes renovables con el compromiso de conseguir de forma progresiva los siguientes porcentajes de energía renovable en la energía final consumida en las Illes Balears:
 - * El 35 % para el año 2030.
 - * El 100 % para el año 2050.
- Estos objetivos deberán adaptarse a las características de cada isla.

- **Ahorro y eficiencia energética.**

- Cada cinco años se llevarán a cabo cuotas de ahorro y eficiencia energética con la intención de cumplir con los objetivos de disminución del consumo de energía primaria (en base al consumo del año 2005) que se plantean a continuación:
 - * El 26 % para el año 2030.
 - * El 40 % para el año 2050.

En el Cuadro 2.1 se muestra de forma resumida los objetivos indicados en la Ley.

Objetivos	2030	2050
Penetración de energías renovables	35 %	100 %
Ahorro y eficiencia energética	26 %	40 %
Reducción de emisiones de GEI	40 %	90 %

Cuadro 2.1: Objetivos de la Ley 10/2019, de 22 de febrero, de cambio climático y transición energética.

Principales medidas de la Ley

Para conseguir los objetivos previamente nombrados, seguidamente se muestran las principales medidas indicadas en la Ley:

- **Impulso a las renovables.**

- Se imponen diferentes normas relacionadas con la instalación de sistemas de generación de energía mediante fuentes renovables:
 - * Instalación de placas solares en aparcamientos existentes con una superficie superior a 1.500 m² y en aparcamientos nuevos de más de 1.000 m².
 - * Instalación de placas solares en edificios de nueva construcción de más de 1.000 m² o en edificios donde se realice una reforma integral o un cambio de uso, excepto los edificios cuya cubierta sea de fibrocemento.
 - * Los edificios que se encuentren aislados únicamente serán suministrados por fuentes de energía renovable

- **Transición o cierre de las centrales térmicas.**

- Tal y como se indica en la Subsección 1.2.2, la mayoría de la energía eléctrica generada en las Illes Balears proviene de centrales térmicas, lo que implica que la gran parte de la energía proceda de fuentes no renovables. Debido a esto:
 - * La Ley crea una línea de actuación para la transición de las centrales térmicas de es Murterar, de Mahón, Ibiza y Formentera.

- **Movilidad sostenible.**

- En la Figura 1.20 que aparece en la Subsección 1.2.3, se muestra como el transporte ocupa gran parte del consumo de energía final. Además, considerando que la principal fuente de energía de dicho sector procede de los combustibles fósiles, también se trata de uno de los principales focos de emisión de *GEI*. Por ese motivo, la Ley tiene prevista las siguientes acciones:
 - * Instalación de 1.000 puntos de recarga de vehículos eléctricos para 2025.
 - * Circulación de vehículos diésel, tanto motos como coches, hasta el año 2025. Se excluyen, los vehículos ya existentes en las Illes Balears.
 - * Circulación de vehículos contaminantes (coches, motos, furgones y furgonetas) hasta 2035. Al igual que en el punto anterior, se excluyen los vehículos ya existentes en el archipiélago.
 - * Incorporar de forma progresiva vehículos no contaminantes en las empresas de alquiler de vehículos con el fin de llegar al 100% en 2035.
 - * Posibilitar a los municipios la restricción de la circulación de los vehículos en el caso de que se superen los valores máximos de calidad de aire.
 - * Definición de planes de reducción de emisiones de *GEI* para el transporte aéreo y marítimo.

- **Eficiencia energética.**

- Para cumplir con los objetivos indicados relacionados con la eficiencia energética, la Ley indica algunas medidas como las siguientes:
 - * Instalar luminarias de bajo consumo en todo el alumbrado público para 2025.
 - * Obligación de calcular y registrar las emisiones de *GEI* expulsadas a la atmósfera en 2020 por parte de las medianas y grandes empresas. Además, en 2025 deberán presentar y llevar a cabo planes de reducción de emisiones de *GEI*. Este punto se tratará de forma más extensa en la Sección 2.3.2.

2.3.2 Registro Balear de Huella de Carbono y su Proyecto de Decreto Regulador

Cómo se ha comentado en la sección anterior, una de las medidas principales de la *Ley 10/2019, de 22 de febrero, de cambio climático y transición energética* consiste en la obligación del cálculo y el registro de la huella de carbono. Además de esto, dichas empresas deberán presentar y elaborar planes para reducir su huella de carbono y cumplir con los objetivos vinculantes.

Para poder registrar, controlar y analizar las emisiones directas o indirectas en las Illes Balears, la *Ley 10/2019* crea el Registro Balear de Huella de Carbono. Dicho registro posibilitará al Govern contar con los datos y la información adecuada para llevar a cabo planes de disminución de emisiones de *GEI* y realizar presupuestos de carbono con el objetivo de implantar compromisos de reducción según el sector de actividad [71].

Cabe destacar que, aunque el registro fue creado por la *Ley 10/2019*, es necesaria la realización de una normativa capaz de definir la operativa y las funciones de dicho registro [72]. El 30 de junio de 2021 se presentó el nuevo borrador del *Proyecto de Decreto Regulador del Registro Balear de Huella de Carbono*, el cual en agosto de 2021 y tal y como nos indican desde la Dirección General de Energía y Cambio Climático de las Illes Balears, todavía se encuentra pendiente de recibir el dictamen del Consejo Consultivo. Además, nos informan que dependiendo de la respuesta favorable o no de este organismo, las obligaciones sobre la huella de carbono serán exigidas a partir de 2022 o se posponen a 2023.

Objetivos

El proyecto debe cumplir con los siguientes objetivos:

- Regular el funcionamiento y la organización del Registro balear de huella de carbono.
- Implantar los mecanismos necesarios para que el registro sea compatible y capaz de coordinarse con el Registro estatal de huella de carbono, creado por el Real Decreto 163/2014.
- Establecer una herramienta que permita conseguir los objetivos de reducción de emisiones de *GEI* nombrados anteriormente en la Sección 2.3.1.
- Elaborar presupuestos de carbono que permitan repartir los objetivos de reducción de emisiones de *GEI* según la actividad realizada en los diferentes sectores.

Estructura del Registro

El proyecto indica que el Registro balear de la huella de carbono se tiene que estructurar de la siguiente forma:

- **Sección 1:** Huella de carbono y de reducción de emisiones de *GEI*.

En esta sección se registrará la siguiente información:

- Inscripción, cálculo y verificación de la huella de carbono anual de cada una de las organizaciones correspondientes.
- Información del plan de reducción de emisiones de cada una de las organizaciones correspondientes.

- **Sección 2:** Proyectos de absorción de *CO₂*.

En esta caso, la información que se registrará en esta sección es la siguiente:

- Proyectos de absorción de *GEI* a través de la fijación de carbono.
- Proyectos de reducción de emisiones de *GEI* que quedarán a disposición de otros sujetos que tengan que compensar emisiones.

Es importante indicar que dichos proyectos no deberán estar inscritos previamente en el Registro estatal de huella de carbono, con el objetivo de evitar la doble contabilidad en la compensación de emisiones.

- **Sección 3:** Huella de carbono y de reducción de emisiones de *GEI*.

Finalmente, en esta sección se inscribirán las compensaciones de huella de carbono indicadas en la sección 1 y que pueden proceder de los siguientes proyectos:

- Proyectos de absorción inscritos en el Registro balear.
- Proyectos de absorción inscritos en el Registro estatal y ubicados en territorio de las Illes Balears.
- Proyectos de reducción de emisiones de *GEI* realizados por terceros, ubicados en el territorio de las Illes Balears e inscritos en el Registro Balear.
- Proyectos de reducción de emisiones de *GEI* realizados por terceros, ubicados en el territorio de las Illes Balears e inscritos en el Registro estatal.

Cabe destacar que la compensación de emisiones de *GEI* mediante los dos últimos proyectos indicados solo se podrán llevar a cabo en el caso de que no haya disponibilidad de los dos tipos de proyectos indicados en primer lugar.

Sujetos inscribibles y obligaciones

Las entidades que deben inscribir de forma obligatoria su huella de carbono en el registro balear, son las siguientes:

2. MARCO LEGISLATIVO

- Medianas empresas (sociedad formada por entre 50 y 250 personas o cuyo balance general anual se encuentra entre 10 y 43 millones de euros) y grandes empresas (sociedad formada por más de 250 personas o cuyo balance general es superior a 43 millones de euros o cuyo volumen anual de negocio supera los 50 millones de euros) que realizan de forma total o parcialmente su actividad en las Illes Balears.
 - En el *Anexo I* del proyecto aparecen los sectores y subsectores de las medianas y grandes empresas que deberán inscribir su huella de carbono de forma obligatoria. Algunos ejemplos de estas organizaciones son las dedicadas al turismo, a los servicios educativos, a la agricultura, etc.
 - Es importante indicar que se considerará que una empresa realiza su actividad de forma parcial en las Illes Balears cuando realice cualquier tipo de servicio en el archipiélago, independientemente de que su domicilio social o centro de trabajo se encuentre fuera de la comunidad autónoma.
 - En el caso de agrupaciones de empresas, cada instalación tendrá la obligación de calcular y verificar su huella de carbono de forma individual. Sin embargo, la agrupación podría presentar únicamente un plan de reducción de emisiones de *GEI* siempre que este tenga una mayor efectividad que en el caso de que se presentaran los planes de cada una de las diferentes instalaciones por separado.
- La Administración autonómica de las Illes Balears y sus entidades instrumentales.

Estas entidades inscribibles tendrán la obligación de realizar las siguientes actuaciones:

- Calcular la huella de carbono de las emisiones difusas de alcance 1 y 2 de su organización, desde el 1 de enero hasta el 31 de diciembre del año natural N-2 (siendo N el año en curso), mediante la metodología de cálculo indicada en este proyecto.
- Verificar la huella de carbono de la entidad.
- Diseñar, presentar y ejecutar planes de reducción de emisiones.
- Registrar la huella de carbono anual y las actuaciones y medidas planteadas para reducir las emisiones de *GEI*.
- Adaptar las actuaciones a los indicadores de referencia de reducción y a los planes de reducción de emisiones de *GEI*.

Cabe destacar que cualquier persona física o jurídica podrá inscribirse en el registro voluntariamente y, por tanto, calcular la huella de carbono y llevar a cabo actividades para disminuir las emisiones de *GEI*.

Cálculo y verificación de la huella de carbono

En relación al cálculo de la huella de carbono, es importante destacar la siguiente información:

- Las entidades deberán de inscribir de forma obligatoria las emisiones de *GEI* correspondientes a los alcances 1 y 2.
- La cuantificación correspondiente a las emisiones de *GEI* del tipo alcance 3 se realizará de forma voluntaria.
- La metodología de cálculo de huella de carbono que deberán seguir las diferentes entidades se debe basar en la *norma UNE EN ISO 14064-1*.
 - Basándose en esta norma, la institución competente en materia de cambio climático, indicará los factores de emisión que se utilizarán para transformar los valores de consumos de la actividad en valores de emisión.

Una vez calculada la huella de carbono de la organización, esta deberá ser verificada:

- La verificación será realizada por un verificador externo acreditado según lo indicado en la norma UNE EN ISO 14065.
- La verificación externa acreditada se realizará el primer año que se inscriba la huella de carbono en el Registro y posteriormente cada tres años.
 - Para la inscripción de la huella de carbono anual de los años intermedios no será necesaria la verificación por parte de un verificador externo y la responsabilidad será del titular responsable de la organización.
- Aquellas organizaciones no obligadas a inscribir su huella de carbono, pero que deseen realizarlo de forma voluntaria, no tendrán la obligación de que sus emisiones sean verificadas por una entidad externa.

Planes de reducción de emisiones y compensación

Tal y como se ha comentado anteriormente, los sujetos obligados deben de realizar planes de reducción e incorporarlos junto a la huella de carbono, en la *Sección 1* del registro. Además, estos planes deberán ser validados por el organismo designado por la institución competente en materia del cambio climático del Gobierno de las Illes Balears.

Los planes de reducción deben contener la siguiente información:

- Los compromisos y las medidas de disminución de emisiones de *GEI*.
- La planificación temporal que se llevará a cabo para reducir la huella de carbono.
- Una estimación de la cantidad de emisiones que se reducirán mediante la implantación de dicho plan.

Por otro lado, las organizaciones podrán utilizar mecanismos de compensación con el objetivo de sustituir parte de las obligaciones de reducción de emisiones de *GEI*. También, las entidades podrán participar voluntariamente en proyectos de compensación realizados por terceros y a través de créditos generados en el mercado voluntario de carbono.

Presupuestos de carbono

Basándose en la inscripción de la huella de carbono y de los planes de reducción de emisiones de *GEI* realizados por parte de las organizaciones en el registro, el Gobierno de las Illes Balears podrá conocer el impacto de cada uno de los diferentes sectores de las islas y el potencial que dispone cada uno para poder disminuir las emisiones de *GEI*. Además, también dispondrán de otra información, como la competitividad, las condiciones sociales y económicas y la política energética en cada sector.

A partir de la recopilación y el análisis de todos estos datos, se elaborarán los presupuestos de carbono que definirán los objetivos de eficiencia energética y reducción de emisiones. Estos objetivos deberán cumplirse de forma progresiva y serán divididos entre los diferentes sectores de actividad económica, mediante la aprobación de los planes de reducción que deberá cumplir cada una de las diferentes organizaciones.

Finalmente, la institución competente en materia de cambio climático aprobará una serie de indicadores con el objetivo de poder asociar la huella de carbono a unos parámetros comunes para cada subsector y tipología de instalación. Estos indicadores posibilitarán que las diferentes organizaciones puedan realizar esfuerzos justos y comunes para reducir las emisiones de *GEI*.

ANÁLISIS DE LOS ESTABLECIMIENTOS HOTELEROS ESTUDIADOS

En este capítulo se caracterizan los establecimientos hoteleros de las Illes Balears de los cuales se analizan su huella de carbono. Para ello, se definen los siguientes apartados: características de los establecimientos estudiados, descripción de los establecimientos analizados, análisis de la ocupación, comparación de los establecimientos analizados respecto al total en las Illes Balears en 2019 y análisis del consumo energético.

3.1 Características de los establecimientos estudiados

En primer lugar, para analizar la huella de carbono del sector hotelero de las Illes Balears, se ha procedido a realizar una base de datos muy amplia y diversa formada por 90 establecimientos. Concretamente, se dispone de establecimientos de tipología hotel u hotel apartamento y con categoría de 3, 4 o 5 estrellas.

Para cada establecimiento, se han identificado diferentes características con el objetivo de analizar la huella de carbono de la forma más completa posible. Por ejemplo, se diferenciará el análisis según la categoría, el número de comidas que ofrece, la tipología del hotel, etc. Además, para poder calcular la huella de carbono, se han indicado los diferentes consumos anuales, tanto de energía eléctrica como de energía térmica (gas natural, Gas Licuado del Petróleo (*GLP*) y gasoil), y la comercializadora eléctrica de cada suministro.

En el Cuadro 3.1 se muestran las diferentes características indicadas en la base de datos para cada establecimiento hotelero. Cabe destacar que en el Anexo A aparecerá la base de datos completa utilizada para calcular y analizar la huella de carbono de cada establecimiento. Cabe destacar que esta información ha sido obtenida mediante los datos disponibles gracias a mi puesto laboral y que serán tratados de forma anónima.

3. ANÁLISIS DE LOS ESTABLECIMIENTOS HOTELEROS ESTUDIADOS

Características generales	
Localización	Superficie construida
Nº unidades de alojamiento	Tipología
Régimen	Nº comidas
Nº estrellas	
Características de ocupación	
Pernoctaciones anuales	Nº Meses abiertos
Características Energética	
Consumo eléctrico anual (kWh)	Comercializadora eléctrica
Garantía de Origen	Consumo gas natural anual (kWh)
Coste gas propano anual (kg)	Consumo gasoil anual (l)

Cuadro 3.1: Caracterización de los establecimientos hoteleros analizados.

3.2 Descripción de los establecimientos analizados

Con el objetivo de distribuir los establecimientos y las unidades de alojamiento, se seguirán los siguientes criterios:

- **Categoría.** Distribución en función del número de estrellas.
- **Tipología.** Organización en función del tipo de establecimiento:
 - **Hotel (H).** Establecimientos que disponen de unidades de alojamiento y ofrecen al huésped servicios de alimentación y otros adicionales
 - **Hotel Apartamento (HA).** Establecimientos donde el total o parte de las unidades de alojamiento disponen de las instalaciones necesarias para conservar, elaborar y consumir alimentos
- **Régimen de alojamiento.** Clasificación en función del número de comidas que ofrece el establecimiento:
 - **Solo Alojamiento (SA).** Solamente incluye alojamiento.
 - **Desayuno (D).** Incluye alojamiento y desayuno (1 comida).
 - **Media Pensión (MP).** Incluye alojamiento, desayuno y cena (2 comidas).
 - **Pensión Completa (PC).** Incluye alojamiento, desayuno, almuerzo y cena (3 comidas).
 - **Todo Incluido (TI).** Incluye alojamiento, desayuno, almuerzo, cena y servicios adicionales especificados por el establecimiento (3 comidas y extras).
- **Tamaño del hotel.** Criterio que estructura los establecimientos según la superficie construida de cada uno.
- **Número de unidades de alojamiento (UAs).** Estructuración según el número total de habitaciones o apartamentos que disponen los establecimientos.

Distribución según la categoría

Los 90 establecimientos hoteleros analizados se reparten según su categoría a partir de lo indicado en el Cuadro 3.2. En relación con estos establecimientos, todos tienen tres o más estrellas, siendo los de 4 estrellas los más numerosos (60%).

En lo que se refiere a las unidades de alojamiento, los establecimientos analizados disponen de 13.608 habitaciones y 3.484 apartamentos en total, que se distribuyen según la categoría tal y como se muestra en el Cuadro 3.3.

Si se compara ambas distribuciones, podemos observar cómo los porcentajes varían ligeramente. No obstante, en ambas distribuciones predomina de forma considerable la categoría de 4 estrellas.

3. ANÁLISIS DE LOS ESTABLECIMIENTOS HOTELEROS ESTUDIADOS

	Mallorca	Menorca	Ibiza - Formentera	Illes Balears	%
*	0	0	0	0	0%
**	0	0	0	0	0%
***	32	1	0	33	36,67 %
****	49	1	4	54	60,00 %
*****	3	0	0	3	3,33 %
TOTAL	84	2	4	90	-
%	93,33 %	2,22 %	4,44 %	-	-

Cuadro 3.2: Distribución de los establecimientos analizados en las diferentes islas del archipiélago según la categoría.

	Mallorca	Menorca	Ibiza - Formentera	Illes Balears	%
*	0	0	0	0	0%
**	0	0	0	0	0%
***	5.738	204	0	5.942	34,76 %
****	9.474	191	1.121	10.786	63,11 %
*****	364	0	0	364	2,13 %
TOTAL	15.576	395	1.121	17.092	-
%	91,13 %	2,31 %	6,56 %	-	-

Cuadro 3.3: Distribución de las unidades de alojamiento analizadas en las diferentes islas del archipiélago según la categoría.

	Mallorca	Menorca	Ibiza - Formentera	Illes Balears	%
<i>H</i>	61	0	3	64	71,11 %
<i>HA</i>	23	2	4	26	28,89 %
TOTAL	84	2	4	90	-
%	93,33 %	2,22 %	4,44 %	-	-

Cuadro 3.4: Distribución de los establecimientos analizados en las diferentes islas del archipiélago según la tipología.

Distribución según la tipología

En cuanto a la tipología de los establecimientos analizados, en el Cuadro 3.4 se muestra su distribución en las diferentes islas del archipiélago balear. Tal y como se observa, 71,11 % de los establecimientos analizados son hoteles y el 28,89 % restantes son hoteles apartamento.

Respecto a las unidades de alojamiento, en el Cuadro 3.5 se muestra como el 65,66 % de estas forman parte de los hoteles mientras que el resto se corresponden a los hoteles apartamento.

	Mallorca	Menorca	Ibiza - Formentera	Illes Balears	%
<i>H</i>	10.326	0	896	11.222	65,66 %
<i>HA</i>	5.250	395	225	5.870	34,34 %
TOTAL	15.576	395	1.121	17.092	-
%	91,13 %	2,31 %	6,56 %	-	-

Cuadro 3.5: Distribución de las unidades de alojamiento analizadas en las diferentes islas del archipiélago según la tipología.

Es decir, si se visualiza desde el punto de vista de las unidades de alojamiento, el peso del hotel disminuye y el del hotel apartamento aumenta respecto la distribución de los establecimiento.

Distribución según el régimen de alojamiento

Otro aspecto a tener en cuenta es el número de comidas que se realiza en cada establecimiento hotelero para evaluar si tiene una relación directa con la huella de carbono. Por ese motivo, en la Figura 3.1 se muestra la distribución de los establecimientos hoteleros en función del régimen de alojamiento que ofrecen. De las diferentes opciones, destaca el régimen de *PC* o *TI* con un 53 %, donde se ofrece al huésped la posibilidad de 3 comidas.

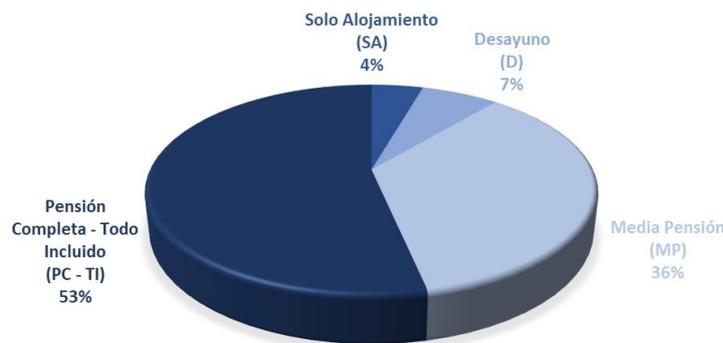


Figura 3.1: Distribución de los establecimientos hoteleros según el régimen de alojamiento.

3. ANÁLISIS DE LOS ESTABLECIMIENTOS HOTELEROS ESTUDIADOS

Si utilizamos el mismo criterio para clasificar las unidades de alojamiento, se observa como también predomina el régimen de *PC* o *TI*, que llega a situarse en un 65 % (Figura 3.2).



Figura 3.2: Distribución de las unidades de alojamiento según el régimen de alojamiento.

Distribución según el tamaño

Otra característica que se deberá considerar a la hora de analizar la huella de carbono, es la superficie de cada establecimiento. Para ello, en la Figura 3.3 se muestra la distribución de los establecimientos en función al tamaño de estos, donde los establecimientos entre 5.000 m² y 10.000 m² representan el 48 % de los establecimientos analizados.

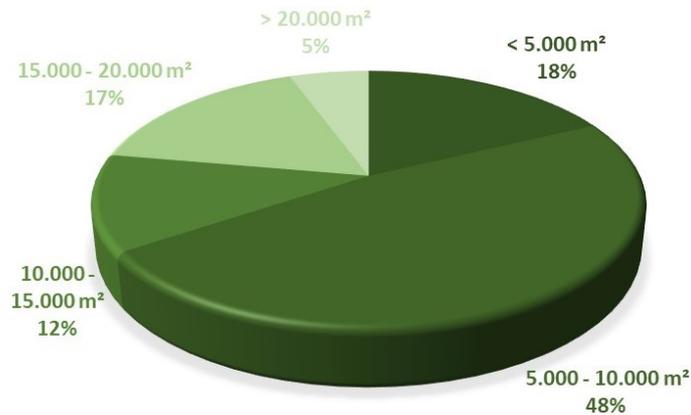


Figura 3.3: Distribución de los establecimientos analizados en función de su superficie.

Distribución según el número de UAs

Finalmente, otro parámetro a considerar será el número de unidades de alojamiento, es decir la suma del número de apartamentos y habitaciones, que dispone cada uno de los establecimientos. En la Figura 3.4 se muestra la distribución de los establecimientos en

3.2. Descripción de los establecimientos analizados

función a las unidades de alojamiento. A partir de esto, se visualiza como únicamente el 7% de los establecimientos disponen de menos de 50 *UAs*.

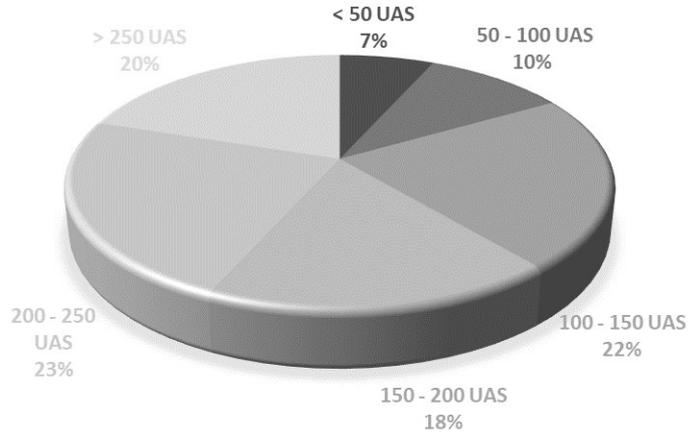


Figura 3.4: Distribución de los establecimientos analizados en función del número de *UAs*.

3.3 Análisis de la ocupación

La ocupación es un factor fundamental para el sector hotelero. Además de ser un parámetro determinante para la economía, se trata de un factor muy importante a tener en cuenta en el consumo de energía del hotel, y por tanto en el cálculo de la huella de carbono.

El perfil de ocupación de las Illes Balears se caracteriza por concentrar una mayor ocupación los meses de verano, y menor durante los meses de invierno. Por ese motivo, tal y como se visualiza en la Figura 3.5, la mayoría de los establecimientos se encuentran abiertos durante 6 o 7 meses, siendo únicamente 6 los que se encuentran abiertos durante todo el año.

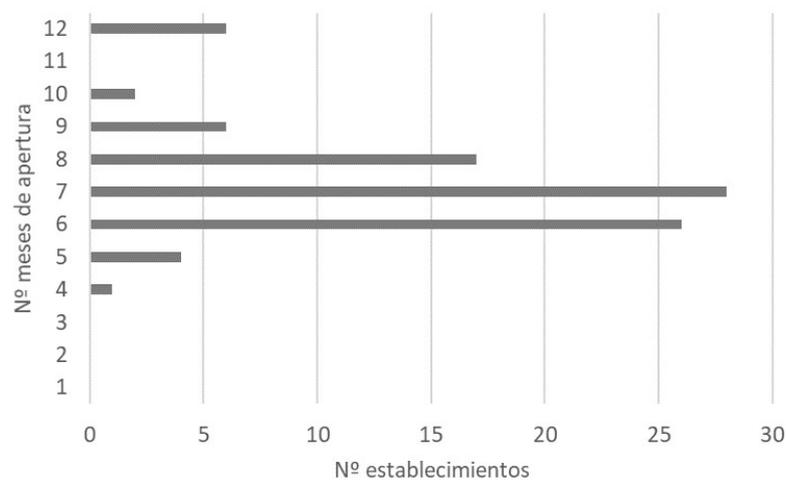


Figura 3.5: Distribución de los establecimientos analizados en función de los meses de apertura.

En el Cuadro 3.6 se muestra la distribución de las pernoctaciones de los establecimientos analizados durante 2019 según la categoría. En total, los 90 establecimientos analizados tuvieron 6.993.535 pernoctaciones durante 2019, siendo los hoteles de 4 estrellas los que tienen un número más representativo.

	Mallorca	Menorca	Ibiza - Formentera	Illes Balears	%
***	2.378.971	85.460	0	2.464.431	35,24%
****	3.982.613	82.124	397.042	4.461.779	63,80%
*****	67.325	0	0	67.325	0,96%
TOTAL	6.428.909	167.584	397.042	6.993.535	-
%	91,93%	2,40%	5,68%	-	-

Cuadro 3.6: Distribución de las pernoctaciones de los establecimientos analizados durante 2019 según la categoría.

Por otro lado, en el Cuadro 3.7 se distribuye las pernoctaciones según la tipología. A

3.3. Análisis de la ocupación

partir de este, se observa como el 58,25% de las pernoctaciones analizadas se producen en los hoteles y el 41,75% en los hoteles apartamento.

	Mallorca	Menorca	Ibiza - Formentera	Illes Balears	%
H	3.787.713	0	285.909	4.073.622	58,25%
HA	2.641.196	167.584	111.133	2.919.913	41,75%
TOTAL	6.428.909	167.584	397.042	6.993.535	-
%	91,93%	2,40%	5,68%	-	-

Cuadro 3.7: Distribución de las pernoctaciones de los establecimientos analizados durante 2019 según la tipología.

Al igual que se ha realizado con los establecimientos y las unidades de alojamiento, también es interesante analizar la distribución de las pernoctaciones según el régimen de alojamiento. En la Figura 3.6 se muestra como hasta el 70% de las pernoctaciones se centran en los establecimientos que ofrecen como régimen de alojamiento *PC* o *TI*.

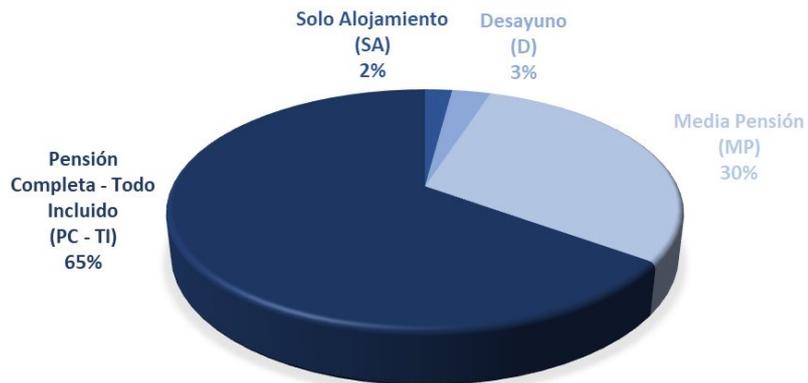


Figura 3.6: Distribución de las pernoctaciones de los establecimientos analizados durante 2019 según el régimen de alojamiento.

3.4 Análisis de los establecimientos situados en las Illes Balears en 2019

Una vez descritos los establecimientos analizados y su ocupación, en esta sección se analiza la distribución del total de los establecimientos, específicamente aquellos de tipología hotel u hotel apartamento, situados en las Illes Balears en 2019. Para realizar este análisis, a continuación se muestra la distribución de los establecimientos, unidades de alojamiento y pernoctaciones según la categoría y la tipología del hotel.

Distribución según la categoría

En primer lugar, en el Cuadro 3.8 se muestra la distribución de los establecimientos situados en las Illes Balears en 2019 según la categoría. En este caso se observa como más de la mitad de los establecimientos son de 4 estrellas.

	Mallorca	Menorca	Ibiza - Formentera	Illes Balears	%
*	19	4	11	34	3,08 %
**	43	6	30	79	7,15 %
***	262	28	67	357	35,31 %
****	477	46	41	564	51,04 %
*****	58	3	10	71	6,43 %
TOTAL	859	87	159	1.105	-
%	77,74 %	7,87 %	14,39 %	-	-

Cuadro 3.8: Distribución de los establecimientos situados en las Illes Balears en 2019 según la categoría. Elaboración propia con datos obtenidos de: http://www.caib.es/sites/estadistiquesdelturisme/es/alojamientos_turisticos-33206/.

Por otro lado, en el Cuadro 3.9 se realiza la distribución de las unidades de alojamiento en base al mismo criterio. En este caso, el 57,89 % de las unidades de alojamiento se centran en los establecimientos de 4 estrellas.

	Mallorca	Menorca	Ibiza - Formentera	Illes Balears	%
*	665	163	519	1.347	0,83 %
**	3.234	145	3.511	6.890	4,24 %
***	35.919	3.163	12.026	51.108	31,44 %
****	79.381	8.060	6.661	94.102	57,89 %
*****	6.196	952	1.970	9.118	5,61 %
TOTAL	125.395	12.483	24.687	162.565	-
%	77,14 %	7,68 %	15,19 %	-	-

Cuadro 3.9: Distribución de las unidades de alojamiento situadas en las Illes Balears en 2019 según la categoría. Elaboración propia con datos obtenidos de: http://www.caib.es/sites/estadistiquesdelturisme/es/alojamientos_turisticos-33206/.

3.4. Análisis de los establecimientos situados en las Illes Balears en 2019

En el caso de la distribución de las pernoctaciones, las categorías de 1 y 2 estrellas se encuentran dentro del mismo grupo debido a que la información a la cual se ha tenido acceso estaba estructurada de esta forma. Además, en la distribución de las pernoctaciones indicada en el Cuadro 3.10 no solo se contabilizan las pernoctaciones de los establecimientos de tipología hotel y hotel apartamento, sino que también se hace referencia al resto de establecimientos considerados de categoría “oro” (hotel residencia, motel, parador nacional y residencia apartamento). En dicha distribución, también se observa como los establecimientos de 4 estrellas son los que presentan un mayor número de pernoctaciones (48,48%).

	Mallorca	Menorca	Ibiza - Formentera	Illes Balears	%
* y **	1.836.439	149.475	1.157.171	3.143.085	5,61 %
***	17.957.333	1.318.007	3.430.117	22.705.457	40,50 %
****	22.275.528	2.275.825	2.630.513	27.181.866	48,48 %
*****	1.979.038	237.560	819.935	3.036.533	5,42 %
TOTAL	44.048.338	3.980.867	8.037.736	56.066.941	-
%	78,56 %	7,10 %	14,34 %	-	-

Cuadro 3.10: Distribución de las pernoctaciones de los establecimientos situados en las Illes Balears en 2019 según la categoría. Elaboración propia con datos obtenidos de: https://ibestat.caib.es/ibestat/estadistiques/614884d6-737a-401d-a8c3-a35519b8fec9/3f182745-b08d-4bac-96ea-41c81f7ccd21/es/I208013_i041.pxx.

Distribución según la tipología

Observada la distribución en función de la categoría, se procede a analizar la estructura de los establecimientos y de las unidades de alojamiento según la tipología. En este caso, al no poder disponer de la información necesaria, no se ha realizado la distribución de las pernoctaciones.

En relación a la estructura de los establecimientos a partir de la tipología, en el Cuadro 3.11 se muestra como en 2019 había 839 hoteles y 266 hoteles apartamentos situados en las Illes Balears.

	Mallorca	Menorca	Ibiza - Formentera	Illes Balears	%
H	652	55	132	839	75,93 %
HA	207	32	27	266	24,07 %
TOTAL	859	87	159	1.105	-
%	77,74 %	7,87 %	14,39 %	-	-

Cuadro 3.11: Distribución de los establecimientos situados en las Illes Balears en 2019 según la tipología. Elaboración propia con datos obtenidos de: http://www.caib.es/sites/estadistiquesdelturisme/es/alojamientos_turisticos-33206/.

3. ANÁLISIS DE LOS ESTABLECIMIENTOS HOTELEROS ESTUDIADOS

Finalmente, en el Cuadro 3.12 se observa la distribución de las unidades de alojamiento en las Illes Balears en 2019 según la tipología, donde la mayoría de las unidades de alojamiento se concentran en los hoteles (73,03 %).

	Mallorca	Menorca	Ibiza - Formentera	Illes Balears	%
H	89.952	7.378	21.387	118.717	73,03 %
HA	35.443	5.105	3.300	43.848	26,97 %
TOTAL	125.395	12.483	24.687	162.565	-
%	77,14 %	7,68 %	15,19 %	-	-

Cuadro 3.12: Distribución de las unidades de alojamiento situadas en las Illes Balears en 2019 según la tipología. Elaboración propia con datos obtenidos de: http://www.caib.es/sites/estadistiquesdelturisme/es/alojamientos_turisticos-33206/.

3.5 Comparativa entre las distribuciones analizadas y el total de las Illes Balears en 2019

Detallada la distribución de los establecimientos y de la ocupación, tanto de los analizados como del total de las Illes Balears en 2019, se procede a comparar los resultados obtenidos. Para ello, se siguen los criterios de categoría y tipología.

Comparación de las distribuciones según la categoría

En primer lugar, se compara en la Figura 3.7 los establecimientos analizados con el total de las Illes Balears según la categoría. Tal y como se observa, en este *TFM* se analiza el 9,07% de los hoteles y hoteles apartamentos de 3, 4 y 5 estrellas ubicados en el archipiélago, siendo los establecimientos de 4 estrellas los más representados con un 9,57% y los de 5 estrellas los menos representados con un 4,23%.

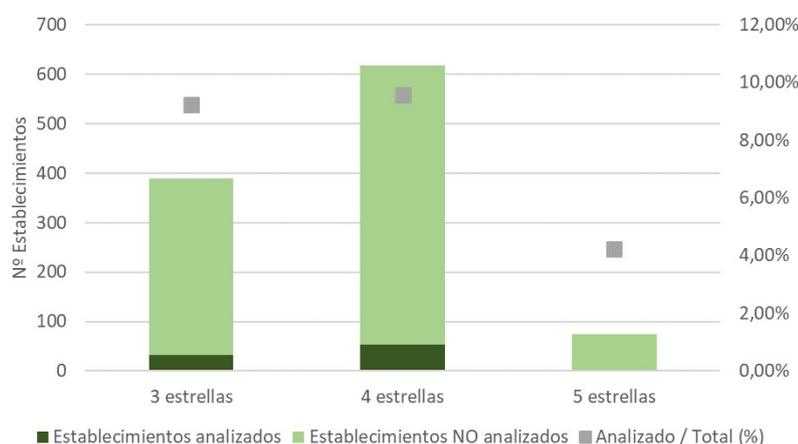


Figura 3.7: Comparación de los establecimientos analizados respecto al total de establecimientos en las Illes Balears en 2019 según la categoría.

Posteriormente, en la Figura 3.8 se realiza el mismo análisis con las unidades de alojamiento. En este caso, las unidades de alojamiento analizadas representan el 11,08% del total, destacando las de categoría de 3 estrellas con un 11,63%.

Además, en la Figura 3.9 se muestra como las pernoctaciones analizadas en este estudio representan el 13,21% de las realizadas en 2019 en los establecimientos situados en las Illes Balears, llegando hasta un 16,41% de las pernoctaciones realizadas en los establecimientos de 4 estrellas.

Comparación de las distribuciones según la tipología

Finalmente se compara los establecimientos y las unidades de alojamiento analizadas según la tipología. Cabe destacar, que en este caso la representación de los elementos estudiados es menor que en las distribuciones según la categoría, ya que en esta comparación se consideran el total de hoteles y hoteles apartamentos, es decir se incluyen también los de 1 y 2 estrellas.

3. ANÁLISIS DE LOS ESTABLECIMIENTOS HOTELEROS ESTUDIADOS

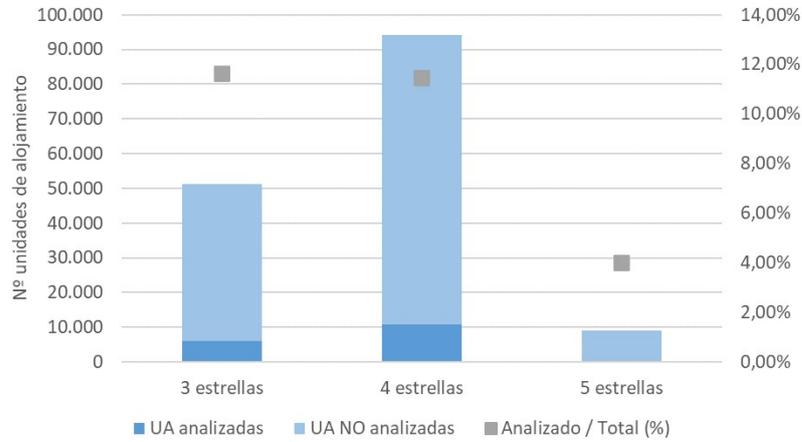


Figura 3.8: Comparación de las unidades de alojamiento de los establecimientos analizados respecto al total de los establecimientos en las Illes Balears en 2019 según la categoría.

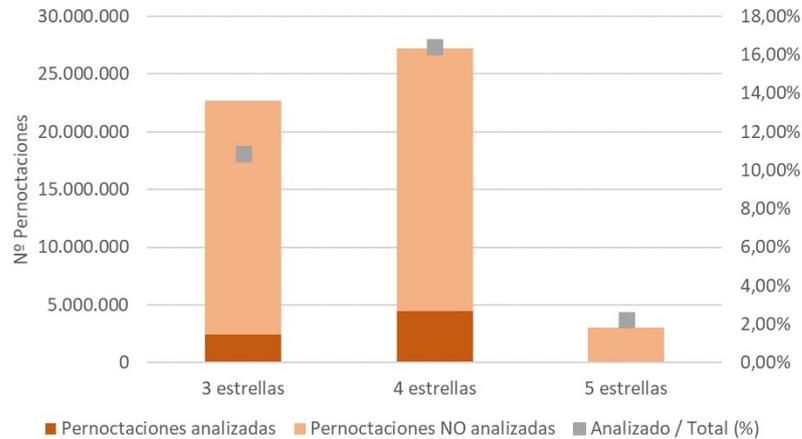


Figura 3.9: Comparación de las pernoctaciones de los establecimientos analizados respecto al total de los establecimientos en las Illes Balears en 2019 según la categoría.

En cuanto al porcentaje de hoteles y hoteles apartamentos analizados respecto al total, este disminuye respecto a la distribución según la categoría hasta situarse en un 8,14%, llegando a ser un 7,63% del total de los hoteles y un 9,77% del total de los hoteles apartamento (Figura 3.10).

Para acabar, si se analiza la dimensión de las unidades de alojamiento de los hoteles y hoteles apartamentos analizados respecto el total, se observa que es de un 10,51%, repartido tal y como aparece en la Figura 3.11.

3.5. Comparativa entre las distribuciones analizadas y el total de las Illes Balears en 2019

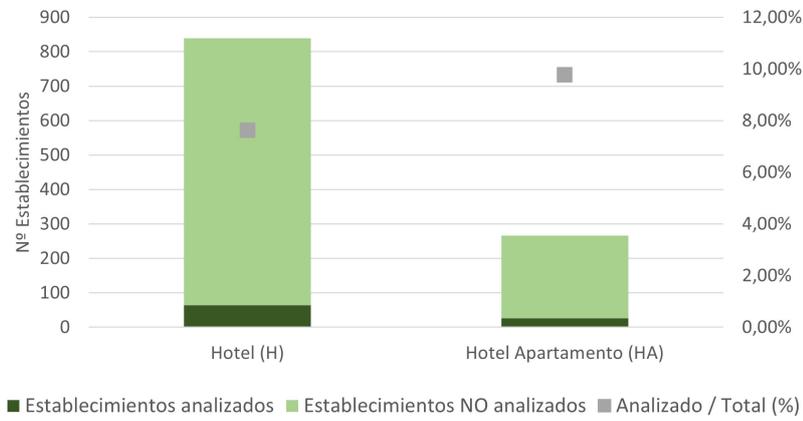


Figura 3.10: Comparación de los establecimientos analizados respecto al total de establecimientos en las Illes Balears en 2019 según la tipología.

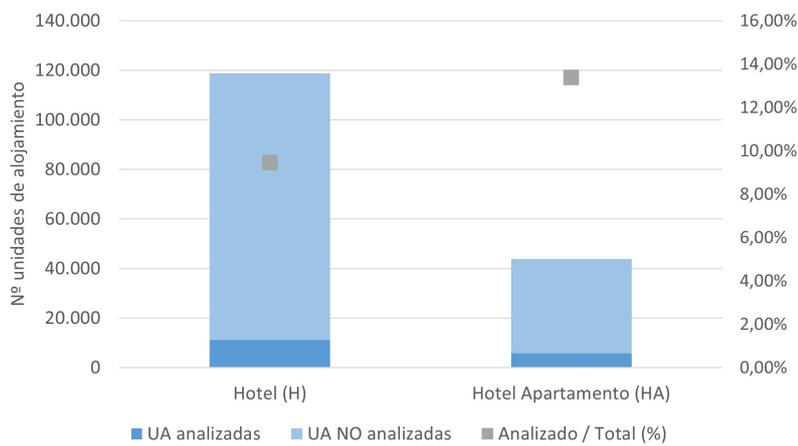


Figura 3.11: Comparación de las unidades de alojamiento de los establecimientos analizados respecto al total de establecimientos en las Illes Balears en 2019 según la tipología.

3.6 Análisis del consumo energético de los establecimientos estudiados

Conocer, controlar y analizar el consumo energético del establecimiento hotelero es imprescindible para calcular la huella de carbono. Por ello, se analiza el consumo energético de los 90 establecimientos estudiados, el cual se obtiene a partir de las facturas emitidas por las diferentes comercializadoras/distribuidoras. Cabe destacar que únicamente se tiene en cuenta el consumo energético que implica una emisión de *GEI*. Es decir, no se considera la energía proveniente de fuentes renovables como la energía solar térmica, fotovoltaica, biomasa, etc.

Por lo tanto, las fuentes energéticas utilizadas en los establecimientos estudiados se pueden separar de la siguiente forma:

- **Energía eléctrica.** Energía utilizada para llevar a cabo servicios de climatización, ascensores, iluminación, bombas de agua, maquinaria eléctrica de cocina y de lavandería, equipos de extinción de incendios, etc.
- **Energía térmica.** Energía destinada a producir calefacción, Agua Caliente Sanitaria (*ACS*), para el suministro en cocina y lavandería, para la climatización de piscina cubiertas, etc.

En la Figura 3.12 se muestra la distribución del consumo de energía final total de los 90 establecimientos estudiados, donde el 61 % del consumo de energía corresponde energía eléctrica con un 61 % mientras que resto corresponde energía térmica (23 % gas natural, 11 % gasoil y 5 % *GLP*).

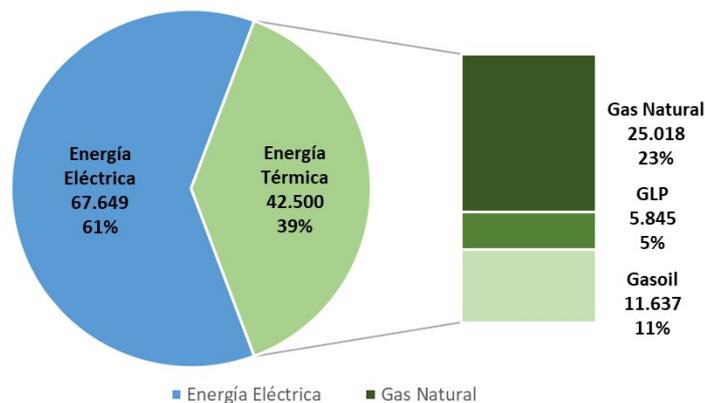


Figura 3.12: Distribución del consumo de energía final de los establecimientos analizados en 2019 (MWh).

A continuación, se procede a analizar la distribución de las fuentes de energía en función de los criterios indicados anteriormente para comprobar si se sigue un patrón de consumo energético. Concretamente, se comparan los siguientes ratios energéticos:

- kWh consumido por m² construido y por año.

3.6. Análisis del consumo energético de los establecimientos estudiados

- kWh consumido por unidad de alojamiento y por año.
- kWh consumido por pernoctación y por año.

Análisis del consumo energético según la categoría

En primer lugar, se procede a analizar el consumo energético realizado por los establecimientos estudiados en función de la categoría. Para ello, en la Figura 3.13 se muestran los resultados obtenidos del análisis realizado.

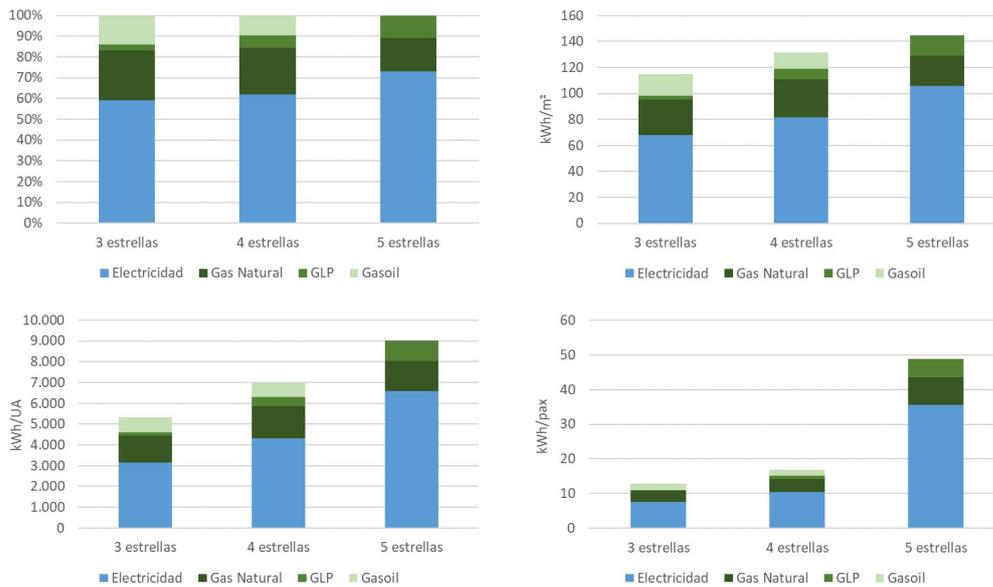


Figura 3.13: Análisis del consumo energético de los establecimientos estudiados según su categoría. *Gráfica superior izquierda*: Distribución del consumo de energía final según la categoría. *Gráfica superior derecha*: Consumo de energía final por superficie según la categoría (kWh/m²). *Gráfica inferior izquierda*: Consumo de energía final por unidad de alojamiento según la categoría (kWh/UA). *Gráfica inferior derecha*: Consumo de energía final por pernoctación según la categoría (kWh/pax).

Tal y como se observa, cuanto superior es la categoría del establecimiento, mayor es el uso de electricidad y menor el de combustible. Además, en los tres ratios energéticos calculados, se observa que el consumo energético aumenta cuanto mayor sea el número de las estrellas del establecimiento.

Estos resultados obtenidos son razonables, ya que, habitualmente, los establecimientos que disponen de una categoría más alta, suelen ofrecer una mejor y mayor variedad de servicios, que provocan este aumento del consumo energético.

Análisis del consumo energético según la tipología

En la Figura 3.14 se muestra que la distribución del consumo de energía final de los hoteles y los hoteles apartamento, es muy similar. Si se analizan los indicadores energéticos, se observa que el consumo energético por unidad de alojamiento es menor en

3. ANÁLISIS DE LOS ESTABLECIMIENTOS HOTELEROS ESTUDIADOS

los hoteles que en los hoteles apartamentos, mientras que el consumo energético por superficie y por pernoctación, es menor en los hoteles apartamentos.

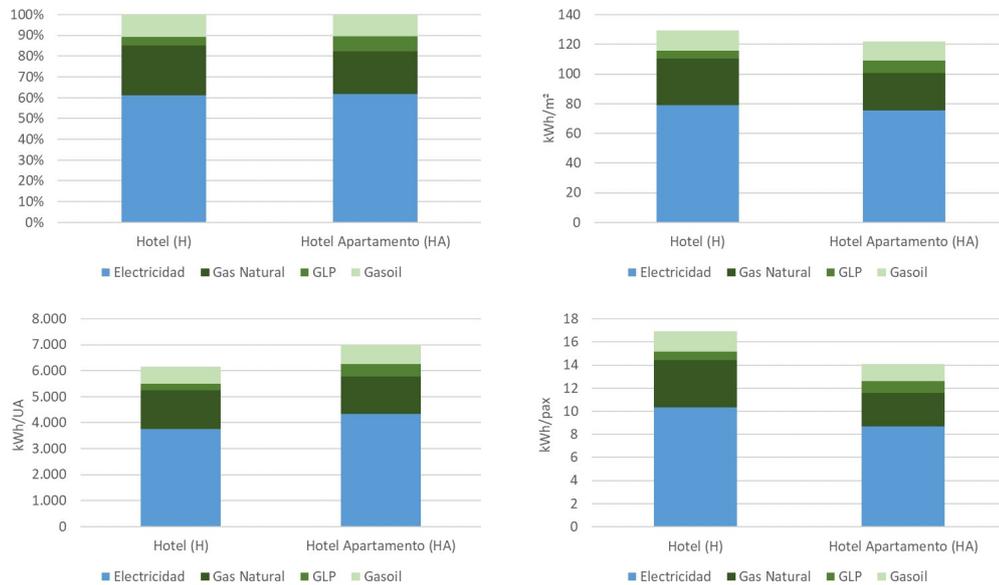


Figura 3.14: Análisis del consumo energético de los establecimientos estudiados según su tipología. *Gráfica superior izquierda:* Distribución del consumo de energía final según la tipología. *Gráfica superior derecha:* Consumo de energía final por superficie según la tipología (kWh/m²). *Gráfica inferior izquierda:* Consumo de energía final por unidad de alojamiento según la tipología (kWh/UA). *Gráfica inferior derecha:* Consumo de energía final por pernoctación según la tipología (kWh/pax).

Para establecimientos con un dimensionamiento similar, los hoteles apartamentos tienen un menor número de unidades de alojamiento, debido a que cuentan como principal unidad de alojamiento con apartamentos, los cuales tienen una mayor superficie que las habitaciones de los hoteles. Esta situación provoca que, tal y como ya se ha indicado, el consumo energético por unidad de alojamiento sea superior en los hoteles apartamentos.

En cambio, basándose en los resultados de los otros dos ratios, se puede apreciar que los hoteles, respecto a los hoteles apartamento, ofrecen de forma general un mayor número de instalaciones y servicios que suponen que el consumo energético sea superior.

Análisis del consumo energético según el régimen de alojamiento

El análisis del consumo energético según el régimen de alojamiento se realiza para comprobar si hay alguna relación entre el consumo energético del establecimiento y el número de comidas que ofrece. En la Figura 3.15 se observa como la distribución del consumo de energía final no sigue un patrón en función del número de comidas.

Si se analizan los resultados de los ratios energéticos se observa como los establecimientos que ofrecen una única comida al día (desayuno) son los que realizan un mayor

3.6. Análisis del consumo energético de los establecimientos estudiados

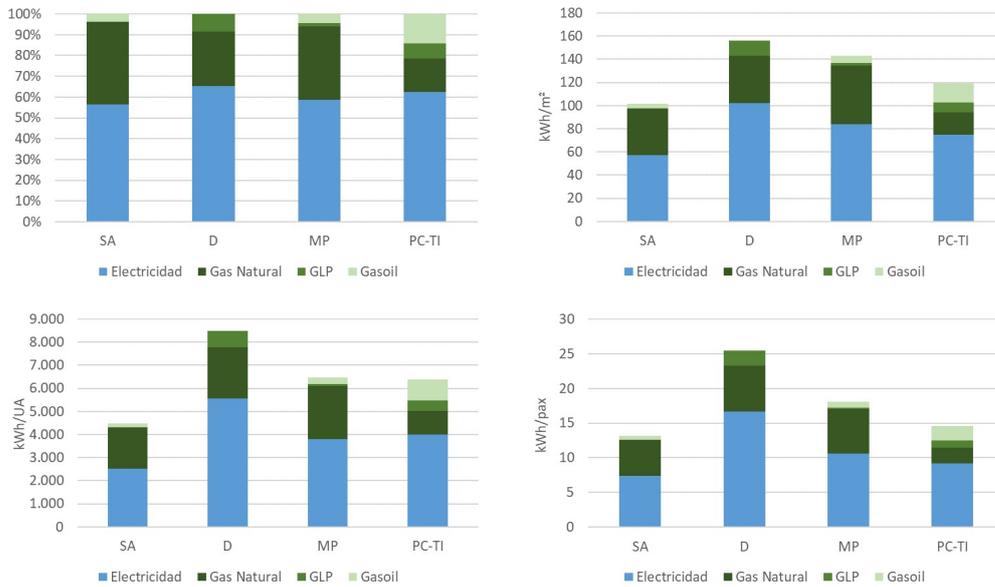


Figura 3.15: Análisis del consumo energético de los establecimientos estudiados según su régimen de alojamiento. *Gráfica superior izquierda:* Distribución del consumo de energía final según el régimen de alojamiento. *Gráfica superior derecha:* Consumo de energía final por superficie según el régimen de alojamiento (kWh/m²). *Gráfica inferior izquierda:* Consumo de energía final por unidad de alojamiento según el régimen de alojamiento (kWh/UA). *Gráfica inferior derecha:* Consumo de energía final por pernoctación según el régimen de alojamiento (kWh/pax).

consumo de energía. Esto significa que un mayor número de comidas ofrecidas por el establecimiento al día, no implica que el consumo energético vaya a ser superior. Cabe destacar que aunque el hotel ofrezca como régimen de alojamiento solo desayuno, es posible que también ofrezca servicios de restaurante tanto para la comida como para la cena, por lo que sería necesario analizar un mayor número de variables para demostrar que este resultado obtenido es concluyente.

Sin embargo, si se puede sacar como conclusión que los establecimientos que no ofrecen ningún servicio de comida tienen un menor consumo de energía, ya que se tratan de establecimientos que disponen de los servicios mínimos para alojarse.

Análisis del consumo energético según el número de unidades de alojamiento

A partir de este análisis se quiere comprobar si la distribución de las fuentes de energía de los establecimientos y los ratios energéticos varían en función del número de unidades de alojamiento.

En la Figura 3.16 se muestra como el porcentaje de consumo energía final procedente de la electricidad y combustible es similar en los establecimientos independientemente del número de unidades de alojamiento.

Por otro lado, si se analizan los ratios energéticos, sí que se observa que el consumo energético en función de los diferentes parámetros tiende a disminuir a medida que el

3. ANÁLISIS DE LOS ESTABLECIMIENTOS HOTELEROS ESTUDIADOS

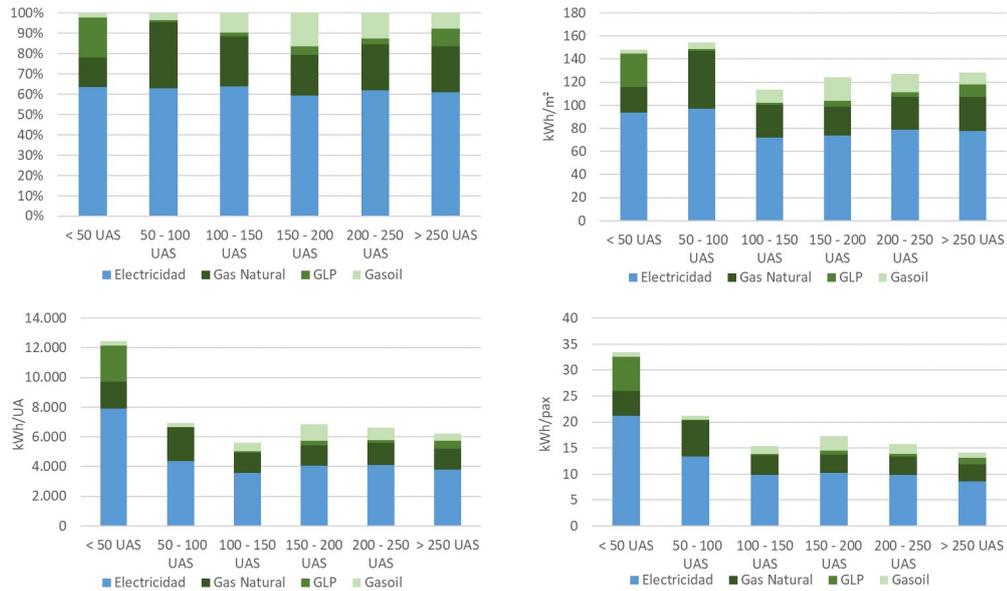


Figura 3.16: Análisis del consumo energético de los establecimientos estudiados según el número de UAs que disponga. *Gráfica superior izquierda:* Distribución del consumo de energía final según el número de UAs del establecimiento. *Gráfica superior derecha:* Consumo de energía final por superficie según el número de UAs del establecimiento (kWh/m²). *Gráfica inferior izquierda:* Consumo de energía final por unidad de alojamiento según el número de UAs del establecimiento (kWh/UA). *Gráfica inferior derecha:* Consumo de energía final por pernoctación según el número de UAs del establecimiento (kWh/pax).

número de alojamientos de cada establecimiento es superior.

Análisis del consumo energético según la superficie

Finalmente, en la Figura 3.17 aparecen los resultados obtenidos del análisis del consumo de energía final según la superficie del establecimiento.

En dicho estudio, se muestra como los establecimientos con una superficie superior a los 20.000 m² el 70% del consumo de energía final procede de la electricidad mientras que en los establecimientos con una superficie inferior se sitúan alrededor del 60%.

En relación con los ratios energéticos, el consumo energético varía en función del patrón al que se les relacione, por lo que es difícil obtener un patrón concluyente. No obstante, se puede apreciar que el consumo energético por m² y por pernoctación, disminuye en los establecimientos con una superficie mayor a los 20.000 m².

3.6. Análisis del consumo energético de los establecimientos estudiados

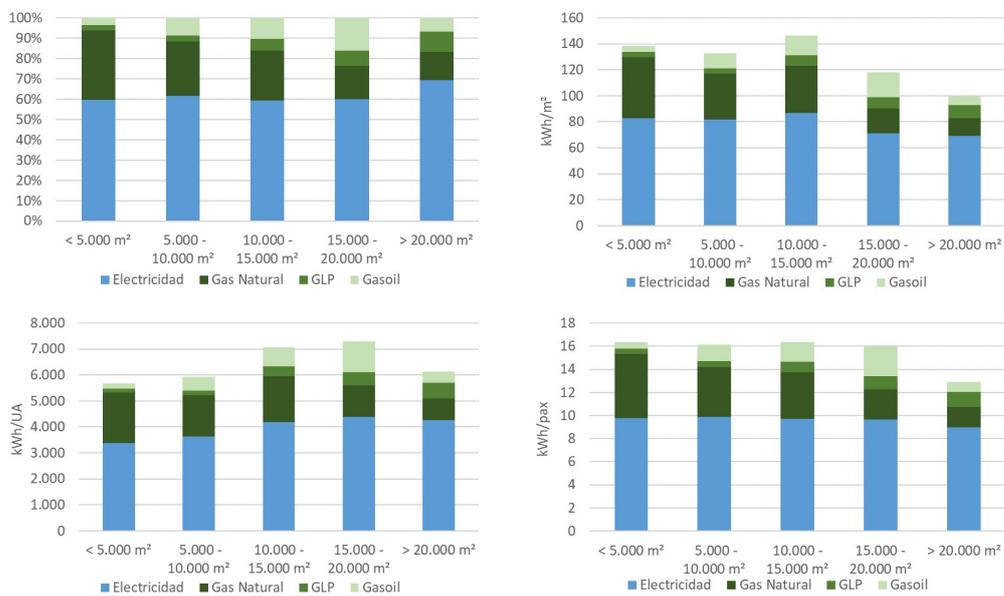


Figura 3.17: Análisis del consumo energético de los establecimientos estudiados según la superficie de estos. *Gráfica superior izquierda*: Distribución del consumo de energía final según la superficie del establecimiento. *Gráfica superior derecha*: Consumo de energía final por superficie según la superficie del establecimiento (kWh/m²). *Gráfica inferior izquierda*: Consumo de energía final por unidad de alojamiento según la superficie del establecimiento (kWh/UA). *Gráfica inferior derecha*: Consumo de energía final por pernoctación según la superficie del establecimiento (kWh/pax).

ANÁLISIS DE LA HUELLA DE CARBONO EN 2019 DE LOS ESTABLECIMIENTOS ESTUDIADOS

En este capítulo se procede a analizar la cantidad de *GEI* emitidas en 2019 por los diferentes establecimientos estudiados. Para ello, en primer lugar se explica la metodología mediante la cual se ha realizado el estudio. Posteriormente, se analizan y comparan los resultados obtenidos. Finalmente, se muestran las conclusiones del análisis.

4.1 Metodología

A continuación, se procede a explicar la metodología seguida para realizar el análisis de la huella de carbono de los establecimientos hoteleros estudiados en 2019. Para ello, se detalla el cálculo de emisiones de *GEI*, se especifica la obtención de los diferentes ratios y se justifican las agrupaciones realizadas para el análisis.

4.1.1 Cálculo de emisiones de GEI

Tal y como se ha comentado en la Sección 2.3, la metodología para el cálculo de la huella de carbono que se deberá seguir para la inscripción de las emisiones de *GEI* en el registro balear, se basa en la *norma UNE EN ISO 14064-1*. A partir de dicha norma, se indica que la institución competente en materia de cambio climático será el encargado de indicar los factores de emisión que se usarán para obtener la huella de carbono correspondiente a los consumos energéticos de la organización.

Debido a que actualmente no se dispone de dicha información, se procede a explicar la metodología seguida para el cálculo de las emisiones de *GEI* de cada una de las diferentes fuentes energéticas correspondiente a cada establecimiento:

Electricidad

En primer lugar, se adquiere el consumo eléctrico anual de cada suministro ($Consumo_{Elec.}$) a partir de las facturas emitidas por las diferentes comercializadoras. Cabe destacar que este consumo viene expresado en kWh.

Una vez obtenido el consumo eléctrico anual de cada establecimiento, se procede a calcular las emisiones correspondientes a dicho consumo. Como se ha indicado previamente, todavía no se han indicado los factores de emisión a utilizar. Debido a esto, se ha decidido contemplar tres procedimientos diferentes:

- **Procedimiento A:** *Emisiones asociadas al factor de emisión asociado al consumo final de energía eléctrica en las Illes Balears en 2019.*

En esta primera opción, se considera como factor de emisión correspondiente al consumo eléctrico el factor de emisión asociado al consumo final de energía eléctrica en las Illes Balears en 2019, publicado por la Dirección General de Energía y Cambio Climático, cuyo valor es de 0,659 kgCO₂/kWh [73]. Este valor ha disminuido 15,01 % respecto al de 2018, debido principalmente al aumento de la energía proveniente del enlace entre la Península y las Illes Balears.

Basándose en estos datos, se obtienen las emisiones de *GEI* correspondientes al consumo eléctrico ($Emisiones_{CO_2, Elec., A}$) de cada suministro a partir de la siguiente expresión:

$$Emisiones_{CO_2, Elec., A} (kgCO_2) = Consumo_{Elec.} (kWh) \cdot 0,659 \left(\frac{kgCO_2}{kWh} \right) \quad (4.1)$$

- **Procedimiento B:** *Emisiones asociadas a factores de emisión del mix eléctrico de las comercializadoras en España en 2019.*

Otra posibilidad es considerar como factores de emisión los correspondientes al mix eléctrico de las diferentes comercializadoras de España contratadas por cada uno de los suministros. Para ello, se escogen los valores proporcionados por el Registro estatal de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción para el año 2019 [74].

Por lo tanto, a partir de los datos indicados en el Cuadro 4.1, se obtienen las emisiones de *GEI* correspondientes al consumo eléctrico ($Emisiones_{CO_2, Elec., B}$) de cada suministro de la siguiente forma:

$$Emisiones_{CO_2, Elec., B} (kgCO_2) = Consumo_{Elec.} (kWh) \cdot Factor_{comerc.} \left(\frac{kgCO_2}{kWh} \right) \quad (4.2)$$

- **Procedimiento C:** *Emisiones considerando que a un 50 % del consumo se le aplica el factor correspondiente al mix eléctrico balear y al 50 % restante el correspondiente al mix de la comercializadora.*

El tercer procedimiento planteado surge de conversaciones internas mantenidas con la consejería competente en materia de cambio climático del Gobierno de

COMERCIALIZADORA	FACTOR MIX 2019 (kgCO ₂ /kWh)
Comercializadora con GdO	0,00
Endesa	0,27
Iberdrola	0,20
Watium	0,28
Sampol	0,18
EDP	0,12
Nexus	0,00
Aldro	0,30

Cuadro 4.1: Factores de emisión del mix eléctrico en 2019 de las comercializadora correspondiente a los suministros analizados. Elaboración propia con datos obtenidos de: https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/factoresemission_tcm30-479095.pdf.

las Illes Balears. En estas nos indican que probablemente el procedimiento a seguir para el cálculo de las emisiones correspondientes al consumo eléctrico consista en aplicar al 50% del consumo de energía eléctrica el factor de emisión correspondiente al mix eléctrico balear y al 50% restante el factor correspondiente al mix eléctrico de la comercializadora que tienen contratada.

Por un lado, con este procedimiento se quiere incentivar que las diferentes organizaciones contraten comercializadoras que forman parte del Sistema de Garantía de Origen (*GdO*) y, por tanto, disponen de un certificado emitido por la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (*CNMC*) en el cual se acredita que la energía que ofrecen a su cliente tienen un origen renovable. Además, esto provocará que un mayor número de comercializadoras se pasen a este sistema.

Es importante indicar que, desde un punto físico y aunque tengan contratadas comercializadoras con *GdO*, la electricidad consumida por los diferentes establecimientos analizados proviene de la generada en las Illes Balears y de la recibida por el enlace con la Península, por lo que realmente sí estarían emitiendo emisiones de *GEI*. Por ese motivo, al considerar que al 50% del consumo de energía eléctrica se le aplica el factor de emisión correspondiente al mix eléctrico balear, permite reflejar de una forma más real que en el *Procedimiento B* las emisiones que están teniendo realmente las diferentes organizaciones.

Basándose en esto, a partir de los datos indicados en el Cuadro 4.1 y del factor de emisión correspondiente al mix eléctrico balear, las emisiones de *GEI* correspondientes al consumo eléctrico ($Emisiones_{CO_2, Elec., C}$) de cada suministro se obtienen utilizando la siguiente expresión:

$$Emisiones_{CO_2, Elec., C} (kgCO_2) = 50\% Consumo_{Elec.} (kWh) \cdot Factor_{comerc.} \left(\frac{kgCO_2}{kWh} \right) + 50\% Consumo_{Elec.} (kWh) \cdot 0,659 \left(\frac{kgCO_2}{kWh} \right)$$

Gas Natural

Respecto al gas natural, el consumo anual se obtiene a partir de las facturas recibidas por la suministradora correspondiente, el cual aparece en kWh y expresado en Poder Calorífico Superior (*PCS*) ($Consumo_{GN}$). El siguiente paso consiste en obtener el factor de emisión correspondiente al consumo de gas natural. Concretamente, se ha seleccionado el valor proporcionado por el Registro estatal de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción para el año 2019, el cual es de 0,182 kgCO₂/kWhpcs [74].

A partir de esta información, se obtienen las emisiones de *GEI* correspondientes al gas natural ($Emisiones_{CO_2,GN}$) de la siguiente forma:

$$Emisiones_{CO_2,GN} (kgCO_2) = Consumo_{GN} (kWhpcs) \cdot 0,182 \left(\frac{kgCO_2}{kWhpcs} \right) \quad (4.3)$$

GLP

En el caso del *GLP*, al igual que sucede con el gas natural, el consumo anual se obtiene a partir de las facturas enviadas por parte de la suministradora y viene expresado en kg ($Consumo_{GLP}$). Por otro lado, el factor de emisión correspondiente al consumo de *GLP* utilizado, también es el propuesto por el Registro estatal de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción para el año 2019, que en este caso tiene un valor de 2,938 kgCO₂/kg [74].

Por consiguiente, las emisiones de *GEI* correspondientes al *GLP* ($Emisiones_{CO_2,GLP}$) se obtienen a partir de la siguiente expresión:

$$Emisiones_{CO_2,GLP} (kgCO_2) = Consumo_{GLP} (kg) \cdot 2,938 \left(\frac{kgCO_2}{kg} \right) \quad (4.4)$$

Gasoil

En referencia al gasoil, el consumo anual se obtiene a partir de las facturas enviadas por parte de la suministradora y viene expresado en l ($Consumo_{Gasoil}$).

Al igual que en los casos anteriores, el factor de emisión correspondiente al consumo de gasoil utilizado, también es el propuesto por el Registro estatal de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción para el año 2019, al cual le corresponde un valor de 2,868 kgCO₂/l [74].

Basándose en esto, las emisiones de *GEI* correspondientes al *GLP* ($Emisiones_{CO_2,Gasoil}$) se obtienen a partir de la siguiente expresión:

$$Emisiones_{CO_2,Gasoil} (kgCO_2) = Consumo_{Gasoil} (l) \cdot 2,868 \left(\frac{kgCO_2}{l} \right) \quad (4.5)$$

4.1.2 Cálculo de ratios

Una vez calculadas las emisiones de *GEI* correspondientes a cada una de las diferentes fuentes de energía de cada suministro y realizado el sumatorio de estas, se procede a analizarlas mediante el uso de ratios.

A continuación, se muestran los diferentes ratios calculados:

kgCO₂/m² construido

Uno de los ratios analizados, hace referencia a la relación entre la cantidad de *GEI* emitidas anualmente por el suministro y su superficie construida.

$$\frac{kgCO_2}{m^2} = \frac{Emisiones_{CO_2}(kgCO_2)}{SuperficieConstruida(m^2)} \quad (4.6)$$

Para obtener la superficie construida correspondiente a cada uno de los diferentes establecimientos, se ha accedido a la Sede Electrónica del Catastro y se ha introducido su ubicación para disponer de la información de la parcela e inmueble.

kgCO₂/UA

Este ratio relaciona las emisiones anuales de *GEI* con el número de *UAs* correspondientes al suministro.

$$\frac{kgCO_2}{UA} = \frac{Emisiones_{CO_2}(kgCO_2)}{N^{\circ}UnidadesAlojamiento(UA)} \quad (4.7)$$

El número de *UAs* se han obtenido a partir de la información solicitada a cada uno de los diferentes establecimientos.

kgCO₂/pax

El siguiente ratio muestra la relación entre las emisiones anuales de *GEI* y las pernoctaciones producidas en los respectivos establecimientos.

$$\frac{kgCO_2}{pax} = \frac{Emisiones_{CO_2}(kgCO_2)}{N^{\circ}Pernoctaciones(pax)} \quad (4.8)$$

Al igual que con el número de *UAs*, las pernoctaciones anuales se han obtenido a partir de la información solicitada a cada uno de los diferentes establecimientos.

kgCO₂/MWh_{Final}

Además, también se analiza la relación entre las emisiones anuales de *GEI* y el consumo de energía final realizado por los diferentes suministros.

$$\frac{kgCO_2}{MWh_{Final}} = \frac{Emisiones_{CO_2}(kgCO_2)}{ConsumoEnergiaFinal(MWh)} \quad (4.9)$$

Para calcular el consumo de energía final anual de cada suministro, se suma el consumo de energía final correspondiente a cada fuente, los cuales se encuentran expresados en kWh, por lo que es necesario pasar el sumatorio a MWh antes de realizar el cálculo del ratio.

El consumo de energía final de cada fuente se obtiene de la siguiente forma:

- **Consumo final de energía eléctrica.**

Se considera como consumo final de energía eléctrica anual, el consumo indicado en las facturas emitidas por parte de la comercializadora, el cual aparece en kWh.

- **Consumo final de gas natural.**

Con el objetivo de poder sumar el consumo de energía final proveniente de las diferentes fuentes energéticas, es importante que todas se encuentren expresadas en la misma unidad, concretamente en kWh Poder Calorífico Inferior (*PCI*). Como en este caso el consumo de gas natural viene expresado en kWh *PCS*, es necesario pasarlo a *PCI*. Para ello, se ha utilizado un factor de conversión para el paso de *PCS* a *PCI* de 0,901 [74].

- **Consumo final de GLP.**

En este caso, es necesario convertir el consumo final de *GLP*, el cual se encuentra en kg, en kWh expresado en *PCI*. Para ello, se utiliza la Guía Técnica del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (*IDAE*) de Diseño de centrales de calor eficientes, donde se indica un factor de 12,86 kWh*PCI*/kg [75].

- **Consumo final de gasoil.**

Finalmente, también es necesario convertir el consumo final del gasoil, el cual viene indicado en l, a kWh expresado en *PCI*. Al igual que en el caso anterior, se utiliza la Guía Técnica del *IDAE* de Diseño de centrales de calor eficientes, donde se indica un factor de 10,28 kWh*PCI*/l [75].

4.1.3 Agrupaciones de la muestra

Como se ha visto en el Capítulo 3, hay una gran diversidad entre los diferentes establecimientos analizados. Por ese motivo, se deciden analizar los datos realizando agrupaciones de establecimientos según el criterio seleccionado. Además, esto nos permite comprobar si hay alguna relación entre las distintas agrupaciones realizadas.

Los criterios seguidos y las agrupaciones realizadas son las indicadas en la Sección 3.2 del Capítulo 3:

- **Según la categoría.**

- Establecimientos de tres estrellas.
- Establecimientos de cuatro estrellas.
- Establecimientos de cinco estrellas.

- **Según la tipología.**

- Establecimientos de tipo hotel.
- Establecimientos de tipo hotel apartamento.

- **Según el régimen de alojamiento.**

- Establecimientos con *SA*.
- Establecimientos con solo *D*.
- Establecimientos con *MP*.
- Establecimientos con *PC* o *TI*.

- **Según el tamaño del hotel.**

- Establecimientos con una superficie construida menor a 5.000 m².
- Establecimientos con una superficie construida entre 5.000 y 10.000 m².
- Establecimientos con una superficie construida entre 10.000 y 15.000 m².
- Establecimientos con una superficie construida entre 15.000 y 20.000 m².
- Establecimientos con una superficie construida superior a 20.000 m².

- **Según el número de *UAs***

- Establecimientos con un número de *UAs* menor a 50 m².
- Establecimientos con un número de *UAs* entre 50 y 100 m².
- Establecimientos con un número de *UAs* entre 100 y 150 m².
- Establecimientos con un número de *UAs* entre 150 y 200 m².
- Establecimientos con un número de *UAs* entre 200 y 250 m².
- Establecimientos con un número de *UAs* superior a 250 m².

4.2 Análisis de los resultados obtenidos

Una vez explicado la metodología seguida, se procede a mostrar el análisis de los resultados obtenidos para cada uno de los tres procedimientos planteados.

4.2.1 Análisis a partir del Procedimiento A

En este apartado se realiza el análisis de la huella de carbono de los diferentes establecimientos estudiados durante 2019, utilizando como factor de emisión del consumo de energía eléctrica el correspondiente a las Illes Balears en 2019 [73]. Para ello, se procede a mostrar los diferentes indicadores de emisiones obtenidos según el criterio utilizado.

Según la categoría

En primer lugar, en la Figura 4.1 se muestra el análisis realizado agrupando los diferentes establecimientos según su categoría. En esta, se puede observar como en todos los ratios cuanto mayor es el número de estrellas mayor es el valor de estos.

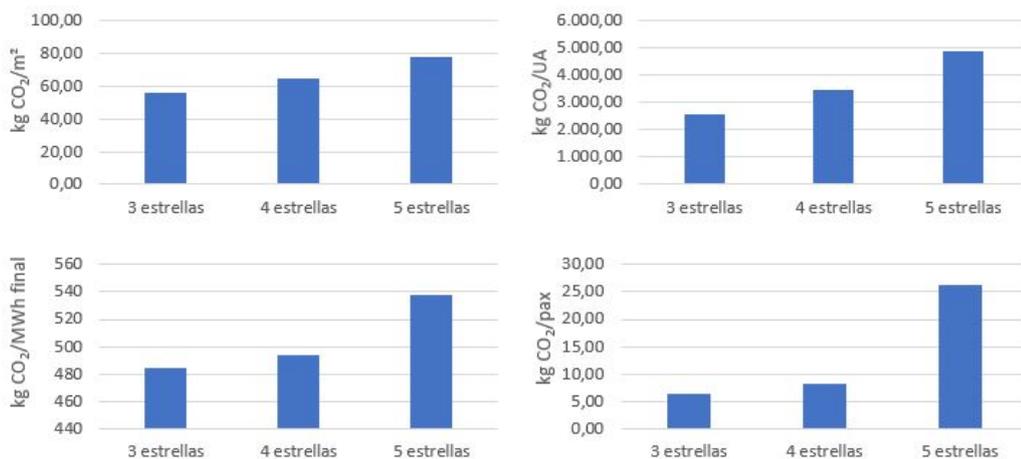


Figura 4.1: Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2019 de los establecimientos estudiados según la categoría a partir del Procedimiento A. (Arriba-izquierda) Ratio kgCO_2/m^2 construido. (Arriba-derecha) Ratio kgCO_2/UA . (Abajo-izquierda) Ratio $\text{kgCO}_2/\text{MWh}_{\text{Final}}$. (Abajo-derecha) Ratio kgCO_2/pax .

Si se analizan las emisiones de CO_2 respecto a las pernoctaciones, qué según lo indicado en el Anexo 6 del Borrador del Proyecto de Decreto Regulador del Registro balear de huella de carbono es uno de los indicadores de emisiones correspondiente al sector de la hostelería [72], se observa que los establecimientos de tres estrellas tienen un ratio de 6,24 kgCO_2/pax , los de cuatro estrellas 8,31 kgCO_2/pax y los de cinco estrellas 26,28 kgCO_2/pax . El hecho de que los establecimientos de cinco estrellas tengan una huella de carbono más elevada, está relacionado principalmente a que ofrecen al cliente un mayor número de prestaciones, como podría ser por el ejemplo disponer de spa, lo que conlleva un consumo energético superior.

Por otro lado, otro indicador que aporta una información muy interesante con relación a la huella de carbono de los establecimientos, y que no aparece como indicador de emisiones en el borrador del Proyecto de Decreto Regulador, es el que relaciona el número de emisiones de la organización y el consumo de energía realizado. Este ratio nos permite conocer que las fuentes de energía utilizadas en los establecimientos de cinco estrellas son más contaminantes que las correspondientes a establecimientos con una categoría inferior. Esto se debe principalmente a que la principal fuente de energía de los establecimientos de cinco estrellas es la energía eléctrica, lo que debido al elevado factor de emisión del mix eléctrico que se dispone en las Illes Balears (superior a los factores de emisión del gas natural, del *GLP* y del gasoil) supone una mayor cantidad de emisiones.

Según la tipología

Con relación al análisis según la tipología, en la Figura 4.2 se muestran los diferentes resultados obtenidos. En este caso, se puede observar que las principales diferencias se observan en los ratios donde se relacionan las emisiones de CO_2 con el número de unidades de alojamiento y con el número de pernотaciones, mientras que en el resto de indicadores los valores son muy similares.

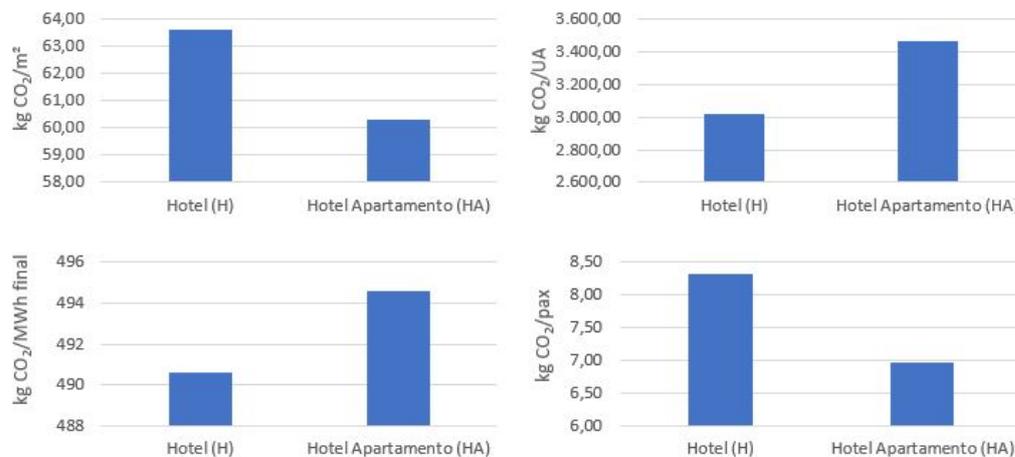


Figura 4.2: Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2019 de los establecimientos estudiados según la tipología a partir del Procedimiento A. (Arriba-izquierda) Ratio $kgCO_2/m^2$ construido. (Arriba-derecha) Ratio $kgCO_2/UA$. (Abajo-izquierda) Ratio $kgCO_2/MWh_{Final}$. (Abajo-derecha) Ratio $kgCO_2/pax$.

Respecto al número de *UAs*, se observa como los establecimientos con tipología *HA* tienen un valor superior. Esto se debe principalmente a que los hoteles apartamentos suelen disponer de cocinas propias en sus *UAs*, lo que supone un mayor consumo de energía y por tanto un superior número de emisiones de CO_2 . Además, el hecho de que las *UAs* de los *HA* dispongan de cocina, hacen que estos sean más grandes y, por tanto, haya un menor número de *UAs* por superficie construida.

4. ANÁLISIS DE LA HUELLA DE CARBONO EN 2019 DE LOS ESTABLECIMIENTOS ESTUDIADOS

Por otro lado, el análisis de la huella de carbono respecto al número de pernотaciones, se observa como los establecimientos con tipología *H* dispone de un valor más elevado. Esta situación podría estar relacionada con el hecho de que en los establecimientos con tipología *HA* sus principales clientes suelen ser familias, lo que implica que haya un mayor número de pernотaciones por *UA* y que las prestaciones de servicio a los clientes en estos suele ser inferior.

Según el régimen de alojamiento

En la Figura 4.3 aparecen los diferentes indicadores calculados según el régimen de alojamiento, donde en ninguno de ellos se aprecia una relación evidente entre la huella de carbono de los diferentes establecimientos y el número de comidas ofrecidas al cliente.

Los valores obtenidos del ratio que relaciona las emisiones de CO_2 con el número de pernотaciones, son los siguientes: establecimientos con solo alojamiento 6,08 $kgCO_2/pax$, con solo desayuno 12,81 $kgCO_2/pax$, media pensión 8,56 $kgCO_2/pax$ y pensión completa o todo incluido 7,32 $kgCO_2/pax$.

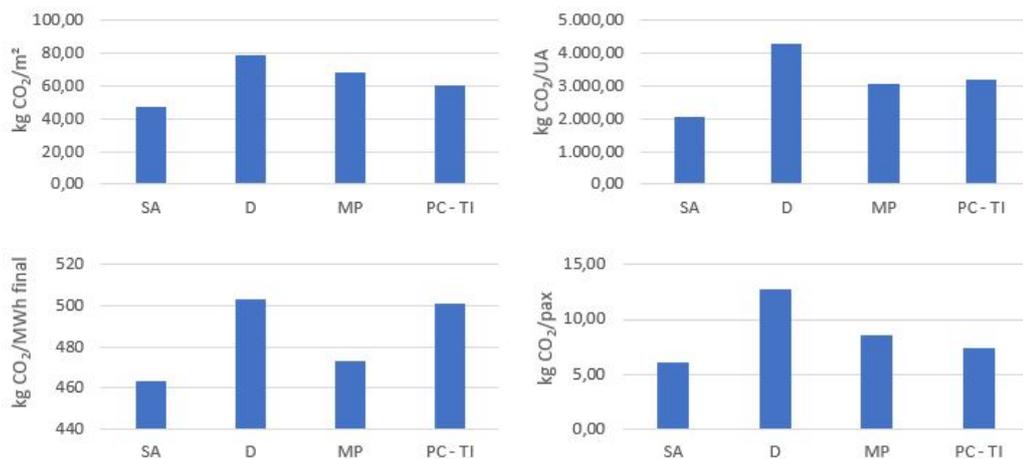


Figura 4.3: Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2019 de los establecimientos estudiados según el régimen de alojamiento a partir del Procedimiento A. (Arriba-izquierda) Ratio $kgCO_2/m^2$ construido. (Arriba-derecha) Ratio $kgCO_2/UA$. (Abajo-izquierda) Ratio $kgCO_2/MWh_{Final}$. (Abajo-derecha) Ratio $kgCO_2/pax$.

Según el número de *UAs*

En la Figura 4.4, concretamente en los indicadores donde se relaciona la huella de carbono con las *UAs* y con las pernотaciones, se observa que los establecimientos con un número de *UAs* inferior a 50 tienen un número de emisiones superior al resto de establecimientos.

Esta diferencia está principalmente relacionada con el hecho de que el consumo energético de las zonas comunes se reparten en un número inferior de *UAs* y, por tanto, de pernотaciones.

4.2. Análisis de los resultados obtenidos

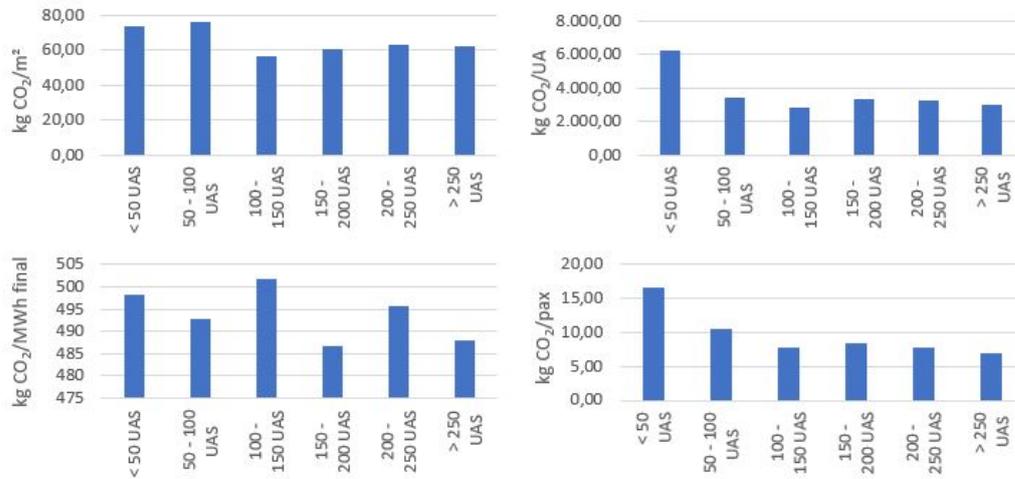


Figura 4.4: Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2019 de los establecimientos estudiados según el número de *UAs* a partir del Procedimiento A. (Arriba-izquierda) Ratio kgCO_2/m^2 construido. (Arriba-derecha) Ratio kgCO_2/UA . (Abajo-izquierda) Ratio $\text{kgCO}_2/\text{MWh}_{\text{Final}}$. (Abajo-derecha) Ratio kgCO_2/pax .

Los valores obtenidos correspondientes a las emisiones de CO_2 respecto a las pernoctaciones para los establecimientos con un número de *UAs* inferior a 50 obtienen un valor de $16,67 \text{ kgCO}_2/\text{pax}$, mientras que el resto obtienen un valor entre los 7 y los $10,5 \text{ kgCO}_2/\text{pax}$.

Según la superficie construida

En la Figura 4.5 se muestran los ratios según la superficie construida. De este análisis, destaca como los establecimientos con una superficie construida superior a 20.000 m^2 , son los que tienen el valor más elevado de emisiones de CO_2 respecto al consumo de energía final, pero también los que tienen un valor menor respecto al número de pernoctaciones.

El alto valor del ratio que relaciona las emisiones de CO_2 con el consumo de energía final para este tipo de establecimientos, se debe principalmente a que tienen un mayor porcentaje de consumo eléctrico que el resto de establecimientos.

En cambio, el hecho de tener una superficie tan elevada implica la posibilidad de tener un mayor número de pernoctaciones, lo que supone que las emisiones de las zonas comunes se repartan en un mayor número de estos. Concretamente, los valores correspondientes para los tipos de establecimientos con una superficie menor a 20.000 m^2 se encuentran entre $7,8$ y $7,9 \text{ kgCO}_2/\text{pax}$, mientras que los que tienen una superficie superior obtienen un valor $6,8 \text{ kgCO}_2/\text{pax}$.

4.2.2 Análisis a partir del Procedimiento B

A continuación, se muestra el análisis de la huella de carbono de los diferentes establecimientos estudiados durante 2019, utilizando los factores de emisión correspondientes

4. ANÁLISIS DE LA HUELLA DE CARBONO EN 2019 DE LOS ESTABLECIMIENTOS ESTUDIADOS

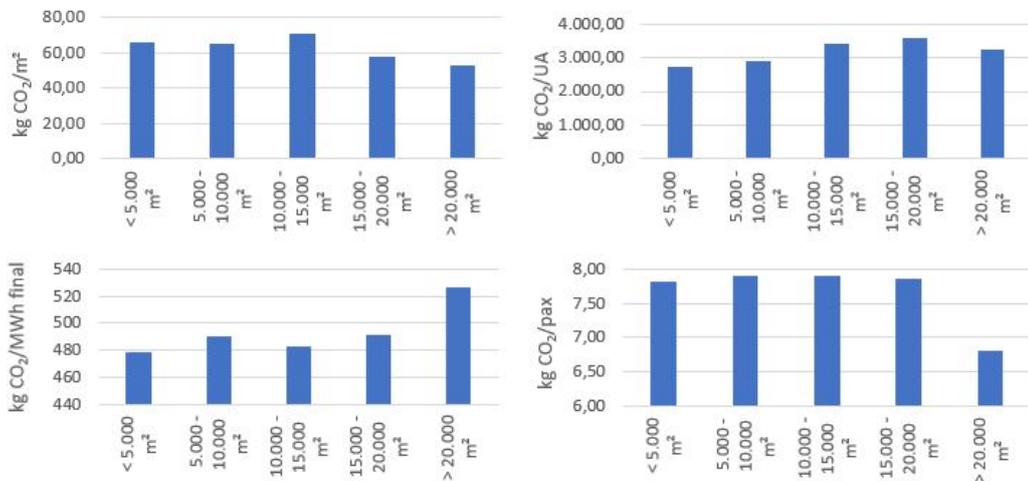


Figura 4.5: Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2019 de los establecimientos estudiados según la superficie construida a partir del Procedimiento A. (Arriba-izquierda) Ratio kgCO_2/m^2 construido. (Arriba-derecha) Ratio kgCO_2/UA . (Abajo-izquierda) Ratio $\text{kgCO}_2/\text{MWh}_{\text{Final}}$. (Abajo-derecha) Ratio kgCO_2/pax .

al mix eléctrico de las comercializadoras de los diferentes suministros eléctricos.

Según la categoría

Para comenzar, en la Figura 4.6 se muestra los ratios obtenidos agrupando los diferentes establecimientos según su categoría, donde observa que, al igual que sucedió mediante la aplicación del *Procedimiento A*, cuanto mayor es el número de estrellas más elevadas son las emisiones de CO_2 .

En relación con las emisiones de CO_2 respecto a las pernoctaciones, se observa que los establecimientos de tres estrellas tienen un ratio de $1,55 \text{ kgCO}_2/\text{pax}$, los de cuatro estrellas $2,27 \text{ kgCO}_2/\text{pax}$ y los de cinco estrellas $10,16 \text{ kgCO}_2/\text{pax}$.

Según la tipología

Respecto al análisis según la tipología, en la Figura 4.7 aparecen los diferentes indicadores calculados, donde en todos ellos se observa que los establecimientos tipo hotel emiten una cantidad más elevada de GEI .

A diferencia del *Procedimiento A*, en este caso los hoteles apartamentos tienen un ratio de emisiones de CO_2 respecto el número de unidades de alojamiento menor. Esto se debe principalmente a que en el *Procedimiento B* el factor emisión de la electricidad es menor, lo que favorece que los hoteles apartamentos, que disponen de una mayor cantidad de elementos eléctricos, tengan una huella de carbono inferior.

En el caso de las emisiones de CO_2 respecto a las pernoctaciones, los hoteles tienen un ratio de $2,43 \text{ kgCO}_2/\text{pax}$ y los hoteles apartamento $1,62 \text{ kgCO}_2/\text{pax}$.

4.2. Análisis de los resultados obtenidos

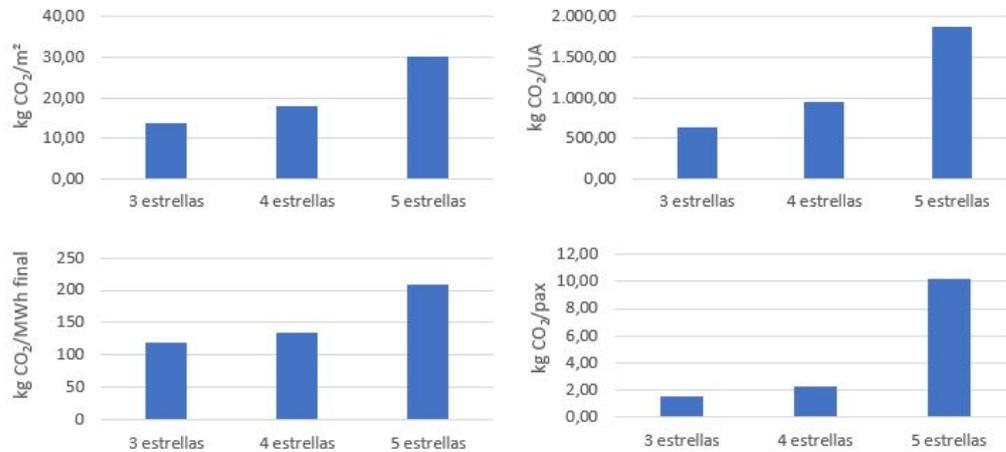


Figura 4.6: Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2019 de los establecimientos estudiados según la categoría a partir del Procedimiento B. (Arriba-izquierda) Ratio kgCO_2/m^2 construido. (Arriba-derecha) Ratio kgCO_2/UA . (Abajo-izquierda) Ratio $\text{kgCO}_2/\text{MWh}_{\text{Final}}$. (Abajo-derecha) Ratio kgCO_2/pax .

Según el régimen de alojamiento

En la Figura 4.8 aparecen los resultados obtenidos del análisis según el régimen de alojamiento, donde no se ha podido apreciar ninguna relación evidente entre la huella de carbono de los diferentes establecimientos y el número de comidas ofrecidas al cliente.

Respecto al ratio que relaciona las emisiones de CO_2 con el número de pernoctaciones, los valores obtenidos son los siguientes: establecimientos con solo alojamiento 2,94 kgCO_2/pax , con solo desayuno 4,20 kgCO_2/pax , media pensión 2,0 kgCO_2/pax y pensión completa o todo incluido 1,88 kgCO_2/pax .

Según el número de UAs

En la Figura 4.9 se representan los indicadores obtenidos según las unidades de alojamiento, donde se puede observar que, como sucedía en el *Procedimiento A*, los establecimientos con un número de UAs inferior a 50 emiten una mayor cantidad de CO_2 que los establecimientos con un número superior.

En lo que se refiere a los indicadores que relaciona las emisiones de CO_2 con el número de pernoctaciones, los establecimientos con un número de UAs inferior a 50 obtienen un valor de 6,80 kgCO_2/pax , mientras que el resto obtienen un valor entre los 3,2 y los 1,6 kgCO_2/pax .

Según la superficie construida

Para finalizar el análisis a partir del *Procedimiento B*, en la Figura 4.10 se muestran los ratios obtenidos según la superficie construida, donde no se observa una relación concluyente entre las emisiones de CO_2 y la superficie construida de los establecimientos.

4. ANÁLISIS DE LA HUELLA DE CARBONO EN 2019 DE LOS ESTABLECIMIENTOS ESTUDIADOS

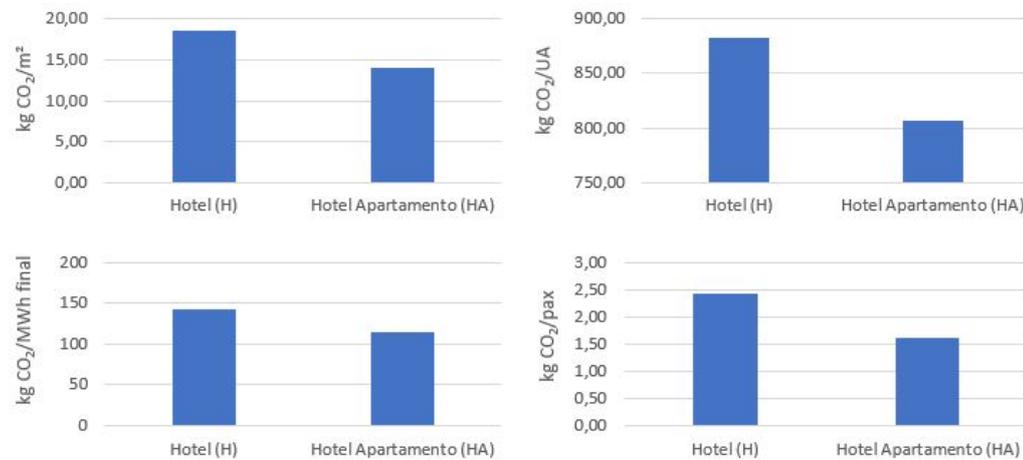


Figura 4.7: Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2019 de los establecimientos estudiados según la tipología a partir del Procedimiento B. (Arriba-izquierda) Ratio kgCO₂/m² construido. (Arriba-derecha) Ratio kgCO₂/UA. (Abajo-izquierda) Ratio kgCO₂/MWh_{Final}. (Abajo-derecha) Ratio kgCO₂/pax.

No obstante, en el análisis del indicador que muestra las emisiones de CO₂ respecto a las pernoctaciones, se aprecia que los establecimientos con una superficie menor a 5.000 m² tienen una huella de carbono superior. Los valores obtenidos son los siguientes: establecimientos con una superficie menor a 5.000 m² tienen un ratio de 2,69 kgCO₂/pax, entre 5.000 m² y 10.000 m² 1,83 kgCO₂/pax, entre 10.000 m² y 15.000 m² 1,98 kgCO₂/pax, entre 15.000 m² y 20.000 m² 2,32 kgCO₂/pax y superior a 20.000 m² 2,28 kgCO₂/pax.

4.2.3 Análisis a partir del Procedimiento C

Finalmente, se realiza el análisis de la huella de carbono de los diferentes establecimientos estudiados durante 2019 a partir del *Procedimiento C*. En este se calculan las emisiones correspondientes al consumo eléctrico aplicando al 50% del consumo el factor de emisión correspondiente al mix eléctrico balear y al 50% restante al factor del mix eléctrico de la comercializadora que tienen contratada.

Según la categoría

Para comenzar este análisis, en la Figura 4.11 se muestra los ratios obtenidos agrupando los diferentes establecimientos según su categoría, donde al igual que en los procedimientos anteriores, se observa que cuanto mayor es el número de estrellas, más elevados son los valores de los indicadores.

En relación con las emisiones de CO₂ respecto a las pernoctaciones, los valores obtenidos son los siguientes: los establecimientos de tres estrellas tienen un ratio de 3,89 kgCO₂/pax, los de cuatro estrellas 5,29 kgCO₂/pax y los de cinco estrellas 18,22 kgCO₂/pax.

4.2. Análisis de los resultados obtenidos

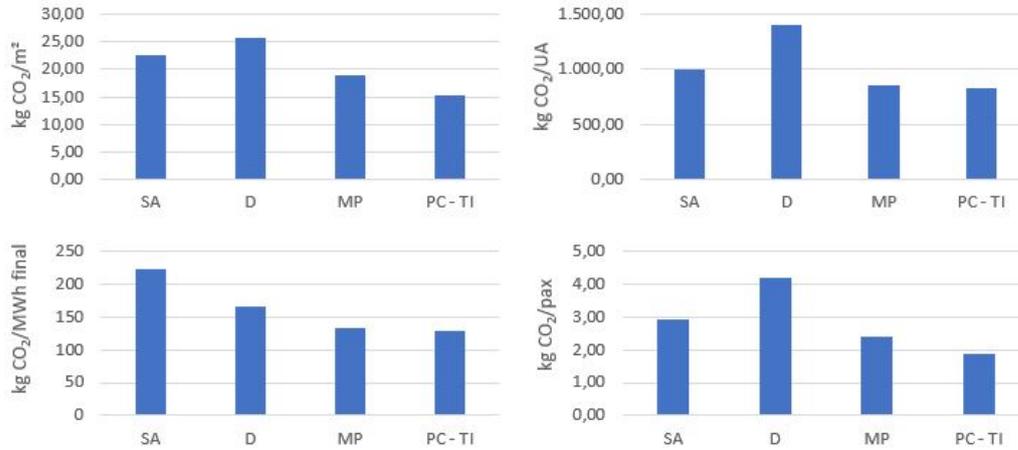


Figura 4.8: Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2019 de los establecimientos estudiados según el régimen de alojamiento a partir del Procedimiento B. (Arriba-izquierda) Ratio kgCO_2/m^2 construido. (Arriba-derecha) Ratio kgCO_2/UA . (Abajo-izquierda) Ratio $\text{kgCO}_2/\text{MWh}_{\text{Final}}$. (Abajo-derecha) Ratio kgCO_2/pax .

Según la tipología

En la Figura 4.12 aparecen los diferentes ratios calculados según la tipología de los establecimientos.

En este análisis se observa que el indicador que refleja las emisiones CO_2 respecto al consumo de energía es muy similar en ambas tipologías. Por otro lado, los hoteles apartamento tienen un valor de emisiones entre UA más elevado que los hoteles, mientras que en los dos ratios restantes son los establecimientos con tipología hotel que tienen un valor superior.

Los valores obtenidos de emisiones de CO_2 respecto a las pernoctaciones en cada tipo de establecimiento son de 5,38 kgCO_2/pax para los hoteles y de 4,29 kgCO_2/pax para los hoteles apartamento.

Según el régimen de alojamiento

En la Figura 4.13 aparecen los indicadores correspondientes al análisis según el régimen de alojamiento, donde no se aprecia ninguna relación concluyente entre las emisiones de CO_2 de un establecimiento y el número de comidas que ofrecen al cliente.

En lo que se refiere a las emisiones de CO_2 entre el número de pernoctaciones, los valores obtenidos son los siguientes: establecimientos con solo alojamiento 4,51 kgCO_2/pax , con solo desayuno 8,51 kgCO_2/pax , media pensión 5,48 kgCO_2/pax y pensión completa o todo incluido 4,60 kgCO_2/pax .

Según el número de UAs

Con relación al análisis según las unidades de alojamiento, en la Figura 4.14 se representan los diferentes indicadores obtenidos, donde en todos ellos se observa que los

4. ANÁLISIS DE LA HUELLA DE CARBONO EN 2019 DE LOS ESTABLECIMIENTOS ESTUDIADOS

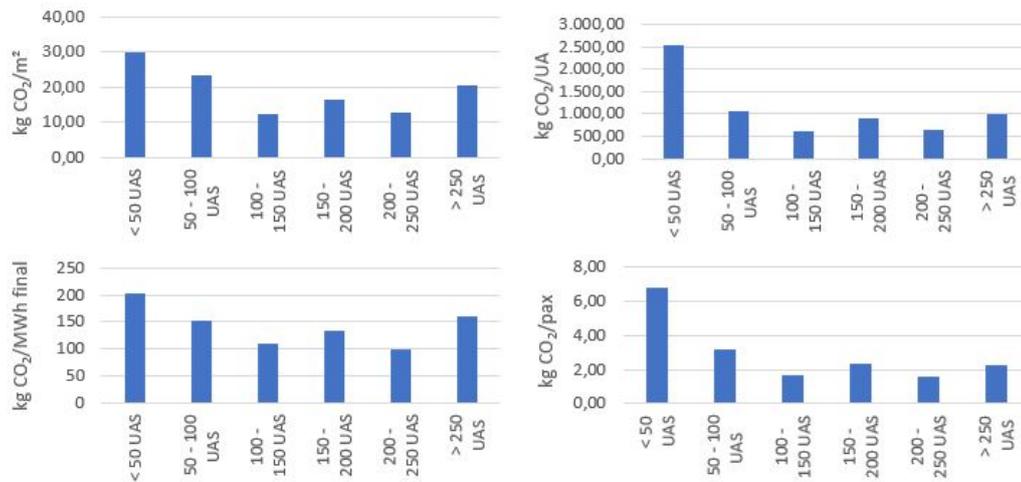


Figura 4.9: Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2019 de los establecimientos estudiados según el número de UAs a partir del Procedimiento B. (Arriba-izquierda) Ratio kgCO_2/m^2 construido. (Arriba-derecha) Ratio kgCO_2/UA . (Abajo-izquierda) Ratio $\text{kgCO}_2/\text{MWh}_{\text{Final}}$. (Abajo-derecha) Ratio kgCO_2/pax .

establecimientos con un número de UAs menor a 50 obtienen un valor superior al resto de los establecimientos.

Basándose en los resultados obtenidos del ratio que relaciona las emisiones de CO_2 con el número de pernотaciones, los establecimientos con un número de UAs inferior a 50 obtienen un valor de $11,74 \text{ kgCO}_2/\text{pax}$, mientras que el resto obtienen un valor entre los $6,85$ y los $4,61 \text{ kgCO}_2/\text{pax}$.

Según la superficie construida

Finalmente, en la Figura 4.15 se muestran los ratios obtenidos según la superficie construida. En este análisis se observa que los establecimientos con una superficie superior a 20.000 m^2 son los que tienen unos indicadores más bajos de emisiones de CO_2 respecto a la superficie construida y el número de pernотaciones. Sin embargo, son los que tienen un valor de emisiones más elevado cuando se relaciona con el consumo de energía.

Los valores obtenidos del ratio que muestra las emisiones de CO_2 respecto a las pernотaciones son los siguientes: establecimientos con una superficie menor a 5.000 m^2 tienen un ratio de $5,25 \text{ kgCO}_2/\text{pax}$, entre 5.000 m^2 y 10.000 m^2 $4,87 \text{ kgCO}_2/\text{pax}$, entre 10.000 m^2 y 15.000 m^2 $4,95 \text{ kgCO}_2/\text{pax}$, entre 15.000 m^2 y 20.000 m^2 $5,09 \text{ kgCO}_2/\text{pax}$ y superior a 20.000 m^2 $4,55 \text{ kgCO}_2/\text{pax}$.

4.2. Análisis de los resultados obtenidos

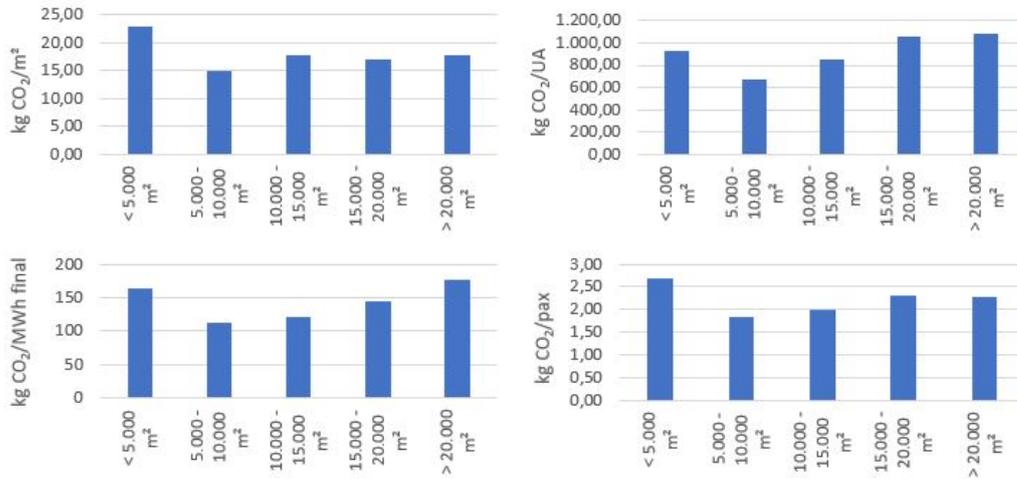


Figura 4.10: Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2019 de los establecimientos estudiados según la superficie construida a partir del Procedimiento B. (Arriba-izquierda) Ratio kgCO_2/m^2 construido. (Arriba-derecha) Ratio kgCO_2/UA . (Abajo-izquierda) Ratio $\text{kgCO}_2/\text{MWh}_{\text{Final}}$. (Abajo-derecha) Ratio kgCO_2/pax .

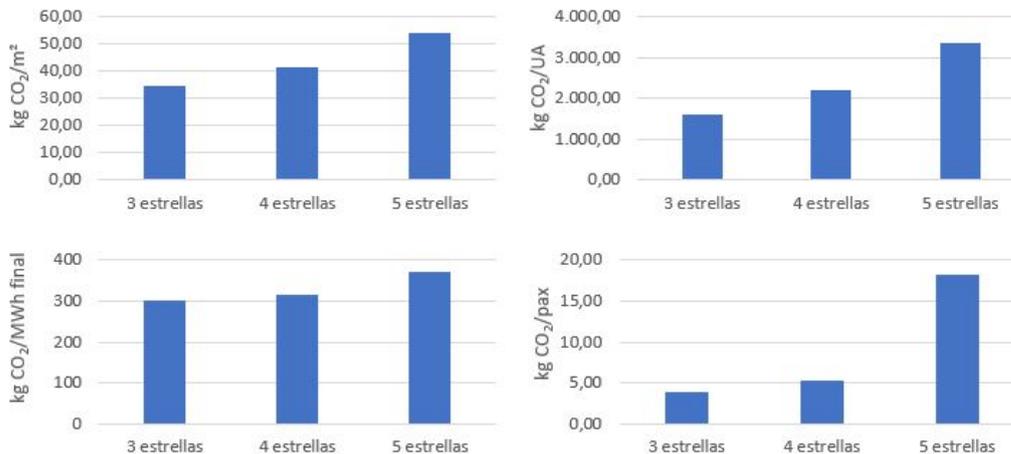


Figura 4.11: Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2019 de los establecimientos estudiados según la categoría a partir del Procedimiento C. (Arriba-izquierda) Ratio kgCO_2/m^2 construido. (Arriba-derecha) Ratio kgCO_2/UA . (Abajo-izquierda) Ratio $\text{kgCO}_2/\text{MWh}_{\text{Final}}$. (Abajo-derecha) Ratio kgCO_2/pax .

4. ANÁLISIS DE LA HUELLA DE CARBONO EN 2019 DE LOS ESTABLECIMIENTOS ESTUDIADOS

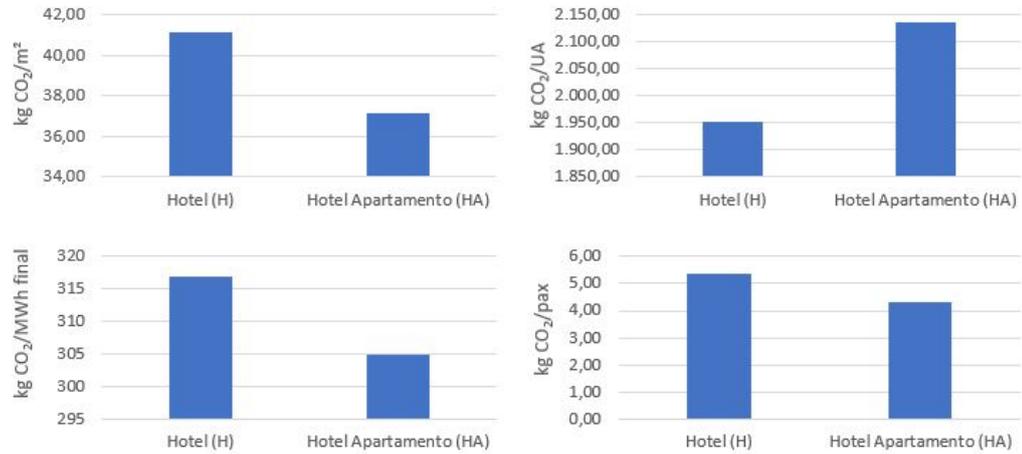


Figura 4.12: Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2019 de los establecimientos estudiados según la tipología a partir del Procedimiento C. (Arriba-izquierda) Ratio $kgCO_2/m^2$ construido. (Arriba-derecha) Ratio $kgCO_2/UA$. (Abajo-izquierda) Ratio $kgCO_2/MWh_{Final}$. (Abajo-derecha) Ratio $kgCO_2/pax$.

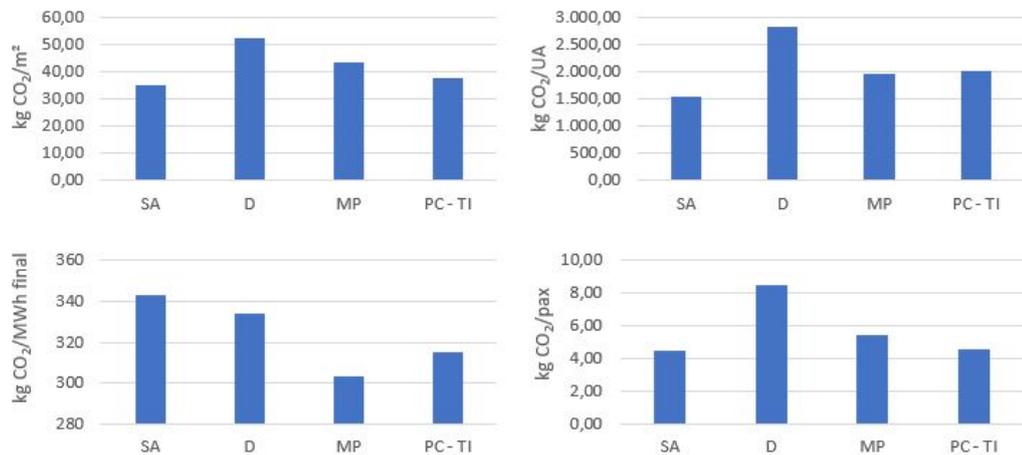


Figura 4.13: Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2019 de los establecimientos estudiados según el régimen de alojamiento a partir del Procedimiento C. (Arriba-izquierda) Ratio $kgCO_2/m^2$ construido. (Arriba-derecha) Ratio $kgCO_2/UA$. (Abajo-izquierda) Ratio $kgCO_2/MWh_{Final}$. (Abajo-derecha) Ratio $kgCO_2/pax$.

4.2. Análisis de los resultados obtenidos

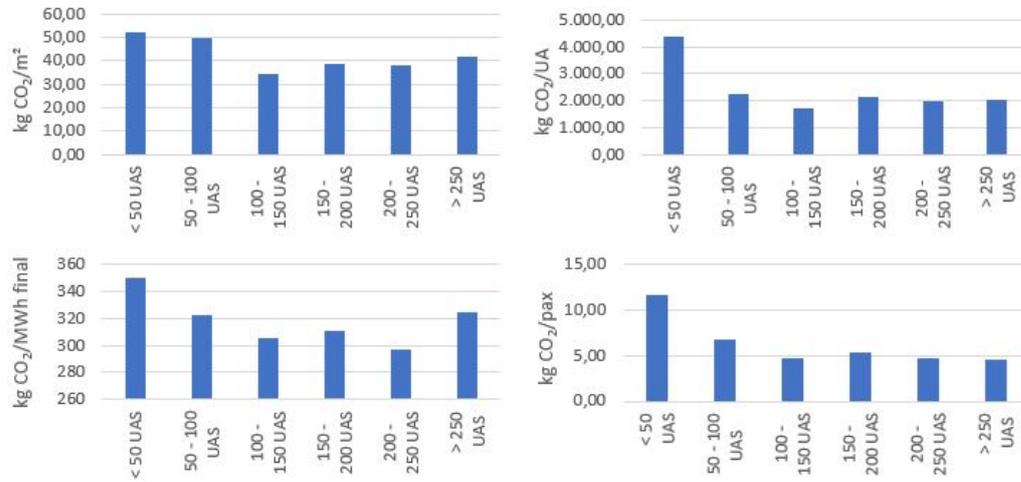


Figura 4.14: Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2019 de los establecimientos estudiados según el número de *UAs* a partir del Procedimiento C. (Arriba-izquierda) Ratio $\text{kg CO}_2/\text{m}^2$ construido. (Arriba-derecha) Ratio $\text{kg CO}_2/\text{UAs}$. (Abajo-izquierda) Ratio $\text{kg CO}_2/\text{MWh}_{\text{Final}}$. (Abajo-derecha) Ratio $\text{kg CO}_2/\text{pax}$.

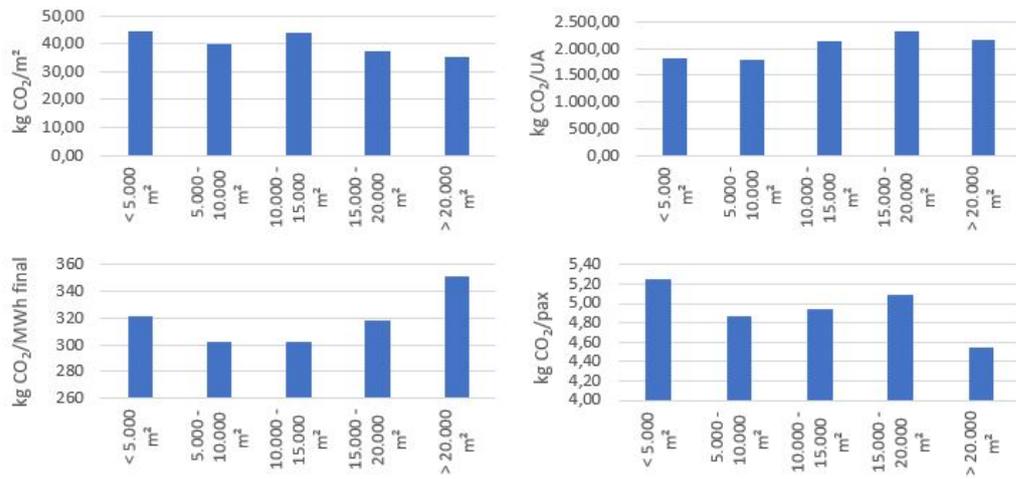


Figura 4.15: Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2019 de los establecimientos estudiados según la superficie construida a partir del Procedimiento C. (Arriba-izquierda) Ratio $\text{kg CO}_2/\text{m}^2$ construido. (Arriba-derecha) Ratio $\text{kg CO}_2/\text{UAs}$. (Abajo-izquierda) Ratio $\text{kg CO}_2/\text{MWh}_{\text{Final}}$. (Abajo-derecha) Ratio $\text{kg CO}_2/\text{pax}$.

4.3 Comparativa entre los diferentes escenarios planteados

Una vez realizado el análisis de la huella de carbono de los establecimientos estudiados en 2019, se procede a comparar los resultados obtenidos en cada uno de los procedimientos. Además, para realizar esta comparativa se añade un hipotético escenario en el cual se muestran los distintos indicadores suponiendo que todos los suministros eléctricos tienen contratadas comercializadoras que forman parte del Sistema de *GdO* y, por tanto, las emisiones correspondientes al consumo eléctrico se consideran nulas.

Para realizar esta comparativa, se han seleccionado los dos indicadores que representan de una forma más precisa como es la huella de carbono correspondientes a una organización. Estos indicadores son aquellos que relacionan las emisiones de CO_2 con el número de pernотaciones y con el consumo de energía.

Por un lado, en la Figura 4.16 se muestran las emisiones de CO_2 por pernотación del conjunto de establecimientos estudiados en cada uno de los 4 casos diferentes. Los valores representados en este gráfico son los siguientes: 7,75 $kgCO_2/pax$ en el *Procedimiento A*, 2,09 $kgCO_2/pax$ en el *Procedimiento B*, 4,92 $kgCO_2/pax$ en el *Procedimiento C* y 1,38 $kgCO_2/pax$ en el caso hipotético en el cual se considera que las emisiones correspondientes al consumo eléctrico son nulas

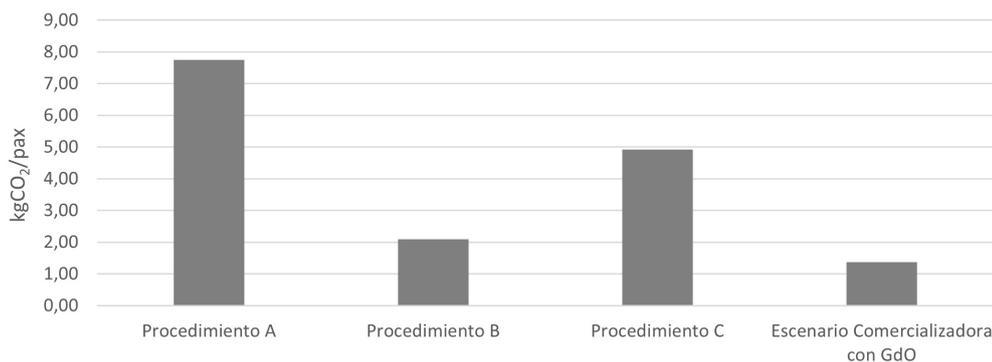


Figura 4.16: Comparativa del ratio $kgCO_2/pax$ obtenido del análisis de la huella de carbono en 2019 de los establecimientos estudiados en cada uno de los casos.

Como se observa, el valor obtenido en el escenario hipotético en el que se consideran las emisiones correspondientes al consumo eléctrico nulas es un 82,21 % menor al que se obtiene aplicando el *Procedimiento A*. Esto muestra la gran diferencia que se puede obtener aplicando un procedimiento u otro.

Por otro lado, en la Figura 4.17 se representan la cantidad de emisiones de CO_2 entre el consumo de energía para el total de los establecimientos en cada uno de los casos planteados. Los valores obtenidos en el caso de este indicador son los siguientes: 492,09 $kgCO_2/MWh_{Final}$ en el *Procedimiento A*, 132,34 $kgCO_2/MWh_{Final}$ en el *Procedimiento B*, 312,46 $kgCO_2/MWh_{Final}$ en el *Procedimiento C* y 87,54 $kgCO_2/MWh_{Final}$ en el caso hipotético en el cual se considera que las emisiones correspondientes al consumo eléctrico son nulas.

Como se ha indicado con el ratio anterior, la diferencia de los valores obtenidos en cada uno de los procedimientos es muy significativa, lo que muestra que la huella

4.3. Comparativa entre los diferentes escenarios planteados

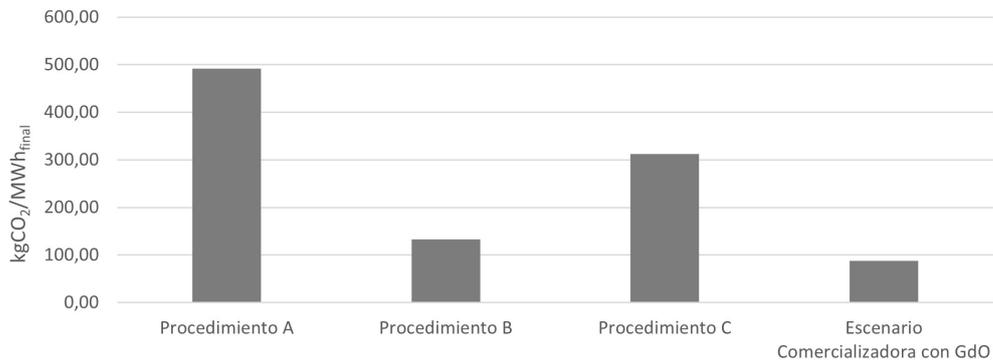


Figura 4.17: Comparativa del ratio $\text{kgCO}_2/\text{MWh}_{\text{Final}}$ obtenido del análisis de la huella de carbono en 2019 de los establecimientos estudiados en cada uno de los casos.

de carbono correspondiente a un establecimiento puede variar considerablemente al utilizar uno u otro.

4.4 Conclusiones

En este apartado se ha analizado la huella de carbono en 2019 correspondiente a los 90 establecimientos estudiados. Para ello, se han seleccionado tres procedimientos diferentes, en función del factor de emisión utilizado para el consumo eléctrico. Además, se han calculado los siguientes indicadores de emisiones diferentes (kgCO_2/m^2 construido, $\text{Ratio kgCO}_2/UA$, $\text{kgCO}_2/\text{MWh}_{Final}$ y kgCO_2/pax). También, se han agrupado los establecimientos aplicando los siguientes criterios (categoría, tipología, régimen de alojamiento, número de *UAs* y superficie construida).

En el análisis realizado según la categoría, en cada uno de los diferentes procedimientos se ha podido observar que cuanto superior es la categoría del establecimiento, más elevada es su huella de carbono. Esto se debe principalmente a que en estos establecimientos se ofrece un mejor y mayor servicio al cliente, lo que conlleva un mayor consumo energético. Además, la principal fuente de energía de estos es la electricidad lo que conlleva un mayor número de emisiones debido a su elevado factor de emisión.

Por otro lado, en el análisis en el cual se agrupan los establecimientos en función de su tipología, se ha observado como, mediante los tres procedimientos, los establecimientos con tipología de hotel tienen unas emisiones por pernoctación más elevadas que los de tipología hotel apartamento. Cabe destacar que en estos primeros se suele realizar una mayor prestación de servicios y que en los *HA* sus principales clientes suelen ser familias, lo que hace que haya un mayor número de pernoctaciones por *UA*. También, se ha podido comprobar que las emisiones por consumo de energía son muy similares en ambas agrupaciones.

En lo que se refiere al análisis según el régimen de alojamiento, no se ha contemplado ninguna relación entre la huella de carbono de los establecimientos y el número de comidas que se ofrecen al cliente. Esta situación puede estar provocada por la muestra de establecimientos seleccionada o porque algunos de estos establecimientos varían el régimen de establecimiento en función al instante de la temporada que se encuentren. Por ese motivo, se debería de profundizar con una muestra más amplia para comprobar si se detecta esta relación.

Además, en el análisis a partir del número de unidades de alojamiento, se ha comprobado que los establecimientos con un número inferior a 50 *UAs* producen una mayor cantidad de emisiones que aquellos con un número superior. La principal causa de esto es que el consumo energético de las zonas comunes se reparte en un número inferior de *UAs* y, por tanto, en un menor número de pernoctaciones.

El último análisis realizado, donde se han agrupado los establecimientos en función de la superficie construida, ha permitido demostrar que aquellos que disponen de una superficie superior a los 20.000 m^2 , tienen un menor número de emisiones respecto a las pernoctaciones. Estos tipos de establecimientos suelen tener una mayor porcentaje de la superficie dedicada para *UAs*, por lo que el consumo de las zonas comunes se reparten en un mayor número de estancias.

Posteriormente, se han comparado los tres procedimientos seleccionados. Además se ha añadido a esta comparativa el hipotético escenario en el cual todos los suministros eléctricos tienen contratadas comercializadoras que forman parte del Sistema de *GdO*. A partir de esto, se ha podido comprobar que en función del procedimiento considerado, la huella de carbono varía de forma muy considerable para el mismo establecimiento.

Por ello, para seleccionar correctamente el procedimiento a seguir, es importante

fijar de un modo claro cuál es el objetivo del cálculo de la huella de carbono. Como se ha comentado anteriormente, el órgano competente desea reflejar de una manera lo más precisa posible las emisiones reales que se están produciendo en las diferentes organizaciones situadas en las Illes Balears. Sin embargo, también quieren incentivar la contratación de comercializadoras que formen parte del Sistema de *GdO*, ya que esto provocará que las comercializadoras prioricen la compra de energías renovables, lo que también supondrá que las empresas generadoras prioricen este tipo de fuentes. Por lo tanto, el *Procedimiento C* es aquel que cumple mejor con los objetivos indicados.

Para finalizar, es importante destacar que, además del indicador de emisiones respecto a las pernoctaciones, el ratio $\text{kgCO}_2/\text{MWh}_{final}$ es aquel que muestra una mayor información sobre la huella de carbono. Esto es así, ya que te permite conocer como de contaminante son las fuentes de energía utilizadas por una organización. Por lo tanto, la combinación de estos dos ratios permitiría analizar de una forma más amplia la huella de carbono correspondiente a un establecimiento hotelero, ya que permite conocer la cantidad y calidad del consumo energético realizado.

IMPACTO DE LA LEY 10/2019 EN EL SECTOR HOTELERO BALEAR

En este capítulo se procede a analizar el impacto de la *Ley 10/2019 de Cambio Climático y Transición Energética en las Illes Balears*. Para comenzar, se analiza la huella de carbono de los establecimientos estudiados en 2020 para comprobar el efecto del cierre progresivo de la central de carbón Es Murterar. Posteriormente, se analiza la hipotética huella de carbono de los establecimientos en 2030 a partir de la aplicación de los objetivos de reducción de emisiones, aumento de la eficiencia energética y penetración de energías renovables.

5.1 Análisis de la huella de carbono en 2020

En primer lugar, se analiza la huella de carbono de los establecimientos estudiados en 2020 con el objetivo de examinar el efecto del cierre progresivo de la central de carbón Es Murterar. Cabe destacar que este cierre de la central viene promovido por el proceso de descarbonización de las Illes Balears indicado en la Ley de Cambio Climático y Transición Energética. Tal y como se ha indicado en la Sección 1.2, los dos grupos más antiguos de la central se encuentran cerrados desde diciembre de 2019, mientras que los otros dos restantes han estado funcionando un máximo de 1.500 horas hasta agosto de 2021. Desde esta última fecha hasta agosto de 2025 o hasta que el segundo enlace con la Península se encuentre activo, el tiempo máximo de funcionamiento se reducirá a unas 500 horas.

Para realizar este análisis se muestra la metodología seleccionada para el cálculo de la huella de carbono, se analizan los resultados obtenidos y se realizan las conclusiones de estos.

5.1.1 Metodología

Para la descripción de la metodología utilizada, se sigue una estructura similar a la del capítulo anterior, pero añadiendo en un primer lugar la estimación del factor de emisión correspondiente al consumo final de energía eléctrica en las Illes Balears en 2020, ya que actualmente no se encuentra publicado el valor oficial.

Cálculo del mix eléctrico balear en 2020

Durante estos últimos años, el factor de emisión oficial correspondiente al consumo final de energía eléctrica en las Illes Balears en el año n , es publicado por Dirección General de Energía y Cambio Climático en el año $n+2$. Basándose en esto, al estar realizándose este *TFM* en 2021, no se dispone del factor de emisión oficial correspondiente a 2020, por lo que a continuación se procede a realizar su estimación.

Para llevar a cabo la estimación, se utilizan los datos proporcionados por *REE*, concretamente la demanda anual de energía eléctrica en barra de central, las emisiones anuales de CO_2 correspondiente a la generación de energía de cada una de las diferentes tecnologías y el factor de emisión correspondiente al mix eléctrico del sistema eléctrico peninsular [76].

A partir de estos datos, se puede obtener el factor de emisión por consumo de energía eléctrica en barras de central de la siguiente forma:

$$\frac{tnCO_2}{MWh_{b.c. REE}} = \frac{Emisiones_{generacion,CO_2} + Energia_{enl.pen.} \cdot Factor_{CO_2,pen.}}{Demanda_{b.c.}} \quad (5.1)$$

Donde:

- $tnCO_2/MWh_{b.c.}$: Emisiones de CO_2 por demanda de energía en barras de central.
- $Emisiones_{generacion,CO_2}$: Emisiones correspondientes a la generación de energía eléctrica en el sistema eléctrico balear.
- $Energia_{enl.pen.}$: Energía enviada desde la Península a las Illes Balears mediante el enlace.
- $Factor_{CO_2,pen.}$: Factor de emisión correspondiente al mix eléctrico peninsular.
- $Demanda_{b.c.}$: Demanda de energía en barras de central.

No obstante, para poder comparar los valores obtenidos a partir de *REE* con los oficiales, es importante que las emisiones estén referenciadas a partir del consumo de energía eléctrica final. Para ello, a la demanda de energía eléctrica en barras de central hay que restarle las pérdidas en transporte y distribución y las diferencias producidas. Esta información se obtiene a partir de las tablas estadísticas publicadas por la Dirección General de Energía y Cambio Climático [77]:

$$\frac{tnCO_2}{MWh_{final REE}} = \frac{Emisiones_{generacion,CO_2} + Energia_{enl.pen.} \cdot Factor_{CO_2,pen.}}{Demanda_{b.c.} - Perdidas_{transp.,dist.} + Diferencias} \quad (5.2)$$

Donde:

- $Perdidas_{transp.,dist.}$: Pérdidas correspondiente al transporte y distribución de la energía eléctrica.
- $Diferencias$: Diferencias obtenidas entre la demandada de energía en bornes de central y el consumo de energía final, sin considerar las pérdidas debidas al transporte y distribución.

Una vez obtenidos los factores anuales correspondientes a los datos de *REE*, en la Figura 5.1 se comparan con los valores oficiales. Como se observa, la evolución de ambos factores es muy similar, siendo los factores obtenidos a partir de *REE* un poco inferiores a los oficiales.

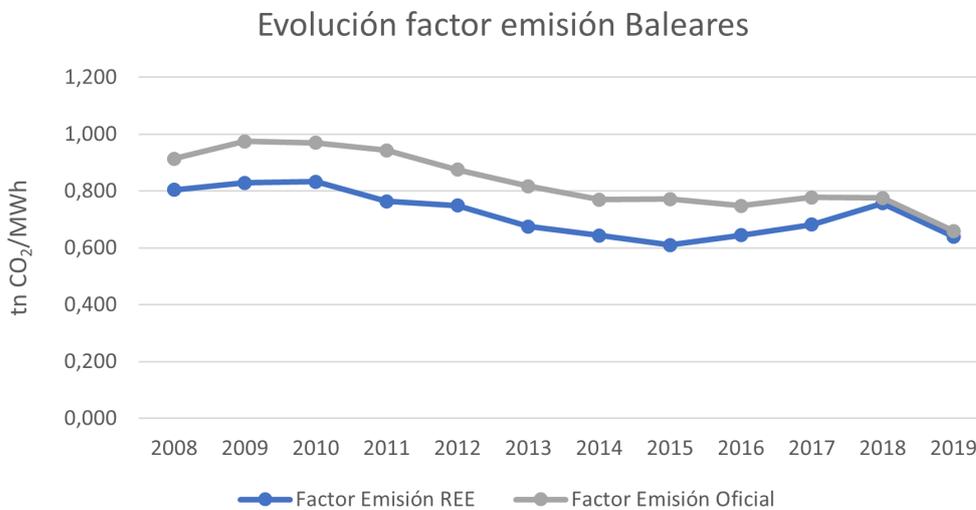


Figura 5.1: Comparativa entre la evolución del factor de emisión oficial correspondiente al consumo final de energía eléctrica en las Illes Balears y el obtenido a partir de datos de *REE*, 2008-2019.

No obstante, en los dos últimos años, el valor obtenido a partir de los datos de *REE* se aproxima bastante a los oficiales, hasta situarse aproximadamente un 2,78% por debajo. Esto se debe a que en estos dos últimos años *REE* ha modificado los factores de emisión correspondiente a las diferentes tecnologías.

Basándose en esto, para el cálculo del factor de emisión correspondiente al consumo final de energía eléctrica en las Illes Balears en 2020, se utilizan los datos proporcionados por *REE* para 2020. Además, se aplica de una forma proporcional a la demanda en barras de central, las pérdidas correspondiente al transporte y distribución de la energía de 2019 y aumentando este valor un 2,78% para que sea lo más aproximado al futuro valor oficial publicado:

$$\frac{tnCO_2}{MWh_{final\ 2020}} = \frac{tnCO_2}{MWh_{final\ REE,2020}} \cdot (1 + 0,0278) \quad (5.3)$$

El factor de emisión correspondiente al consumo de energía eléctrica final en 2020, obtenido siguiendo el modelo planteado, es de 0,408 $tnCO_2/MWh_{final}$. Sin embargo,

este valor se corresponde a un consumo de energía final casi un 20% inferior que el obtenido a 2019, causado principalmente por los efectos de la pandemia. Por ese motivo, y para poder comprobar el efecto real que hubiese tenido el cierre progresivo de la central de Es Murterar en el sector hotelero en un año habitual, se ha decidido calcular el factor de emisión considerando la misma cantidad de demanda de energía en barras de central que en 2019 pero modificando su estructura de generación.

En el Cuadro 5.1 se muestra la estructura de la demanda en barras de central para el año 2019, para el año 2020 y para el escenario hipotético en el que el año 2020 hubiese sido un año habitual sin las limitaciones causadas por la pandemia.

MWh	2019	2020 - REAL	2020 - HABITUAL
Eólica	6.085	3.641	6.085
Solar fotovoltaica	121.045	118.307	169.495
Otras renovables	1.138	629	1.138
Residuos renovables	145.463	114.002	145.463
Generación renovable	273.731	236.579	322.182
Ciclo combinado	1.045.197	2.412.137	2.775.080
Carbón	1.999.940	221.661	221.661
Motores diésel	480.135	286.213	480.135
Turbina de gas	441.491	210.560	441.491
Cogeneración	34.373	33.823	34.373
Residuos no renovables	145.463	114.002	145.463
Generación no renovable	4.146.599	3.278.397	4.098.204
Enlace Península-Baleares	1.694.841	1.426.538	1.694.841
Demanda en b.c.	6.115.226	4.941.513	6.115.226

Cuadro 5.1: Estructura de la demanda energética en barras de central en el año 2019, en el año 2020 y en el escenario hipotético de un 2020 con un consumo final habitual. Elaboración propia con datos obtenidos de: <https://www.ree.es/es/datos/demanda>.

Como se observa, la estructura de la demanda en barras de central para un 2020 habitual es muy similar a la de 2019, excepto por la energía procedente del carbón, que se corresponde a la producida en 2020. Basándose en esto, para alcanzar la demanda total producida en 2019, la energía no generada por el carbón se reparte entre la energía procedente de la tecnología solar fotovoltaica (en 2020 la capacidad renovable en Baleares ha crecido un 17,7% debido a las nuevas instalaciones de energía solar fotovoltaica [78]) y el restante en la energía procedente de ciclos combinados, que es la única capaz actualmente de hacer frente a esta demanda.

A continuación, a partir de la energía en barras de central procedente de cada tecnología, se procede a calcular las emisiones de CO_2 producidas a partir de los factores de emisión correspondiente a cada una de estas tecnologías. Una vez obtenidas las emisiones correspondientes a cada una de estas tecnologías, se suman para obtener el total de emisiones correspondientes a la generación de energía eléctrica.

Finalmente, se siguen los mismos pasos que se han mencionado anteriormente para obtener el factor de emisión correspondiente al consumo real producido en 2020. Concretamente, se consideran las pérdidas por transporte y distribución producidas

en 2019 y se aumenta el factor de emisión obtenido un 2,78% para que sea lo más aproximado al valor oficial que se hubiera obtenido.

Por lo tanto, el factor de emisión estimado para el consumo de energía final en 2020, considerando el caso hipotético que hubiese sido un año habitual, es de $0,421 \text{ tnCO}_2/\text{MWh}_{\text{final}}$.

Cálculo de emisiones de GEI

El cálculo de emisiones de GEI se realiza de la misma forma que en el análisis correspondiente a la huella de carbono en 2019. En lo que se refiere a las emisiones correspondientes al consumo eléctrico, se contemplan los siguientes procedimientos, considerando el mismo consumo eléctrico que el realizado en 2019:

- **Procedimiento A:** *Emisiones asociadas al factor de emisión asociado al consumo final de energía eléctrica en las Illes Balears en 2020.*

En este procedimiento se aplica el factor de emisión calculado en el punto anterior ($0,421 \text{ tnCO}_2/\text{MWh}_{\text{final}}$).

- **Procedimiento B:** *Emisiones asociadas a factores de emisión del mix eléctrico de las comercializadoras en España en 2020.*

Para este caso se consideran los factores de emisión correspondientes al mix eléctrico de las diferentes comercializadoras de España contratadas por cada uno de los diferentes suministros en 2020. Para ello, se utilizan los valores indicados en el Cuadro 5.2, proporcionados por el Registro estatal de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción para el año 2020 [74].

COMERCIALIZADORA	FACTOR MIX 2020 (kgCO_2/kWh)
Comercializadora con GdO	0,00
Endesa	0,20
Iberdrola	0,15
Watum	0,25
Sampol	0,05
EDP	0,21
Nexus	0,00
Aldro	0,00

Cuadro 5.2: Factores de emisión del mix eléctrico en 2020 de las comercializadora correspondiente a los suministros analizados. Elaboración propia con datos obtenidos de: https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/factoresemission_tcm30-479095.pdf.

- **Procedimiento C:** Emisiones considerando que a un 50% del consumo se le aplica el factor de emisión del mix eléctrico balear y al 50% restante al factor del mix de la comercializadora correspondiente.

En este último caso planteado, el cálculo de las emisiones se obtiene aplicando al 50% del consumo de energía eléctrica el factor de emisión estimado correspon-

diente al consumo de energía final en las Illes Balears en 2020 y al 50% restante el factor del mix eléctrico de la comercializadora que tienen contratada.

Por otro lado, para el cálculo de emisiones correspondiente al consumo de combustibles, se considera el mismo consumo y factores que los utilizados en el análisis de la huella de carbono en 2019.

Cálculo de ratios

Una vez calculadas las emisiones de CO_2 producidas por cada establecimiento, se procede a obtener diferentes indicadores de emisiones. Tras el análisis realizado correspondiente a 2019, se ha decidido mostrar únicamente los dos ratios que proporcionaban una mayor información sobre la huella de carbono:

- $kgCO_2/pax$
- $kgCO_2/MWh_{Final}$

Agrupaciones de la muestra

Para realizar este análisis, se siguen los mismos criterios que en el análisis de 2019, excepto el de régimen de alojamiento, ya que no se encontró ninguna relación contundente:

- **Análisis según la categoría**
- **Análisis según la tipología**
- **Análisis según el número de UAs**
- **Análisis según la superficie construida**

5.1.2 Análisis de los resultados obtenidos

Una vez explicada la metodología, se procede a analizar los diferentes indicadores de emisiones en función de cada uno de los criterios y procedimientos seleccionados. Cabe destacar que se ha considerado que el consumo energético que hubiesen realizado los establecimientos estudiados en un hipotético 2020 habitual (sin pandemia) se correspondería al efectuado en 2019.

Análisis a partir del Procedimiento A

En primer lugar, se analiza la huella de carbono de los diferentes establecimientos estudiados utilizando como factor de emisión el correspondiente al consumo de energía eléctrica en las Illes Balears en 2020.

- **Análisis según la categoría**

En la Figura 5.2 se muestra el análisis realizado agrupando los diferentes establecimientos según su categoría. En esta, se puede observar que cuanto superior

5.1. Análisis de la huella de carbono en 2020



Figura 5.2: Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2020 de los establecimientos estudiados según la categoría a partir del Procedimiento A. (Izquierda) Ratio $\text{kgCO}_2/\text{MWh}_{Final}$. (Derecha) Ratio kgCO_2/pax .

es la categoría del establecimiento mayor es la cantidad de emisiones de CO_2 producidas por pernoctación y energía consumida.

Concretamente, se observa que los establecimientos de tres estrellas tienen un ratio de $4,42 \text{ kgCO}_2/\text{pax}$, los de cuatro estrellas $5,83 \text{ kgCO}_2/\text{pax}$ y los de cinco estrellas $17,80 \text{ kgCO}_2/\text{pax}$.

• Análisis según la tipología

En la Figura 5.3 se muestran los diferentes resultados obtenidos en relación al análisis según la tipología. En esta se observa que los hoteles producen una mayor cantidad de emisiones de CO_2 por pernoctación que los hoteles apartamento, mientras que ambos emiten una cantidad similar de emisiones respecto al consumo de energía final.



Figura 5.3: Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2020 de los establecimientos estudiados según la tipología a partir del Procedimiento A. (Izquierda) Ratio $\text{kgCO}_2/\text{MWh}_{Final}$. (Derecha) Ratio kgCO_2/pax .

En relación a las emisiones de CO_2 respecto a las pernoctaciones, los hoteles tienen un ratio de $5,85 \text{ kgCO}_2/\text{pax}$ y los hoteles apartamento $4,89 \text{ kgCO}_2/\text{pax}$.

• Análisis según el número de UAs

En la Figura 5.4 aparece el análisis realizado según el número de UAs. En esta se aprecia que los establecimientos con un número inferior a 50 de UAs tienen un valor de $11,6 \text{ kgCO}_2/\text{pax}$ mientras que el resto de los establecimientos se encuentran entre $4,9 \text{ kgCO}_2/\text{pax}$ y $7,3 \text{ kgCO}_2/\text{pax}$.

5. IMPACTO DE LA LEY 10/2019 EN EL SECTOR HOTELERO BALEAR



Figura 5.4: Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2020 de los establecimientos estudiados según el número de *UAs* a partir del Procedimiento A. (Izquierda) Ratio $\text{kgCO}_2/\text{MWh}_{\text{Final}}$. (Derecha) Ratio kgCO_2/pax .

Por otro lado, también se visualiza que todos los establecimientos tienen unas emisiones por consumo de energía final muy similares, independientemente del número de *UAs*.

• Análisis según la superficie construida

Para finalizar este análisis a partir del *Procedimiento A*, en la Figura 5.5 se muestran los ratios según la superficie construida. A partir de este, destaca como los establecimientos con una superficie construida superior a 20.000 m², son los que tienen un menor valor de emisiones de CO₂ en relación al número de pernoctaciones, pero también son los que tienen un valor más elevado respecto al consumo de energía final, aunque en este caso último solamente son un 7,5% superior al obtenido en los establecimientos con una superficie menor a 5.000 m².



Figura 5.5: Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2020 de los establecimientos estudiados según la superficie construida a partir del Procedimiento A. (Izquierda) Ratio $\text{kgCO}_2/\text{MWh}_{\text{Final}}$. (Derecha) Ratio kgCO_2/pax .

Concretamente, los valores correspondientes para los tipos de establecimientos con una superficie menor a 20.000 m² se encuentran entre 5,6 y 5,5 kgCO₂/pax, mientras que los que tienen una superficie superior obtienen un valor 4,68 kgCO₂/pax.

Análisis a partir del Procedimiento B

A continuación, se muestra el análisis de la huella de carbono de los establecimientos estudiados utilizando los factores de emisión correspondientes al mix eléctrico de las comercializadoras en España para 2020.

- **Análisis según la categoría**

En la Figura 5.6 aparece el análisis de la huella de carbono según su categoría. En esta se puede apreciar que cuanto más elevada es la categoría del establecimiento mayor es la cantidad de emisiones de CO_2 producidas por pernoctación y energía consumida.

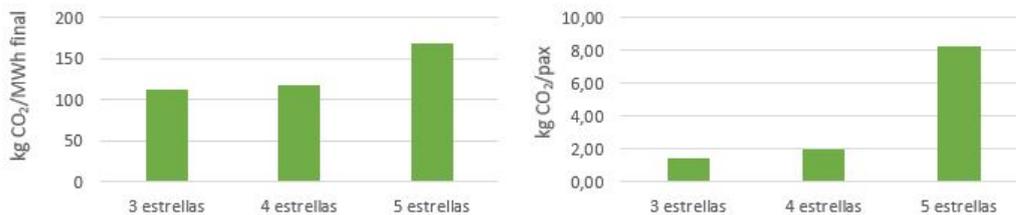


Figura 5.6: Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2020 de los establecimientos estudiados según la categoría a partir del Procedimiento B. (Izquierda) Ratio $kgCO_2/MWh_{Final}$. (Derecha) Ratio $kgCO_2/pax$.

Concretamente, se observa que los establecimientos de tres estrellas tienen un ratio de 1,46 $kgCO_2/pax$, los de cuatro estrellas 2,00 $kgCO_2/pax$ y los de cinco estrellas 8,26 $kgCO_2/pax$.

- **Análisis según la tipología**

En la Figura 5.7 se presentan los diferentes resultados obtenidos en relación al análisis según la tipología. Basándose en esta, se aprecia que los hoteles producen una mayor cantidad de emisiones de CO_2 por pernoctación y consumo de energía final.



Figura 5.7: Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2020 de los establecimientos estudiados según la tipología a partir del Procedimiento B. (Izquierda) Ratio $kgCO_2/MWh_{Final}$. (Derecha) Ratio $kgCO_2/pax$.

En relación a las emisiones de CO_2 respecto a las pernoctaciones, los hoteles tienen un ratio de 2,12 $kgCO_2/pax$ y los hoteles apartamento 1,52 $kgCO_2/pax$.

• **Análisis según el número de UAs**

En la Figura 5.8 se muestra el análisis realizado según el número de UAs. En esta se observa que los establecimientos con un número inferior a 50 de UAs tienen un valor de 5,66 kgCO₂/pax mientras que el resto de establecimientos se encuentran entre 1,5 kgCO₂/pax y 2,9 kgCO₂/pax.



Figura 5.8: Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2020 de los establecimientos estudiados según el número de UAs a partir del Procedimiento B. (Izquierda) Ratio kgCO₂/MWh_{Final}. (Derecha) Ratio kgCO₂/pax.

Por otro lado, en este análisis también se observa que los establecimientos con un número inferior a 50 UAs tienen unas emisiones por consumo de energía final más elevadas que el resto.

• **Análisis según la superficie construida**

En la Figura 5.9 aparecen los resultados obtenidos a partir del análisis según la superficie construida. Cabe destacar que en este caso no se observa una relación evidente entre las emisiones producidas por los establecimientos y la superficie construida.



Figura 5.9: Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2020 de los establecimientos estudiados según la superficie construida a partir del Procedimiento B. (Izquierda) Ratio kgCO₂/MWh_{Final}. (Derecha) Ratio kgCO₂/pax.

No obstante, los establecimientos con una superficie menor a 5.000 m² son los que tienen un mayor número de emisiones producidas por pernoctación. Concretamente, los valores obtenidos son los siguientes: establecimientos con una superficie menor a 5.000 m² tienen un ratio de 2,39 kgCO₂/pax, entre 5.000 m² y 10.000 m² 1,71 kgCO₂/pax, entre 10.000 m² y 15.000 m² 1,60 kgCO₂/pax, entre 15.000 m² y 20.000 m² 2,11 kgCO₂/pax y superior a 20.000 m² 1,93 kgCO₂/pax..

Análisis a partir del Procedimiento C

Para finalizar el análisis, se muestran los resultados obtenidos con relación a la huella de carbono en 2020 a partir del *Procedimiento C*. En este se calculan las emisiones correspondiente al consumo eléctrico aplicando al 50% del consumo el factor de emisión del mix eléctrico balear y al 50% restante el factor del mix eléctrico de la comercializadora que tienen contratada.

- **Análisis según la categoría**

En la Figura 5.10 se representan los resultados obtenidos del análisis según la categoría de los establecimientos. Al igual que en los procedimientos anteriores, cuanto más elevada es la categoría del establecimiento mayor es la cantidad de emisiones de CO_2 producidas por pernoctación y energía consumida.



Figura 5.10: Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2020 de los establecimientos estudiados según la categoría a partir del Procedimiento C. (Izquierda) Ratio $kgCO_2/MWh_{Final}$. (Derecha) Ratio $kgCO_2/pax$.

Concretamente, se observa que los establecimientos de tres estrellas tienen un ratio de 2,94 $kgCO_2/pax$, los de cuatro estrellas 3,92 $kgCO_2/pax$ y los de cinco estrellas 13,03 $kgCO_2/pax$.

- **Análisis según la tipología**

En la Figura 5.11 se muestran los indicadores de emisiones obtenidos en relación al análisis según la tipología. A partir de estos ratios se observa que aunque los establecimientos de ambas tipologías tengan valores similares de emisiones de CO_2 respecto al consumo de energía final, los hoteles producen una mayor cantidad de emisiones de CO_2 por pernoctación.

En relación a las emisiones de CO_2 respecto a las pernoctaciones, los hoteles tienen un ratio de 3,99 $kgCO_2/pax$ y los hoteles apartamento 3,20 $kgCO_2/pax$.

- **Análisis según el número de UAs**

En los gráficos que aparecen en la Figura 5.12 se aprecia que los establecimientos con un número inferior a 50 de UAs tienen un valor de emisiones por pernoctación más elevado que el resto. Específicamente, estos tienen un ratio de 8,65 $kgCO_2/pax$ mientras que el resto de establecimientos se encuentran entre 3,4 $kgCO_2/pax$ y 5,1 $kgCO_2/pax$.

5. IMPACTO DE LA LEY 10/2019 EN EL SECTOR HOTELERO BALEAR

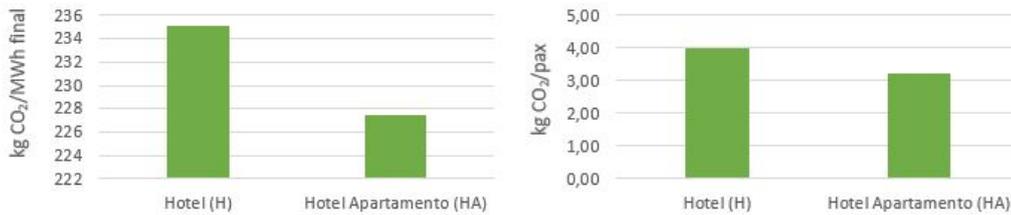


Figura 5.11: Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2020 de los establecimientos estudiados según la tipología a partir del Procedimiento C. (Izquierda) Ratio $\text{kgCO}_2/\text{MWh}_{\text{Final}}$. (Derecha) Ratio kgCO_2/pax .



Figura 5.12: Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2020 de los establecimientos estudiados según el número de UAs a partir del Procedimiento C. (Izquierda) Ratio $\text{kgCO}_2/\text{MWh}_{\text{Final}}$. (Derecha) Ratio kgCO_2/pax .

Por otro lado, se observa que la diferencia entre los valores de emisiones por consumo de energía final son mínimos entre los diferentes grupos de establecimientos.

• Análisis según la superficie construida

Para acabar, en la Figura 5.13 se muestran los ratios según la superficie construida. En esta se observa que los establecimientos con una superficie construida superior a 20.000 m^2 son aquellos que tienen un valor menor de emisiones de CO_2 por número de pernoctaciones (3,30 kgCO_2/pax), mientras que el resto muestran valores entre 3,6 y 3,9 kgCO_2/pax .

Por otro lado, cabe destacar que este grupo de establecimientos son aquellos que producen una mayor cantidad de emisiones de CO_2 por consumo de energía.

5.1.3 Comparativa entre la huella de carbono de 2019 y la de 2020

Tras realizar el análisis de la huella de carbono de los establecimientos para un hipotético 2020, se procede a comparar los resultados obtenidos en cada uno de los procedimientos. También, se añade como escenario el caso en el que los establecimientos tienen contratadas comercializadoras con *GdO*. Además, en esta comparativa se incorporan los valores obtenidos en 2019 para comprobar el efecto del cierre progresivo de la central de carbón en la huella de carbono en el sector hotelero.

5.1. Análisis de la huella de carbono en 2020

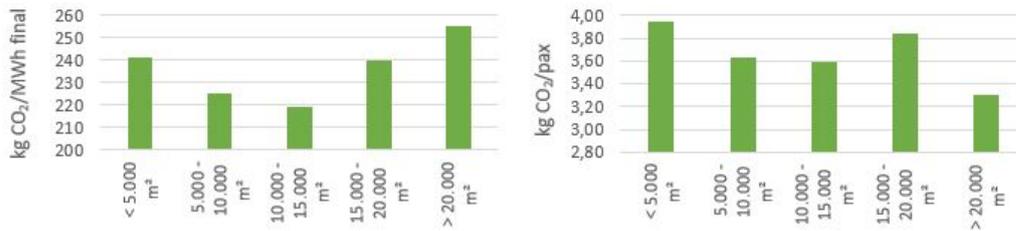


Figura 5.13: Resultados obtenidos del análisis de la huella de carbono en 2020 de los establecimientos estudiados según la superficie construida a partir del Procedimiento C. (Izquierda) Ratio $\text{kgCO}_2/\text{MWh}_{Final}$. (Derecha) Ratio kgCO_2/pax .

En primer lugar, en la Figura 5.14 se muestra el indicador de emisiones respecto al número de pernотaciones en cada uno de los diferentes escenarios planteados tanto para 2020 como para 2019.

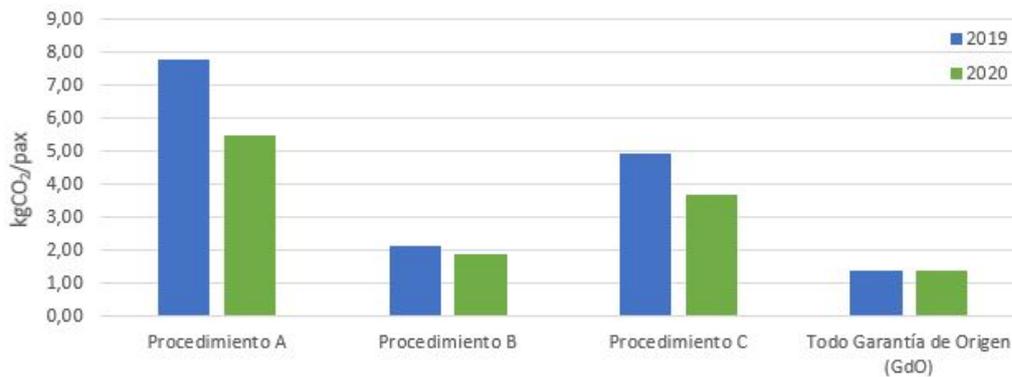


Figura 5.14: Comparativa del ratio kgCO_2/pax obtenido del análisis de la huella de carbono en 2020 de los establecimientos estudiados en cada uno de los casos.

En lo que se refiere a los resultados obtenidos en 2020, se observa una gran diferencia entre los valores obtenidos en cada escenario, aunque no tan elevada como la que se producía en el análisis de 2019. Concretamente, los ratios obtenidos para el global de establecimientos en cada uno de los casos son los siguientes: $5,45 \text{ kgCO}_2/\text{pax}$ en el *Procedimiento A*, $1,87 \text{ kgCO}_2/\text{pax}$ en el *Procedimiento B*, $3,66 \text{ kgCO}_2/\text{pax}$ en el *Procedimiento C* y $1,38 \text{ kgCO}_2/\text{pax}$ en el caso hipotético en el cual se considera que las emisiones correspondientes al consumo eléctrico son nulas.

Si se comparan los valores de la huella de carbono obtenida en 2020 con la correspondiente a 2019, se observa como la reducción de la generación proveniente del carbón provoca un decremento considerable en las emisiones por pernотación en los resultados obtenidos a partir del *Procedimiento A* y del *Procedimiento C*. Cabe destacar que ambos procedimientos están afectados por el factor de emisión correspondiente al consumo de energía final en las Illes Balears. Concretamente, en el *Procedimiento A* se observa una reducción del 29,7%, mientras que en el *Procedimiento C* el decremento

es de un 25,6%.

Por otro lado, en la Figura 5.15 se muestran la cantidad de emisiones de CO_2 producidas entre el consumo de energía en cada uno de los casos planteados. Los valores obtenidos para 2020 para este indicador son los siguientes: $345,95 \text{ kgCO}_2/\text{MWh}_{Final}$ en el *Procedimiento A*, $118,53 \text{ kgCO}_2/\text{MWh}_{Final}$ en el *Procedimiento B*, $232,24 \text{ kgCO}_2/\text{MWh}_{Final}$ en el *Procedimiento C* y $87,54 \text{ kgCO}_2/\text{MWh}_{Final}$ en el caso hipotético en cual se considera que las emisiones correspondiente al consumo eléctrico son nulas.

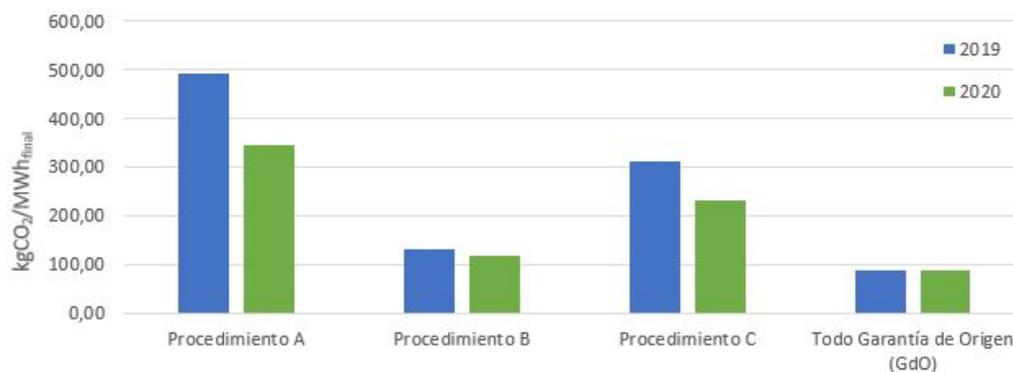


Figura 5.15: Comparativa del ratio $\text{kgCO}_2/\text{MWh}_{Final}$ obtenido del análisis de la huella de carbono en 2020 de los establecimientos estudiados en cada uno de los casos.

Al igual que sucede con el indicador de emisiones anterior, la diferencia entre los valores obtenidos en cada uno de los procedimientos en 2020 es notable. Además, en este indicador de emisiones también se observa claramente la diferencia entre los valores obtenidos en 2020 y en 2019.

5.1.4 Conclusiones del análisis de la huella de carbono en 2020

Tras el análisis y la comparativa entre los diferentes resultados obtenidos de la huella de carbono en 2020, se procede a indicar las principales conclusiones de esta sección. En primer lugar, al igual que sucedía en el análisis realizado para el año 2019, se han confirmado las siguientes relaciones según el criterio seleccionado:

- Cuanto superior es la categoría de los establecimientos, mayor es el número de emisiones de CO_2 por pernoctación y por consumo de energía final.
- Los hoteles producen una mayor cantidad de emisiones de CO_2 por pernoctación que los hoteles apartamentos.
- Los establecimientos con un número de UAs inferior a 50 tienen un valor superior de emisiones de CO_2 por pernoctación que los establecimientos con un número superior.
- Los establecimientos que disponen de una superficie construida superior a 20.000 m^2 emiten una menor cantidad de CO_2 por pernoctación que aquellos con una superficie inferior.

Por otro lado, en la comparación entre los resultados obtenidos entre cada uno de los procedimientos empleados, se puede observar que la diferencia entre estos, aunque es menor que la producida en 2019, sigue siendo bastante considerable. Esta diferencia, ratifica la importancia de seleccionar un procedimiento acorde a los objetivos del Registro de la Huella de Carbono.

Además, se ha comprobado que en un hipotético 2020 habitual, en el cual no hubiese habido una pandemia que provocase una disminución del turismo y del consumo energético, el cierre progresivo de la central de Es Murterar hubiese provocado un decremento importante en la huella de carbono de los establecimientos estudiados.

Esta situación muestra la importancia que tiene la generación de energía eléctrica de las Illes Balears en la huella de carbono del sector hotelero. Los establecimientos ven como sus emisiones de CO_2 se reducen considerablemente sin necesidad de realizar ninguna actuación ni inversión para reducir el consumo energético o para aumentar la energía procedente de fuentes renovables.

Finalmente, la considerable reducción de los indicadores de emisiones de un año a otro, demuestra la importancia de intentar que el cálculo de la huella de carbono se realice del año anterior y no de dos años atrás. Basándose en lo indicado actualmente en el proyecto de decreto, los establecimientos que realicen una elevada inversión para reducir sus emisiones de CO_2 no se verán beneficiados hasta dos años después. Esta situación puede ser principalmente perjudicial en los casos en los que una cadena hotelera adquiera un establecimiento en los cuales durante los dos años anteriores se ha estado realizando un consumo energético desmesurado y contaminante.

Cabe destacar que el Registro Estatal de Huella de Carbono dispone en abril del año n de los factores de emisión correspondiente al año anterior. Por este motivo, sería interesante que el Registro Balear realizase un esfuerzo para disponer antes de junio del año en curso los factores de emisión correspondiente al año anterior. Así, las organizaciones dispondrían de la segunda mitad del año para el cálculo de la huella de carbono.

5.2 Análisis de la huella de carbono en 2030

En esta sección, se procede a analizar la hipotética huella de carbono en 2030 de los establecimientos estudiados. Para ello, se consideran los objetivos de reducción de emisiones, aumento de la eficiencia energética y penetración de energías renovables indicados en la *Ley 10/2019*.

En primer lugar, se explica la metodología seguida, indicando entre otra información los diferentes escenarios planteados. Posteriormente, se analizan los resultados obtenidos en cada uno de los diferentes escenarios. También, se realiza una comparativa entre estos. Finalmente, se lleva a cabo una conclusión del análisis.

5.2.1 Metodología

Es este apartado se procede a explicar la metodología para el análisis de la huella de carbono en 2030. Para comenzar, se muestran los objetivos indicados en la *Ley 10/2019*, ya mencionados anteriormente en el Capítulo 2:

- Reducción de un 40 % de las emisiones de CO_2 en base a las correspondientes al año 1990.
- Penetración de las energías renovables de un 35 % de las emisiones de CO_2 .
- Reducción de un 26 % del consumo de energía en base al producido en 2005.

A partir de estos objetivos, se calcula el hipotético factor de emisión correspondiente al mix eléctrico balear en 2030. Además, también se estiman el aumento de la eficiencia energética y el de la penetración de energías renovables que debe realizar el sector hotelero para 2030. Posteriormente, se indica la metodología para el cálculo de las emisiones, donde se muestran los diferentes escenarios considerados, y para el cálculo de los ratios. Finalmente, se indican las agrupaciones realizadas de la muestra para el análisis.

Cálculo del mix eléctrico balear en 2030

Para el cálculo del hipotético factor emisión correspondiente al consumo eléctrico final en las Illes Balears en 2030, se proceden a aplicar los objetivos de emisiones y de eficiencia energética. En este caso no se aplica el objetivo de penetración de energía renovable, ya que se considera que viene explícito en la reducción de emisiones. Además, cabe destacar que el objetivo de ahorro de energía se aplica directamente al consumo de energía final, ya que se desconoce la evolución de las pérdidas y la evolución de la eficiencia en la generación.

A partir de esto, en primer lugar se procede a aplicar la reducción del 26 % del consumo de energía respecto al producido en 2005, el cual se obtiene a partir del balance energético de las Illes Balears [77]:

$$Consumo_{final,2030} = (1 - 26\%) \cdot Consumo_{final,2005} \quad (5.4)$$

Donde:

- $Consumo_{final,2030}$: Consumo de energía final eléctrica en las Illes Balears en 2030 según el objetivo de ahorro de energía indicado en la *Ley 10/2019*.
- $Consumo_{final,2005}$: Consumo de energía final eléctrica en las Illes Balears en 2005.

Posteriormente, se calculan las emisiones correspondiente al consumo final de energía imputando una reducción del 40% respecto a las producidas en 1990 [79]:

$$Emisiones_{CO_2,2030} = (1 - 40\%) \cdot Emisiones_{CO_2,1990} \quad (5.5)$$

Donde:

- $Emisiones_{CO_2,2030}$: Emisiones de CO_2 correspondiente a la generación de energía eléctrica en 2030 según el objetivo de reducción de emisiones indicado en la *Ley 10/2019*.
- $Emisiones_{CO_2,1990}$: Emisiones de CO_2 correspondiente a la generación de energía eléctrica en 1990.

Finalmente, a partir de estos dos datos calculados, se obtiene el factor de emisión correspondiente al mix eléctrico balear para el año 2030 ($tnCO_2/MWh_{final,2030}$) de la siguiente forma:

$$\frac{tnCO_2}{MWh_{final,2030}} = \frac{Emisiones_{CO_2,2030}}{Consumo_{final,2030}} \quad (5.6)$$

Por lo tanto, el factor de emisión correspondiente al mix eléctrico balear estimado para 2030, basándose en los objetivos de la *Ley 10/2019*, es de $0,386 tnCO_2/MWh_{final,2030}$.

Cálculo del aumento de eficiencia energética en el sector hotelero en 2030

Una vez calculado el mix eléctrico balear correspondiente a 2030, se procede a calcular cuánto debería de reducirse el consumo de energía en 2019 para cumplir con el objetivo de eficiencia energética indicado por la *Ley 10/2019*. Al no disponer del consumo del sector hotelero balear en 2005 (dato de partida sobre el que se aplica el objetivo), se ha decidido realizar el cálculo con el consumo total de energía eléctrica en las Illes Balears. En consecuencia a esto, y tras haber obtenido en el punto anterior el consumo de energía final eléctrica en las Illes Balears en 2030, el factor de reducción correspondiente al consumo de energía en 2019 será el siguiente:

$$Factor_{Energia,2019-2030} (\%) = \frac{Consumo_{final,2030} - Consumo_{final,2019}}{Consumo_{final,2019}} \quad (5.7)$$

Donde:

- $Factor_{Energia,2019-2030}$: Factor de reducción del consumo de energía final en 2019 para cumplir con el objetivo de eficiencia energética para 2030
- $Consumo_{final,2030}$: Consumo de energía final eléctrica en las Illes Balears en 2030 según el objetivo de ahorro de energía indicado en la *Ley 10/2019*.

- $Consumo_{final,2019}$: Consumo de energía final eléctrica en las Illes Balears en 2019.

Por consiguiente, el factor de reducción que se debe aplicar al consumo de energía eléctrica final en 2019 para conseguir el objetivo de eficiencia para 2030, es de un 32,23 %.

Cálculo del aumento de energías renovables en el sector hotelero en 2030

Para obtener el factor que relaciona la penetración actual de energías renovables con el objetivo señalado para 2030, se utiliza la siguiente expresión:

$$Factor_{Renovables,2019-2030} (\%) = \frac{(1 - \% Renovables_{2030}) - (1 - \% Renovables_{2019})}{(1 - \% Renovables_{2019})} \quad (5.8)$$

- $Factor_{Renovables,2019-2030}$: Factor que indica el porcentaje que debe aumentar la energía proveniente de fuentes renovables en 2019 para cumplir con el objetivo indicado para 2030.
- $\% Renovables_{2030}$: Porcentaje de renovables en 2030 a partir del objetivo indicado en la Ley 10/2019.
- $\% Renovables_{2019}$: Porcentaje de renovables en 2019 en el sector hotelero español (no se dispone de información concreta del sector hotelero balear). Este valor corresponde a un 3,05 % [80].

Por lo tanto, el consumo de energía final de los establecimientos estudiados en 2019, que se corresponde al consumo de energía que ocasiona emisiones de CO_2 , tiene que reducirse en un 32,95 % para conseguir el objetivo de penetración de renovables para 2030.

Cálculo de emisiones de GEI

Para el cálculo de emisiones correspondiente al consumo eléctrico, se utiliza el factor de emisión del mix eléctrico balear estimado para 2030. Por otro lado, para el cálculo de emisiones correspondiente a los diferentes combustibles, se utilizan los factores indicados en el Capítulo 4.

A partir de estos factores, se procede a analizar la huella de carbono de los establecimientos para los siguientes escenarios:

- **Escenario A:** *Aplicación del factor de emisión del mix eléctrico balear para 2030.*

En este escenario se mantiene el consumo energético producido por los establecimientos en 2019 y únicamente varía el factor de emisión del consumo de energía eléctrica. Concretamente, se utiliza el correspondiente al mix eléctrico balear estimado para 2030.

- **Escenario B:** *Aplicación del factor de emisión del mix eléctrico balear para 2030 y del factor de reducción de energía debido al aumento de la eficiencia energética.*

En este caso se aplica el factor de emisión del mix eléctrico balear estimado para 2030 y se reduce el consumo energético, tanto eléctrico como de combustibles de forma proporcional. Para ello, se aplica el factor estimado de reducción del consumo debido al objetivo de eficiencia energética.

- **Escenario C:** *Aplicación del factor de emisión del mix eléctrico balear para 2030 y del factor de reducción de energía debido al aumento de la eficiencia energética, priorizando el decremento del consumo eléctrico.*

Se aplican las mismas consideraciones que en el *Escenario B*, pero priorizando en primer lugar la reducción del consumo eléctrico

- **Escenario D:** *Aplicación del factor de emisión del mix eléctrico balear para 2030 y del factor de reducción de energía debido al aumento de la eficiencia energética, priorizando el decremento del consumo de combustibles.*

En el *Escenario D*, también se imputan las consideraciones del *Escenario B*, pero priorizando en este caso la reducción del consumo eléctrico.

- **Escenario E:** *Aplicación del factor de emisión del mix eléctrico balear para 2030 y del factor de penetración de energías renovables, priorizando el decremento del consumo de combustibles.*

En este escenario se aplica el factor de emisión del mix eléctrico balear para 2030 y se reduce de forma proporcional el consumo energético de los establecimientos en 2019. Para ello, se aplica el factor de penetración de las energías renovables estimado según el objetivo para 2030 indicado en la *Ley 10/2019*.

- **Escenario F:** *Aplicación del factor de emisión del mix eléctrico balear para 2030 y del factor de penetración de energías renovables.*

En el *Escenario F* se toman las mismas consideraciones que en el escenario anterior, pero priorizando la reducción del consumo eléctrico.

- **Escenario G:** *Aplicación del factor de emisión del mix eléctrico balear para 2030 y del factor de penetración de energías renovables, priorizando el decremento del consumo de combustibles.*

En este escenario también se aplican las mismas consideraciones que en el *Escenario F* pero priorizando en este caso la reducción del consumo de combustibles.

- **Escenario H:** *Aplicación del factor de emisión del mix eléctrico balear para 2030, del factor de reducción de energía debido al aumento de la eficiencia energética y del factor de penetración de renovables.*

En este caso, además de la aplicación del factor de emisión correspondiente al mix eléctrico balear estimado para 2030, se aplica de forma conjunta los factores de reducción de consumo asociados a los objetivos de eficiencia energética y penetración de energía renovable para 2020.

- **Escenario I:** *Aplicación del factor de emisión del mix eléctrico balear para 2030, del factor de reducción de energía debido al aumento de la eficiencia energética y del factor de penetración de renovables, priorizando el decremento del consumo eléctrico.*

En el *Escenario I*, se consideran las medidas del *Escenario H*, pero priorizando la reducción del consumo eléctrico.

- **Escenario J:** *Aplicación del factor de emisión del mix eléctrico balear para 2030 del factor de reducción de energía debido al aumento de la eficiencia energética y del factor de penetración de renovables, priorizando el decremento del consumo de combustibles.*

Finalmente, en este último escenario se aplican las mismas reglas que en el *Escenario I* pero primando la reducción del consumo de combustibles.

Cálculo de ratios y agrupaciones de la muestra

Como en el análisis de la huella de carbono correspondiente a 2020, los indicadores de emisiones que se calculan son los siguientes:

- kgCO_2/pax
- $\text{kgCO}_2/\text{MWh}_{\text{Final}}$

Para este análisis, ya se han comprobado previamente las relaciones entre las diferentes agrupaciones de la muestra según el criterio considerado. Por ese motivo, únicamente se representan los ratios para el conjunto total de establecimientos.

5.2.2 Análisis y comparativa de los resultados obtenidos

Para comenzar el análisis de la huella de carbono en 2030, en la Figura 5.16 se muestra la comparativa del indicador de emisiones de CO_2 entre el número de pernотaciones obtenido en cada uno de los diferentes escenarios planteados. Además, se añaden los valores obtenidos en los análisis de huella de carbono en 2019 y 2020 a partir del *Procedimiento A*, en los cuales se utilizaba el mix eléctrico balear como factor de emisión.

En el *Escenario A* se observa como el decremento del factor de emisión correspondiente al mix eléctrico balear en 2030 permite que los establecimientos reduzcan su huella de carbono sin necesidad de realizar ninguna inversión ni actuación. Concretamente, se produce un decremento de un 34,1 % respecto a 2019 y un 6,3 % con relación a 2020 hasta un valor de 5,11 kgCO_2/pax ,

Posteriormente, en los *Escenarios B, C y D* se visualiza el efecto de la reducción del factor de emisión del mix eléctrico y del aumento de la eficiencia energética en el sector hotelero balear. En este caso, los valores obtenidos son 3,46 kgCO_2/pax , 3,15 kgCO_2/pax y 3,93 kgCO_2/pax , respectivamente. Tal y como se observa, priorizar el ahorro del consumo eléctrico permite que los establecimientos tengan una huella de carbono inferior.

A continuación, en los *Escenarios E, F y G* se observa el impacto del decremento del factor de emisión correspondiente al mix eléctrico y de la reducción del consumo

5.2. Análisis de la huella de carbono en 2030

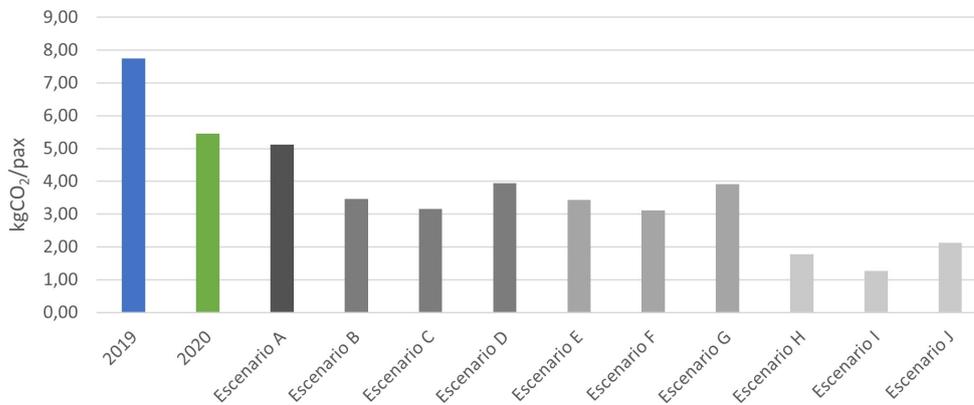


Figura 5.16: Comparativa del ratio kgCO₂/pax obtenido del análisis de la huella de carbono en 2030 de los establecimientos estudiados en cada uno de los casos.

energético a partir del objetivo de penetración de renovables. En este caso, los valores alcanzados son 3,43 kgCO₂/pax, 3,11 kgCO₂/pax y 3,91 kgCO₂/pax, respectivamente. Basándose en esto, se observa que tanto la aplicación de forma independiente del factor de reducción de consumo por eficiencia energética o del factor de penetración de renovables, ocasionan una huella de carbono similar. Además, en este caso también se observa que priorizar la reducción del consumo eléctrico permite una mayor reducción de las emisiones de CO₂.

Para acabar este análisis, en los *Escenarios H, I y J* se muestran los indicadores obtenidos a partir de la aplicación del factor de emisión del mix eléctrico y de ambos factores de reducción, los cuales obtienen los siguientes valores: 1,78 kgCO₂/pax, 1,26 kgCO₂/pax y 2,12 kgCO₂/pax, respectivamente. A partir de esto, si se aplican los tres objetivos indicados en la *Ley 10/2019* para 2030, se puede llegar a alcanzar una reducción de la huella de carbono de un 83,8% respecto a la obtenida en 2019 y un 76,9% con relación a la de 2020.

Por otro lado, en la Figura 5.17 se representan las emisiones por consumo de energía final obtenida en 2019, en 2020 y en cada uno de los diferentes escenarios planteados en 2030.

En este caso, los valores obtenidos en los diferentes escenarios son muy similares. Concretamente, destaca como ratio más elevado el del *Escenario J* con un valor de 385,7 kgCO₂/MWh_{Final}. Por otro lado, el menor se corresponde al del *Escenario I* con un valor de 229,4 kgCO₂/MWh_{Final}. Este último supone una reducción de un 53,4% respecto al valor obtenido en 2019 y un 33,4% respecto al de 2020.

5.2.3 Conclusiones del análisis de la huella de carbono en 2030

A partir del análisis de la huella de carbono en 2030, se ha podido comprobar que los objetivos planteados por la *Ley 10/2019* ocasionan un decremento considerable en la huella de carbono del sector hotelero. Únicamente aplicando estos objetivos a la generación de energía eléctrica se consigue que los establecimientos, sin tener que

5. IMPACTO DE LA LEY 10/2019 EN EL SECTOR HOTELERO BALEAR

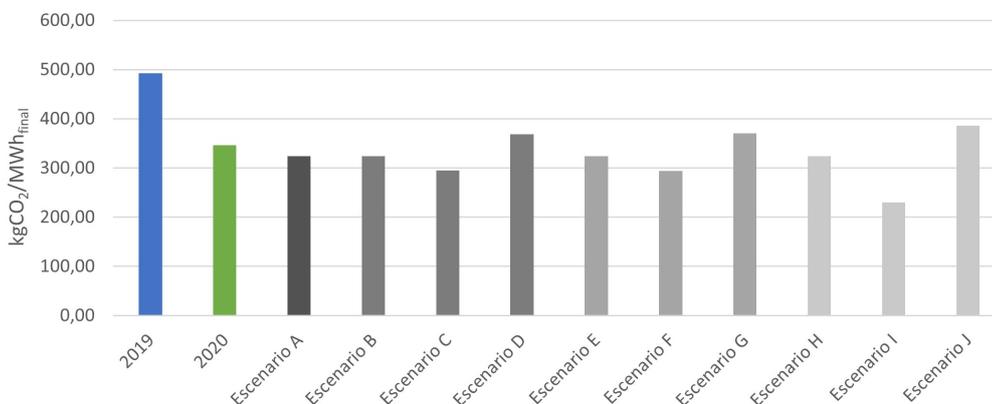


Figura 5.17: Comparativa del ratio $\text{kgCO}_2/\text{MWh}_{\text{Final}}$ obtenido del análisis de la huella de carbono en 2030 de los establecimientos estudiados en cada uno de los casos.

realizar ningún tipo de actuación e inversión, reduzcan su huella de carbono respecto a 2019 en un 34,1 %.

Además, se ha comprobado que en el caso de aplicar únicamente el objetivo de penetración de renovables o el de aumento de eficiencia energética, las emisiones de CO_2 producidas por los diferentes establecimientos serían similares en ambos casos. Por otro lado, la aplicación de forma conjunta de los tres objetivos pueden llegar a ocasionar, un decremento de la huella de carbono en el sector hotelero de un 83,8% respecto a la obtenida en 2019 y en un 76,9% en relación a la de 2020, hasta situarla en 1,26 kgCO_2/pax .

También, se ha detectado que priorizar la reducción del consumo eléctrico provoca que la huella de carbono de los establecimientos sea menor. Esto se debe a que, aún en 2030, el factor de emisión correspondiente al consumo eléctrico sigue siendo más elevado que el de los combustibles.

Como se ha podido observar, los objetivos planteados en la *Ley 10/2019* provocan una reducción considerable de emisiones de CO_2 respecto a las producidas en 2019. No obstante, aún habría un amplio margen de mejora con relación al factor de emisión correspondiente al mix eléctrico balear. Esto se debe a que, aún en 2030, seguiría siendo menos contaminante el uso de combustibles en el propio establecimiento que el consumo de energía eléctrica. Basándose en esto, se deberían de imponer unos objetivos más estrictos para la generación de energía eléctrica en las Illes Balears, con la finalidad de conseguir un mix eléctrico con un elevado porcentaje de energías renovables.

CONCLUSIONES FINALES

El cambio climático es un problema global que tiene un gran impacto negativo tanto en el medio ambiente como en la sociedad. Por ese motivo, urge la necesidad de una transición energética que permita la reducción de emisiones de CO_2 y, por tanto, mitigar el cambio climático.

Las Illes Balears son una de las zonas con mayor vulnerabilidad al cambio climático por su condición de insularidad. Además, el reducido porcentaje de energías renovables en la generación de energía eléctrica y el elevado consumo energético, provoca que esta transición deba ser lo más adecuada, contundente y eficiente posible. Por todo ello es importante conocer de forma extensa la situación actual en la que nos encontramos, con el objetivo de poder tomar las medidas adecuadas y reducir las emisiones de *GEI*.

Por ese motivo, en este proyecto se ha cuantificado y analizado la huella de carbono del sector hotelero, uno de los principales consumidores en las islas. Concretamente, se ha analizado la huella de carbono correspondiente a 2019 y se ha estudiado el impacto de la *Ley 10/2019* a partir del análisis de la huella de carbono en 2020 y 2030.

A medida que se ha ido avanzando en los diferentes análisis, se han ido indicando las conclusiones que se iban obteniendo en cada uno de estos. Cabe destacar que estas conclusiones eran acumulativas, ya que se iban comparando los resultados obtenidos con los calculados en los análisis anteriores. No obstante, a continuación se muestran las conclusiones más relevantes obtenidas en este *TFM*:

- Los establecimientos que disponen de una categoría superior producen una mayor cantidad de emisiones de CO_2 por pernoctación y por consumo de energía final.
- Los hoteles emiten una mayor cantidad de CO_2 por pernoctación que los hoteles apartamentos.
- Los establecimientos con un número de *UAs* inferior a 50 tienen un valor superior de emisiones de CO_2 por pernoctación que los establecimientos con un número superior.

6. CONCLUSIONES FINALES

- Los establecimientos que disponen de una superficie construida superior a 20.000 m² tienen un valor inferior de emisiones de CO₂ por pernoctación que aquellos con una superficie menor.
- En función del procedimiento seleccionado para el cálculo de las emisiones de CO₂, la huella de carbono obtenida varía de forma considerable. Por ese motivo, es importante tener claro cuál es el objetivo del cálculo de la huella de carbono para obtener el procedimiento adecuado.
- Basándose en el análisis realizado, se considera que el *Procedimiento C* es el más correcto, ya que por un lado se consideran las emisiones reales que está produciendo el establecimiento y, por otro lado, se bonifica a los que tienen contratada una comercializadora con *GdO*.
- El ratio kgCO₂/MWh_{final} es uno de los que mayor información proporciona sobre las emisiones de CO₂, ya que indica como de contaminante son las fuentes de energía utilizadas. Por ese motivo, la combinación de este indicador con el ratio de kgCO₂/pax, permite realizar un análisis completo de la huella de carbono de un establecimiento hotelero.
- El cierre progresivo de la central de Es Murterar hubiese ocasionado que, en un hipotético 2020 sin efectos por la pandemia, las emisiones de CO₂ de los establecimientos se hubiesen reducido de forma considerable. Concretamente, en el *Procedimiento A* la reducción respecto 2019 hubiese sido de un 29,7%, mientras que en el *Procedimiento C* hubiese sido de un 25,7%.
- En el caso de la aplicación de los objetivos para 2030 de la *Ley 10/2019* en la generación de energía eléctrica en las Illes Balears, las emisiones de CO₂ de los establecimientos hoteleros se reducirían en un 34,1 % respecto a 2019. Es decir, sin necesidad de que estos realizasen ninguna inversión ni actuación, su huella de carbono se reduciría de forma importante.
- La aplicación conjunta de los tres objetivos para 2030 de la *Ley 10/2019* en el sector hotelero, podría llegar a suponer una reducción de la huella de carbono de un 83,8% respecto a la obtenida en 2019.
- Basándose en la estimación de la huella de carbono realizada para 2030, se observa como priorizar la reducción del consumo eléctrico supone una menor cantidad de emisiones de CO₂. Es decir, aún en 2030 seguiría siendo menos contaminante la quema de combustibles en el establecimiento hotelero que el consumo de energía eléctrica de la red. El motivo de esto, es que el mix eléctrico balear aún seguiría teniendo un porcentaje de renovables insuficiente. Por lo tanto, si se desea en un futuro abandonar el consumo final de combustibles, es fundamental imponer unos objetivos más estrictos para conseguir una generación de energía eléctrica lo más verde posible.



BASE DE DATOS DE LOS ESTABLECIMIENTOS ESTUDIADOS

A continuación se muestra la base de datos utilizada de los 90 establecimientos estudiados para la realización del *TFM*.

A. BASE DE DATOS DE LOS ESTABLECIMIENTOS ESTUDIADOS

ID Hotel	1	2	3	4	5
Localización (Isla)	Mallorca	Mallorca	Mallorca	Mallorca	Mallorca
Superficie construida (m²)	4.743	6.033	8.423	8.739	5.948
N° unidades de alojamiento	124	120	139	208	152
Tipología	Hotel	Aparthotel	Aparthotel	Hotel	Hotel
Régimen	TI	TI	TI	TI	TI
N° comidas	3	3	3	3	3
N° estrellas	3	3	3	3	3
N° meses abiertos	7	8	7	8	7
Ocupación anual	53.714	53.302	63.054	91.722	59.716
Consumo eléctrico (kWh/año)	309.238	414.958	544.302	569.138	459.161
Comercializadora	Iberdrola	Iberdrola	Iberdrola	Iberdrola	Watium
¿Garantía de origen?	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Consumo de gas natural (kWhpcs/año)	360.274	0	0	314.448	0
Consumo de propano (kg/año)	0	4.884	9.376	0	3.640
Consumo de gasoil (l/año)	0	22.402	23.665	18.493	20.909

Cuadro A.1: Base de datos de los establecimientos analizados (1-5).

ID Hotel	6	7	8	9	10
Localización (Isla)	Mallorca	Mallorca	Mallorca	Mallorca	Mallorca
Superficie construida (m²)	20.590	8.036	8.195	8.515	10.683
Nº unidades de alojamiento	279	206	178	198	184
Tipología	Aparthotel	Hotel	Hotel	Hotel	Hotel
Régimen	TI	TI	TI	TI	TI
Nº comidas	3	3	3	3	3
Nº estrellas	4	3	3	3	4
Nº meses abiertos	7	7	6	6	6
Ocupación anual	177.256	82.634	56.166	62.448	63.378
Consumo eléctrico (kWh/año)	1.156.469	482.831	361.278	525.447	754.448
Comercializadora	Endesa	Watium	Iberdrola	Iberdrola	Iberdrola
¿Garantía de origen?	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Consumo de gas natural (kWhpcs/año)	0	0	262.738	0	0
Consumo de propano (kg/año)	66.971	7.117	0	5.399	11.439
Consumo de gasoil (l/año)	19.893	25.837	0	21.786	29.663

Cuadro A.2: Base de datos de los establecimientos analizados (6-10).

A. BASE DE DATOS DE LOS ESTABLECIMIENTOS ESTUDIADOS

ID Hotel	11	12	13	14	15
Localización (Isla)	Mallorca	Mallorca	Mallorca	Mallorca	Mallorca
Superficie construida (m²)	19.164	14.899	7.478	9.656	6.076
Nº unidades de alojamiento	423	346	142	233	66
Tipología	Hotel	Aparthotel	Hotel	Aparthotel	Hotel
Régimen	TI	MP	MP	TI	MP
Nº comidas	3	2	2	3	2
Nº estrellas	3	3	4	4	5
Nº meses abiertos	6	10	8	8	9
Ocupación anual	123.740	163.480	49.834	99.196	9.904
Consumo eléctrico (kWh/año)	959.762	1.594.107	503.672	1.180.295	564.537
Comercializadora	Iberdrola	Iberdrola	Iberdrola	Iberdrola	Iberdrola
¿Garantía de origen?	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Consumo de gas natural (kWhpcs/año)	255.523	1.285.448	244.696	720.755	325.381
Consumo de propano (kg/año)	0	0	0	0	0
Consumo de gasoil (l/año)	47.971	0	0	0	0

Cuadro A.3: Base de datos de los establecimientos analizados (11-15).

ID Hotel	16	17	18	19	20
Localización (Isla)	Mallorca	Mallorca	Mallorca	Mallorca	Mallorca
Superficie construida (m²)	1.834	7.029	8.474	5.543	9.624
Nº unidades de alojamiento	44	110	245	119	224
Tipología	Aparthotel	Aparthotel	Hotel	Hotel	Hotel
Régimen	SA	TI	MP	TI	TI
Nº comidas	0	3	2	3	3
Nº estrellas	3	3	4	3	3
Nº meses abiertos	6	7	8	9	8
Ocupación anual	13.163	43.613	90.864	52.335	97.215
Consumo eléctrico (kWh/año)	74.588	367.834	1.081.622	336.164	720.151
Comercializadora	Sampol	Iberdrola	Iberdrola	Iberdrola	Iberdrola
¿Garantía de origen?	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Consumo de gas natural (kWhpcs/año)	0	254.023	725.064	535.963	614.799
Consumo de propano (kg/año)	0	0	0	0	0
Consumo de gasoil (l/año)	5.866	0	0	0	0

Cuadro A.4: Base de datos de los establecimientos analizados (16-20).

A. BASE DE DATOS DE LOS ESTABLECIMIENTOS ESTUDIADOS

ID Hotel	21	22	23	24	25
Localización (Isla)	Mallorca	Mallorca	Mallorca	Mallorca	Mallorca
Superficie construida (m²)	9.305	5.834	2.834	2.187	1.969
Nº unidades de alojamiento	245	119	94	35	40
Tipología	Hotel	Hotel	Hotel	Hotel	Hotel
Régimen	MP	D	D	SA	D
Nº comidas	2	1	1	0	1
Nº estrellas	4	4	4	4	4
Nº meses abiertos	10	7	6	12	12
Ocupación anual	121.602	34.702	17.828	18.378	19.285
Consumo eléctrico (kWh/año)	739.684	517.415	194.093	89.690	189.206
Comercializadora	Iberdrola	Sampol	EDP	Sampol	Iberdrola
¿Garantía de origen?	SÍ	SÍ	NO	SÍ	SÍ
Consumo de gas natural (kWhpcs/año)	1.263.084	213.079	97.325	114.903	292.257
Consumo de propano (kg/año)	0	0	0	0	0
Consumo de gasoil (l/año)	0	0	0	0	0

Cuadro A.5: Base de datos de los establecimientos analizados (21-25).

ID Hotel	26	27	28	29	30
Localización (Isla)	Mallorca	Mallorca	Mallorca	Mallorca	Mallorca
Superficie construida (m²)	6.039	5.000	7.967	12.795	5.805
Nº unidades de alojamiento	129	88	205	211	120
Tipología	Hotel	Hotel	Hotel	Aparthotel	Hotel
Régimen	MP	D	TI	TI	MP
Nº comidas	2	1	3	3	2
Nº estrellas	4	4	4	4	4
Nº meses abiertos	6	12	7	7	5
Ocupación anual	32.659	46.621	70.387	127.862	32.005
Consumo eléctrico (kWh/año)	417.659	504.246	749.279	1.127.393	416.921
Comercializadora	Iberdrola	Iberdrola	Iberdrola	Iberdrola	Iberdrola
¿Garantía de origen?	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Consumo de gas natural (kWhpcs/año)	151.747	533.979	426.567	565.046	226.385
Consumo de propano (kg/año)	0	0	0	0	0
Consumo de gasoil (l/año)	0	0	0	0	0

Cuadro A.6: Base de datos de los establecimientos analizados (26-30).

A. BASE DE DATOS DE LOS ESTABLECIMIENTOS ESTUDIADOS

ID Hotel	31	32	33	34	35
Localización (Isla)	Mallorca	Mallorca	Mallorca	Mallorca	Mallorca
Superficie construida (m²)	11.772	7.291	8.538	4.122	9.963
Nº unidades de alojamiento	315	168	325	121	242
Tipología	Hotel	Hotel	Aparthotel	Hotel	Hotel
Régimen	TI	MP	TI	D	MP
Nº comidas	3	2	3	1	2
Nº estrellas	4	4	3	4	4
Nº meses abiertos	12	5	7	7	8
Ocupación anual	131.004	18.472	146.767	35.024	84.416
Consumo eléctrico (kWh/año)	1.459.628	306.456	875.649	342.809	1.069.077
Comercializadora	Iberdrola	Iberdrola	Iberdrola	Endesa	Iberdrola
¿Garantía de origen?	SÍ	SÍ	SÍ	NO	SÍ
Consumo de gas natural (kWhpcs/año)	1.222.682	118.119	470.125	99.492	1.030.463
Consumo de propano (kg/año)	0	0	0	0	0
Consumo de gasoil (l/año)	0	0	0	0	0

Cuadro A.7: Base de datos de los establecimientos analizados (31-35).

ID Hotel	36	37	38	39	40
Localización (Isla)	Mallorca	Mallorca	Mallorca	Mallorca	Mallorca
Superficie construida (m²)	5.140	12.183	7.627	6.174	6.730
Nº unidades de alojamiento	119	216	219	138	156
Tipología	Hotel	Hotel	Hotel	Hotel	Hotel
Régimen	TI	MP	MP	MP	MP
Nº comidas	3	2	2	2	2
Nº estrellas	3	4	4	3	4
Nº meses abiertos	6	8	6	6	6
Ocupación anual	34.166	79.746	59.209	40.852	42.066
Consumo eléctrico (kWh/año)	397.762	753.163	535.775	301.167	512.908
Comercializadora	Iberdrola	Iberdrola	Iberdrola	Iberdrola	Iberdrola
¿Garantía de origen?	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Consumo de gas natural (kWhpcs/año)	223.856	921.020	377.278	239.642	155.587
Consumo de propano (kg/año)	0	0	0	0	0
Consumo de gasoil (l/año)	0	0	0	0	0

Cuadro A.8: Base de datos de los establecimientos analizados (36-40).

A. BASE DE DATOS DE LOS ESTABLECIMIENTOS ESTUDIADOS

ID Hotel	41	42	43	44	45
Localización (Isla)	Mallorca	Mallorca	Mallorca	Mallorca	Mallorca
Superficie construida (m²)	2.273	3.766	2.706	4.042	8.476
Nº unidades de alojamiento	74	100	54	125	210
Tipología	Hotel	Hotel	Hotel	Hotel	Aparthotel
Régimen	MP	MP	MP	TI	TI
Nº comidas	2	2	2	3	3
Nº estrellas	3	3	3	3	3
Nº meses abiertos	6	6	6	6	7
Ocupación anual	20.165	28.643	15.259	37.891	104.446
Consumo eléctrico (kWh/año)	150.231	285.187	193.575	226.473	716.386
Comercializadora	Iberdrola	Iberdrola	Iberdrola	Iberdrola	Iberdrola
¿Garantía de origen?	SÍ	SÍ	SÍ	NO	SÍ
Consumo de gas natural (kWhpcs/año)	106.780	164.854	156.052	209.198	0
Consumo de propano (kg/año)	0	0	0	0	7.731
Consumo de gasoil (l/año)	0	0	0	0	43.609

Cuadro A.9: Base de datos de los establecimientos analizados (41-45).

ID Hotel	46	47	48	49	50
Localización (Isla)	Mallorca	Mallorca	Mallorca	Mallorca	Mallorca
Superficie construida (m²)	10.032	9.401	22.585	21.498	5.150
Nº unidades de alojamiento	266	120	383	227	132
Tipología	Aparthotel	Aparthotel	Aparthotel	Aparthotel	Hotel
Régimen	TI	TI	TI	TI	MP
Nº comidas	3	3	3	3	2
Nº estrellas	3	3	3	4	4
Nº meses abiertos	7	7	9	7	6
Ocupación anual	135.959	65.602	220.250	135.018	36.654
Consumo eléctrico (kWh/año)	881.825	541.114	1.740.921	1.641.339	555.044
Comercializadora	Iberdrola	Iberdrola	Iberdrola	Iberdrola	Iberdrola
¿Garantía de origen?	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Consumo de gas natural (kWhpcs/año)	0	0	921.135	807.601	0
Consumo de propano (kg/año)	6.146	2.661	0	0	1.468
Consumo de gasoil (l/año)	49.529	23.074	0	0	14.000

Cuadro A.10: Base de datos de los establecimientos analizados (46-50).

A. BASE DE DATOS DE LOS ESTABLECIMIENTOS ESTUDIADOS

ID Hotel	51	52	53	54	55
Localización (Isla)	Mallorca	Mallorca	Mallorca	Menorca	Ibiza
Superficie construida (m²)	13.854	7.808	15.835	16.550	16.753
N° unidades de alojamiento	236	172	396	204	225
Tipología	Aparthotel	Hotel	Aparthotel	Aparthotel	Aparthotel
Régimen	TI	TI	TI	TI	TI
N° comidas	3	3	3	3	3
N° estrellas	4	4	4	3	4
N° meses abiertos	6	9	7	5	7
Ocupación anual	103.320	74.908	191.845	85.460	111.133
Consumo eléctrico (kWh/año)	940.559	955.125	1.395.121	887.782	1.379.515
Comercializadora	Iberdrola	Iberdrola	Iberdrola	Iberdrola	Iberdrola
¿Garantía de origen?	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Consumo de gas natural (kWhpcs/año)	0	0	0	0	0
Consumo de propano (kg/año)	4.599	3.704	63.192	1.913	5.512
Consumo de gasoil (l/año)	28.000	30.000	0	41.114	29.900

Cuadro A.11: Base de datos de los establecimientos analizados (51-55).

ID Hotel	56	57	58	59	60
Localización (Isla)	Mallorca	Mallorca	Mallorca	Mallorca	Mallorca
Superficie construida (m²)	16.213	10.844	1.300	18.379	15.227
Nº unidades de alojamiento	208	214	25	253	296
Tipología	Hotel	Hotel	Hotel	Aparthotel	Hotel
Régimen	TI	MP	MP	TI	TI
Nº comidas	3	2	2	3	3
Nº estrellas	4	4	3	3	3
Nº meses abiertos	8	5	6	7	7
Ocupación anual	90.146	48.629	7.362	160.130	112.335
Consumo eléctrico (kWh/año)	1.041.641	582.641	71.529	943.290	959.066
Comercializadora	Iberdrola	Endesa	Iberdrola	Iberdrola	Endesa
¿Garantía de origen?	NO	NO	NO	SÍ	NO
Consumo de gas natural (kWhpcs/año)	0	0	0	0	0
Consumo de propano (kg/año)	10.173	6.822	3.998	10.461	6.020
Consumo de gasoil (l/año)	41.987	32.999	0	56.863	36.002

Cuadro A.12: Base de datos de los establecimientos analizados (56-60).

A. BASE DE DATOS DE LOS ESTABLECIMIENTOS ESTUDIADOS

ID Hotel	61	62	63	64	65
Localización (Isla)	Mallorca	Mallorca	Menorca	Mallorca	Mallorca
Superficie construida (m²)	16.119	6.081	16.962	13.183	6.468
N° unidades de alojamiento	168	120	191	185	116
Tipología	Hotel	Hotel	Aparthotel	Aparthotel	Aparthotel
Régimen	TI	TI	TI	MP	MP
N° comidas	3	3	3	2	2
N° estrellas	4	4	4	4	4
N° meses abiertos	8	7	6	8	7
Ocupación anual	100.113	58.913	82.124	102.928	42.293
Consumo eléctrico (kWh/año)	1.308.029	723.660	899.615	1.115.860	525.380
Comercializadora	Nexus	Nexus	Nexus	Nexus	Nexus
¿Garantía de origen?	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Consumo de gas natural (kWhpcs/año)	0	507.528	0	1.312.667	0
Consumo de propano (kg/año)	13.236	0	8.540	0	0
Consumo de gasoil (l/año)	72.990	0	47.261	0	29.800

Cuadro A.13: Base de datos de los establecimientos analizados (61-65).

ID Hotel	66	67	68	69	70
Localización (Isla)	Mallorca	Mallorca	Mallorca	Mallorca	Mallorca
Superficie construida (m²)	8.642	19.108	15.939	18.404	10.728
Nº unidades de alojamiento	183	370	242	372	249
Tipología	Hotel	Aparthotel	Hotel	Hotel	Hotel
Régimen	TI	TI	TI	TI	MP
Nº comidas	3	3	3	3	2
Nº estrellas	4	4	4	4	4
Nº meses abiertos	7	6	8	9	9
Ocupación anual	87.963	134.236	91.552	162.627	113.101
Consumo eléctrico (kWh/año)	860.898	1.421.394	1.422.356	1.614.080	918.830
Comercializadora	Nexus	Iberdrola	Iberdrola	Iberdrola	Iberdrola
¿Garantía de origen?	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Consumo de gas natural (kWhpcs/año)	0	801.982	0	2.412.127	0
Consumo de propano (kg/año)	13.025	24.916	11.666	0	9.491
Consumo de gasoil (l/año)	33.252	0	42.207	0	34.809

Cuadro A.14: Base de datos de los establecimientos analizados (66-70).

A. BASE DE DATOS DE LOS ESTABLECIMIENTOS ESTUDIADOS

ID Hotel	71	72	73	74	75
Localización (Isla)	Ibiza	Ibiza	Mallorca	Mallorca	Mallorca
Superficie construida (m²)	9.775	5.012	8.399	7.420	11.387
Nº unidades de alojamiento	243	123	155	38	316
Tipología	Hotel	Hotel	Hotel	Hotel	Hotel
Régimen	TI	MP	MP	D	TI
Nº comidas	3	2	2	1	3
Nº estrellas	4	4	4	5	4
Nº meses abiertos	6	7	7	8	8
Ocupación anual	86.252	46.341	63.182	13.548	113.529
Consumo eléctrico (kWh/año)	809.303	400.535	677.053	1.034.119	1.364.596
Comercializadora	Iberdrola	Iberdrola	Iberdrola	Endesa	Aldro
¿Garantía de origen?	SÍ	SÍ	SÍ	NO	NO
Consumo de gas natural (kWhpcs/año)	0	0	598.934	0	0
Consumo de propano (kg/año)	11.531	2.776	0	27.837	46.118
Consumo de gasoil (l/año)	40.997	15.590	0	0	22.154

Cuadro A.15: Base de datos de los establecimientos analizados (71-75).

ID Hotel	76	77	78	79	80
Localización (Isla)	Mallorca	Mallorca	Mallorca	Ibiza	Mallorca
Superficie construida (m²)	9.166	4.644	15.727	26.200	2.936
N° unidades de alojamiento	260	93	176	530	86
Tipología	Hotel	Hotel	Hotel	Hotel	Hotel
Régimen	MP	MP	TI	TI	MP
N° comidas	2	2	3	3	2
N° estrellas	5	4	4	4	4
N° meses abiertos	4	12	7	6	8
Ocupación anual	43.873	45.734	104.035	153.316	33.473
Consumo eléctrico (kWh/año)	798.912	751.229	1.103.862	1.656.860	387.018
Comercializadora	Endesa	Endesa	Endesa	Endesa	Endesa
¿Garantía de origen?	NO	NO	NO	NO	NO
Consumo de gas natural (kWhpcs/año)	264.905	327.932	0	0	0
Consumo de propano (kg/año)	0	1.694	4.675	10.665	2.065
Consumo de gasoil (l/año)	0	0	55.500	56.368	17.500

Cuadro A.16: Base de datos de los establecimientos analizados (76-80).

A. BASE DE DATOS DE LOS ESTABLECIMIENTOS ESTUDIADOS

ID Hotel	81	82	83	84	85
Localización (Isla)	Mallorca	Mallorca	Mallorca	Mallorca	Mallorca
Superficie construida (m²)	7.576	22.375	16.905	2.684	8.713
Nº unidades de alojamiento	126	425	251	78	193
Tipología	Hotel	Hotel	Aparthotel	Hotel	Hotel
Régimen	TI	TI	TI	SA	SA
Nº comidas	3	3	3	0	0
Nº estrellas	4	4	4	3	3
Nº meses abiertos	7	6	7	6	7
Ocupación anual	45.892	189.763	138.488	21.257	66.560
Consumo eléctrico (kWh/año)	552.334	1.645.149	1.124.659	167.139	554.150
Comercializadora	Endesa	Endesa	Endesa	Endesa	Endesa
¿Garantía de origen?	NO	NO	NO	NO	NO
Consumo de gas natural (kWhpcs/año)	248.175	0	555.066	119.730	455.748
Consumo de propano (kg/año)	0	11.209	8.994	0	0
Consumo de gasoil (l/año)	0	0	0	0	0

Cuadro A.17: Base de datos de los establecimientos analizados (81-85).

ID Hotel	86	87	88	89	90
Localización (Isla)	Mallorca	Mallorca	Mallorca	Mallorca	Mallorca
Superficie construida (m²)	2.251	15.981	5.550	6.125	7.939
Nº unidades de alojamiento	20	325	105	189	199
Tipología	Hotel	Aparthotel	Aparthotel	Hotel	Hotel
Régimen	MP	MP	MP	MP	MP
Nº comidas	2	2	2	2	2
Nº estrellas	4	4	4	3	3
Nº meses abiertos	8	8	6	6	12
Ocupación anual	3.489	180.388	38.600	44.855	100.170
Consumo eléctrico (kWh/año)	133.938	1.536.365	402.912	394.474	796.346
Comercializadora	Iberdrola	Endesa	Endesa	Iberdrola	Endesa
¿Garantía de origen?	SÍ	NO	NO	NO	NO
Consumo de gas natural (kWhpcs/año)	0	1.447.163	250.944	475.170	981.402
Consumo de propano (kg/año)	6.795	0	0	0	0
Consumo de gasoil (l/año)	0	0	0	0	0

Cuadro A.18: Base de datos de los establecimientos analizados (86-90).

BIBLIOGRAFÍA

- [1] V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield, *Anexo I: Glosario [Matthews J.B.R. (ed.)]. En: Calentamiento global de 1,5 °C, Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, en el contexto del reforzamiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos por erradicar la pobreza.* IPCC, 2018. 1.1.1
- [2] *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.* Naciones Unidas, 1992. 1.1.1
- [3] C. D. Quesada, S. Alonso, G. Benito, J. Dachs, C. Montes, M. P. Buendía, A. Ríos, R. Simó, and F. Valladares, *Cambio global: Impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra.* CSIC, 2006. 1.1.1
- [4] *Causas del cambio climático: Causas humanas y alternativas de mitigación.* Fundación Naturgy, 2002. 1.1.1
- [5] L. Ojea and P. Armestre, *Imágenes y datos: Así nos afecta el cambio climático.* Greenpeace, 2018. 1.1.2
- [6] *Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016.* European Environment Agency, 2017. 1.1.2
- [7] D. Roa González, “Cambio climático y transición energética,” Master’s thesis, Universidad Politécnica de Madrid, 2018. 1.1.3
- [8] *Energías renovables y eficiencia energética.* Instituto Tecnológico de Canarias, 2008. 1.1.3
- [9] K. Solaun, I. Gómez, E. Sanz, H. Lucas, M. J. Muñoz, J. Urban, and A. Pacheco, *Full de ruta per a l’adaptació al canvi climàtic a les Illes Balears. Anàlisi de risc climàtic.* Govern de les Illes Balears, 2016. 1.2.1
- [10] *Información general de los espacios naturales protegidos.* Govern de les Illes Balears, 2018, accedido el 20-01-2021. [Online]. Available: https://www.caib.es/sites/espaisnaturalsprotegits/es/definicion_y_figuras-21475/ 1.2.1

- [11] *Chikungunya*. Organización Mundial de la Salud, 2017, accedido el 20-01-2021. [Online]. Available: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/chikungunya> 1.2.1
- [12] *Dengue y dengue grave*. Organización Mundial de la Salud, 2020, accedido el 20-01-2021. [Online]. Available: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue> 1.2.1
- [13] *Proliferaciones nocivas de microalgas*. Institut de Ciències del Mar, 2017, accedido el 20-01-2021. [Online]. Available: <http://icmdivulga.icm.csic.es/proliferaciones-de-algas/> 1.2.1
- [14] *Text refós de l'Autorització ambiental integrada atorgada a GAS Y ELECTRICIDAD GENERACIÓN, SAU per a la instal·lació de la Central Tèrmica d'Alcúdia*. Govern de les Illes Balears, 2020. 1.2.2
- [15] *Mallorca avanza hacia la descarbonización con el cierre de los grupos más antiguos de Es Murterar*. Energynews, 2019, accedido el 20-01-2021. [Online]. Available: <https://www.energynews.es/mallorca-descarbonizacion-cierre-de-dos-grupos-es-murterar/> 1.2.2
- [16] *Informe justificativo sobre la adaptación de la central térmica de ciclo combinado de Ca's Tresorer a las conclusiones sobre las mejores técnicas disponibles aplicables a grandes instalaciones de combustión*. Endesa, 2019. 1.2.2
- [17] *Text refós de l'Autorització ambiental integrada atorgada a GAS Y ELECTRICIDAD, S.A.U per a la instal·lació de la Central Tèrmica de Son Reus*. Govern de les Illes Balears, 2018. 1.2.2
- [18] *Memoria de información y análisis. Revisió del Pla General d'Ordenació Urbana de Palma de Mallorca*. Ajuntament de Palma, 2013. 1.2.2
- [19] *Text refós de l'Autorització ambiental integrada atorgada a GAS Y ELECTRICIDAD GENERACIÓN, S.A.U per a la instal·lació de la Central Tèrmica de Maó*. Govern de les Illes Balears, 2019. 1.2.2
- [20] J. C. Pons, X. C. Orfila, and M. P. Maria, *La primera transición energética de Menorca. Diagnósis del sistema energético*. Institut Menorquí d'Estudis, 2018. 1.2.2
- [21] *Informe justificativo sobre la adaptación de la central térmica Ibiza a las conclusiones sobre las mejores técnicas disponibles aplicables a grandes instalaciones de combustión*. Endesa, 2019. 1.2.2
- [22] *Text refós de l'Autorització ambiental integrada atorgada a GAS Y ELECTRICIDAD GENERACIÓN, SAU per a la instal·lació de la Central Tèrmica de Formentera*. Govern de les Illes Balears, 2020. 1.2.2
- [23] *Se mejorará la central de Ca Marí para garantizar todo el año el suministro eléctrico en Formentera*. Energynews, 2013, accedido el 20-01-2021. [Online]. Available: <https://www.energynews.es/se-mejorara-la-central-de-ca-mari-para-garantizar-todo-el-ano-el-suministro-electrico-en/> 1.2.2

- [24] *El Gobierno 'engorda' los costes extrapeninsulares: Formentera corre el riesgo de quedarse a oscuras este verano y necesita 12 MW en electrógenos.* Energynews, 2019, accedido el 20-01-2021. [Online]. Available: <https://elperiodicodelaenergia.com/el-gobierno-engorda-los-costes-extrapeninsulares-formentera-corre-el-riesgo-de-quedarse-a-oscuras-este-verano-y-necesita-12-mw-en-electrogenos/> 1.2.2
- [25] *Planta de Valorización Energética.* Tirme, 2015, accedido el 20-01-2021. [Online]. Available: https://www.tirme.com/es/incineracion_02f3s.html 1.2.2
- [26] *Informe de sostenibilidad 2011.* Tirme, 2012. 1.2.2
- [27] *Memoria de sostenibilidad 2018.* Tirme, 2019. 1.2.2
- [28] *Es Milà (España).* The Wind Power, 2020, accedido el 20-01-2021. [Online]. Available: https://www.thewindpower.net/windfarm_es_695_es-mila.php 1.2.2
- [29] *Menorca se propone impulsar la implantación masiva del autoconsumo.* Energías Renovables, 2019, accedido el 20-01-2021. [Online]. Available: <https://www.energias-renovables.com/panorama/menorca-se-propone-impulsar-la-implantacion-masiva-20190124> 1.2.2
- [30] *Trescientos megavatios de potencia solar fotovoltaica solicitan luz verde en Baleares.* Energías Renovables, 2020, accedido el 20-01-2021. [Online]. Available: <https://www.energias-renovables.com/fotovoltaica/trescientos-megavatios-de-potencia-solar-fotovoltaica-solicitan-20200617> 1.2.2
- [31] *Mapa instalaciones de cogeneración, residuos y biomasa/biogás.* Red Eléctrica Española, 2020, accedido el 20-01-2021. [Online]. Available: <https://www.esios.ree.es/es/mapas-de-interes/mapa-instalaciones-cogeneracion-residuos-biomasa-biogas> 1.2.2
- [32] J. O. Colom, M. B. Adrover, B. C. Hernández, Ángel Gallego Fernández, J. A. L. Rosselló, P. N. Fiol, and B. S. Gomila, *Energías renovables y eficiencia energética en las Islas Baleares: estrategias y líneas de actuación.* Govern de les Illes Balears, 2013. 1.2.2
- [33] *Proyectos de referencia - energía.* Sampol, 2017, accedido el 20-01-2021. [Online]. Available: <https://www.sampol.com/proyectos-de-referencia-energia/> 1.2.2
- [34] *Inaugurado el enlace eléctrico entre Mallorca y Menorca.* Diario de Mallorca, 2020, accedido el 20-01-2021. [Online]. Available: <https://www.diariodemallorca.es/mallorca/2020/07/13/inaugurado-enlace-electrico-mallorca-menorca/1523162.html> 1.2.2
- [35] *Red Eléctrica pone en servicio el nuevo enlace eléctrico submarino entre Menorca y Mallorca.* Red Eléctrica, 2020, accedido el 20-01-2021. [Online]. Available: <https://www.ree.es/es/sala-de-prensa/actualidad/especial/2020/06/red-electrica-pone-en-servicio-el-nuevo-enlace-electrico-submarino-entre-mallorca-menorca> 1.2.2

- [36] *Entra en funcionamiento el enlace eléctrico entre Ibiza y Mallorca.* El Periódico de la Energía, 2018, accedido el 20-01-2021. [Online]. Available: <https://elperiodicodelaenergia.com/entra-en-funcionamiento-el-enlace-electrico-entre-ibiza-y-mallorca/> 1.2.2
- [37] *Baleares, más enchufada que nunca con la Península.* El Mundo, 2018, accedido el 20-01-2021. [Online]. Available: <https://www.elmundo.es/baleares/2018/03/22/5ab36b80268e3e49458b4622.html> 1.2.2
- [38] *La conexión eléctrica entre Ibiza y Mallorca cubre el 56% de la demanda de las Pitiusas.* Periódico de Ibiza, 2020, accedido el 20-01-2021. [Online]. Available: <https://www.periodicodeibiza.es/pitiusas/ibiza/2020/03/13/1148187/conexion-electrica-entre-ibiza-mallorca-cubre-demanda-pitiusas.html> 1.2.2
- [39] *El nuevo cable con la Península costará el triple que el anterior.* El Mundo, 2019, accedido el 20-01-2021. [Online]. Available: <https://www.elmundo.es/baleares/2019/04/22/5cbd7d0c21efa099308b458c.html> 1.2.2
- [40] *El enlace eléctrico con la Península cubre el 27,7% de la demanda balear.* El Periódico de la Energía, 2020, accedido el 20-01-2021. [Online]. Available: <https://elperiodicodelaenergia.com/el-enlace-electrico-con-la-peninsula-cubre-el-277-de-la-demanda-balear/> 1.2.2
- [41] *Baleares cubrirá más del 50% del consumo eléctrico con el nuevo cable con la Península.* Última Hora, 2019, accedido el 20-01-2021. [Online]. Available: <https://www.ultimahora.es/noticias/local/2019/03/22/1066903/baleares-cubrirá-más-del-del-consumo-electrico-nuevo-cable-peninsula.html> 1.2.2
- [42] *Área Impuesto Sostenible.* Govern de les Illes Balears, 2020, accedido el 20-01-2021. [Online]. Available: https://intranet.caib.es/sites/transparenciaatb/es/area_impuesto_turismo_sostenible/ 1.2.3
- [43] *IMPACTUR 2014: Estudio del impacto económico del turismo sobre la economía y el empleo de las Islas Baleares.* Exceltur, 2015. 1.2.3
- [44] *Turistas con destino principal las Illes Balears por periodo y país de residencia.* IBESTAT, 2021, accedido el 20-08-2021. [Online]. Available: https://ibestat.caib.es/ibestat/estadistiques/043d7774-cd6c-4363-929a-703aaa0cb9e0/ed5d4d88-cb17-46bd-b7b0-29fbaa5dba19/es/I208002_n101.px 1.2.3
- [45] *Historia de actividades en torno al clima.* Organización Meteorológica Mundial, 2009. 2.1
- [46] *El IPCC.* Gobierno de España, 2020, accedido el 20-01-2021. [Online]. Available: <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contra-el-cambio-climatico/naciones-unidas/IPCC.aspx> 2.1

- [47] *La Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)*. Gobierno de España, 2020, accedido el 20-01-2021. [Online]. Available: <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contra-el-cambio-climatico/naciones-unidas/CMNUCC.aspx> 2.1
- [48] *Protocolo de Kioto: qué es y en qué consiste*. Ecología Verde, 2020, accedido el 20-01-2021. [Online]. Available: <https://www.ecologiaverde.com/protocolo-de-kioto-que-es-y-en-que-consiste-413.html> 2.1
- [49] *Protocolo de Kioto*, 2020, accedido el 20-01-2021. [Online]. Available: <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contra-el-cambio-climatico/naciones-unidas/protocolo-kioto.aspx> 2.1
- [50] *Los Mecanismos de Flexibilidad*. Gobierno de España, 2020, accedido el 20-01-2021. [Online]. Available: <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mecanismos-de-flexibilidad-y-sumideros/los-mecanismos-de-flexibilidad/#:~:text=Los%20tres%20Mecanismos%20son%3A%20el,el%20Mecanismo%20de%20Aplicaci%C3%B3n%20Conjunta.> 2.1
- [51] *La ONU celebra el vigésimo aniversario del Protocolo de Kioto*. United Nations Climate Change, 2017, accedido el 20-01-2021. [Online]. Available: <https://unfccc.int/es/news/la-onu-celebra-el-vigesimo-aniversario-del-protocolo-de-kyoto> 2.1
- [52] *Europa cumple la reducción de emisiones del Protocolo de Kioto*. El País, 2014, accedido el 20-01-2021. [Online]. Available: https://elpais.com/sociedad/2014/06/03/actualidad/1401798742_648544.html#:~:text=Tras%20varios%20a%C3%B1os%20de%20descenso,19%2C2%25%20sus%20emisiones. 2.1
- [53] *Cambio Climático y la cumbre de Bali*. Ecología Política, 2008, accedido el 20-01-2021. [Online]. Available: <https://www.ecologiapolitica.info/?p=5351> 2.1
- [54] *COP15 Copenhague 2009*. Generalitat de Catalunya, 2010, accedido el 20-01-2021. [Online]. Available: https://canviclimatic.gencat.cat/es/oficina/actuacio_internacional/participacio_cop/cop15_copenhague_2009/#:~:text=El%20Acuerdo%20de%20Copenhague%20que,clim%C3%A1tico%20como%20un%20problema%20universal. 2.1
- [55] *Conclusiones sobre la Cumbre del Clima de Durban (COP17)*. EcoInteligencia, 2011, accedido el 20-01-2021. [Online]. Available: <https://www.ecointeligencia.com/2011/12/conclusiones-cumbre-del-clima-durban-cop17/> 2.1
- [56] A. P. Ferrando, *El Portal Climático de Doha (Doha Climate Gateway) La COP 18*. Instituto de Estrategia Internacional, 2013. 2.1
- [57] *Negociaciones de las Naciones Unidas relativas al clima: Protocolo de Kioto — Segundo período de compromiso*. European Union law, 2016, accedido el 20-01-2021. [Online]. Available: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=legissum:2001_15 2.1

- [58] *Principales elementos del Acuerdo de París*. Gobierno de España, 2020, accedido el 20-01-2021. [Online]. Available: <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contra-el-cambio-climatico/naciones-unidas/elmentos-acuerdo-paris.aspx> 2.1
- [59] *Acelerar la acción climática global, conclusión de la COP22*. #PorElClima, 2016, accedido el 20-01-2021. [Online]. Available: <https://porelclima.es/equipo/648-acelerar-la-accion-climatica-global-conclusion-de-la-cop22> 2.1
- [60] *La COP24 concluye con la aprobación del libro de reglas para hacer operativo el Acuerdo de París*. Gobierno de España, 2018, accedido el 20-01-2021. [Online]. Available: <https://www.miteco.gob.es/es/prensa/ultimas-noticias/la-cop24-concluye-con-la-aprobaci%C3%B3n-del-libro-de-reglas-para-hacer-operativo-el-acuerdo-de-par%C3%ADs-/tcm:30-485591#:~:text=El%20libro%20de%20reglas%20establece,predictibilidad%20sobre%20los%20flujos%20financieros.> 2.1
- [61] *Conclusiones de la COP25: Postergar lo impostergable*. Acciona, 2020, accedido el 20-01-2021. [Online]. Available: <https://www.sostenibilidad.com/cambio-climatico/conclusiones-cop25-postergar-impostergable/> 2.1
- [62] *Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética*. Deloitte, 2021, accedido el 20-08-2021. [Online]. Available: <https://www2.deloitte.com/es/es/pages/legal/articles/ley-7-2021-cambio-climatico-transicion-energetica.html> 2.2.1
- [63] *Sumideros de carbonos*. Gobierno de España, 2020, accedido el 20-08-2021. [Online]. Available: <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mecanismos-de-flexibilidad-y-sumideros/sumideros-de-carbono/> 2.2.1
- [64] *Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética*. BOE, 2021, accedido el 20-08-2021. [Online]. Available: <https://www.boe.es/boe/dias/2021/05/21/pdfs/BOE-A-2021-8447.pdf> 2.2.1
- [65] *Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030*. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, 2020, accedido el 20-08-2021. [Online]. Available: [https://www.idae.es/informacion-y-publicaciones/plan-nacional-integrado-de-energia-y-clima-pniec-2021-2030#:~:text=PNIEC\)%202021%2D2030-,Plan%20Nacional%20Integrado%20de%20Energ%C3%ADa%20y%20Clima%20\(PNIEC\)%202021%2D,renovables%20y%20de%20eficiencia%20energ%C3%A9tica./](https://www.idae.es/informacion-y-publicaciones/plan-nacional-integrado-de-energia-y-clima-pniec-2021-2030#:~:text=PNIEC)%202021%2D2030-,Plan%20Nacional%20Integrado%20de%20Energ%C3%ADa%20y%20Clima%20(PNIEC)%202021%2D,renovables%20y%20de%20eficiencia%20energ%C3%A9tica./) 2.2.1
- [66] *El Miteco somete a consulta pública la Estrategia de Descarbonización para 2050*. Smart Grids Info, 2020, accedido el 20-08-2021. [Online]. Available: <https://www.smartgridsinfo.es/2020/07/27/miteco-somete-consulta-publica-estrategia-descarbonizacion-2050#:~:text=La%20trayectoria%20que%20desarrolla%20la,la%20neutralidad%20clim%C3%A1tica%20en%202050.&text=Para%20alcanzar%20la%20neutralidad%20clim%C3%A1tica,podr%C3%A1n%20almacenar%20unas%2037%20MtCO2eq.> 2.2.1

- [67] *Proyecto de ley de Cambio Climático y Transición Energética*. Gobierno de España, 2020, accedido el 20-08-2021. [Online]. Available: <https://www.lamoncloa.gob.es/consejodeministros/Paginas/enlaces/190520-enlace-clima.aspx> 2.2.1
- [68] *Real Decreto 163/2014, de 14 de marzo, por el que se crea el registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2014, accedido el 20-08-2021. [Online]. Available: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2014-3379> 2.2.2
- [69] *¿Qué es la huella de carbono?* Gobierno de las Islas Baleares, 2020, accedido el 20-08-2021. [Online]. Available: http://www.caib.es/sites/canviclimatic2/es/ques_la_huella_de_carbono/ 2.2.2
- [70] *Ley 10/2019, de 22 de febrero, de cambio climático y transición energética*. Gobierno de las Islas Baleares, 2020, accedido el 20-08-2021. [Online]. Available: http://www.caib.es/sites/canviclimatic2/es/la_ley_de_ccyte/ 2.3.1
- [71] *Registro balear de huella de carbono*. Gobierno de las Islas Baleares, 2020, accedido el 20-08-2021. [Online]. Available: http://www.caib.es/sites/canviclimatic2/es/registro_balear_de_huella_de_carbono/ 2.3.2
- [72] *Borrador del Proyecto de decreto regulador del Registro balear de huella de carbono*. Gobierno de las Islas Baleares, 2020, accedido el 20-08-2021. [Online]. Available: http://www.caib.es/sites/canviclimatic2/es/proyecto_de_decreto/ 2.3.2, 4.2.1
- [73] *Factors d'emissió de contaminants emesos a l'atmosfera edició 2021*. Direcció General Energia i Canvi Climàtic, 2021, accedido el 20-08-2021. [Online]. Available: http://www.caib.es/sites/atmosfera/ca/factors_demissio_-58153/ 4.1.1, 4.2.1
- [74] *Factores de Emisión. Registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2021, accedido el 20-08-2021. [Online]. Available: https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/factoresemision_tcm30-479095.pdf 4.1.1, 4.1.1, 4.1.1, 4.1.1, 4.1.2, 5.1.1
- [75] *Guía técnica: Diseño de centrales de calor eficientes*. IDAE, 2010, accedido el 20-08-2021. [Online]. Available: https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_11_Guia_tecnica_de_diseno_de_centrales_de_calor_eficientes_e53f312e.pdf 4.1.2
- [76] *Datos del sistema eléctrico español*. Red Eléctrica Española, 2021, accedido el 20-08-2021. [Online]. Available: <https://www.ree.es/es/datos/aldia> 5.1.1
- [77] *Tablas estadísticas (Excel)*. Dirección General de Energía y Cambio Climático, 2021, accedido el 20-08-2021. [Online]. Available: http://www.caib.es/sites/energia/ca/1/taules_estadastiques_excel/?anyo=-1&pagina=10 5.1.1, 5.2.1

- [78] *La producción eléctrica balear con carbón desciende casi un 90% mientras la renovable alcanza su mayor cuota sobre el 'mix'*. Red Eléctrica de España, 2021, accedido el 20-08-2021. [Online]. Available: https://www.ree.es/sites/default/files/07_SALA_PRENSA/Documentos/2021/1203_NP_Avance_Baleares.pdf 5.1.1
- [79] *Inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos en las Illes Balears*. Dirección General de Energía y Cambio Climático, 2021, accedido el 20-08-2021. [Online]. Available: http://www.caib.es/sites/atmosfera/es/inventari_emissions_contaminants_atmosferics_a_les_illes_balears-10452/ 5.2.1
- [80] *Informe anual de consumos energéticos. Año 2019*. IDAE, 2021, accedido el 20-08-2021. [Online]. Available: https://www.idae.es/sites/default/files/estudios_informes_y_estadisticas/Cons_servic_2019_info_supl_web_OK.xls 5.2.1