



**COMILLAS**  
UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS  
INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE GRADO

**ANÁLISIS DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL  
SECTOR DE EMPRESAS LIGADAS A LA  
TRANSFORMACIÓN HORTOFRUTÍCOLA Y  
SUPERMERCADOS: EFICIENCIA ENERGÉTICA,  
SOSTENIBILIDAD Y COSTE DEL CICLO DE VIDA**

Autor: Cristina Barragán Castro

Director: Elías Gómez López

Madrid

Julio de 2021



Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título  
**ANÁLISIS DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL SECTOR DE  
EMPRESAS LIGADAS A LA TRANSFORMACIÓN HORTOFRUTÍCOLA Y  
SUPERMERCADOS: EFICIENCIA ENERGÉTICA, SOSTENIBILIDAD Y  
COSTE DEL CICLO DE VIDA**

en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en  
el curso académico 2020-2021 es de mi autoría, original e inédito y no  
ha sido presentado con anterioridad a otros efectos. El Proyecto no es  
plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido tomada  
de otros documentos está debidamente referenciada.

Fdo.: CRISTINA BARRAGÁN CASTRO

Fecha: 07/ 07/ 21



Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO



Fdo.: ELÍAS GÓMEZ LÓPEZ

Fecha: 12/ 06/ 2021





**COMILLAS**  
UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS  
INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE GRADO

**ANÁLISIS DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL  
SECTOR DE EMPRESAS LIGADAS A LA  
TRANSFORMACIÓN HORTOFRUTÍCOLA Y  
SUPERMERCADOS: EFICIENCIA ENERGÉTICA,  
SOSTENIBILIDAD Y COSTE DEL CICLO DE VIDA**

Autor: Cristina Barragán Castro

Director: Elías Gómez López

Madrid

Julio de 2021



# **ANÁLISIS DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL SECTOR DE EMPRESAS LIGADAS A LA TRANSFORMACIÓN HORTOFRUTÍCOLA Y SUPERMERCADOS: EFICIENCIA ENERGÉTICA, SOSTENIBILIDAD Y COSTE DEL CICLO DE VIDA**

**Autor: Barragán Castro, Cristina.**

Director: Gómez López, Elías.

Entidad Colaboradora: ICAI – Universidad Pontificia Comillas.

## **RESUMEN DEL PROYECTO**

El proyecto se plantea con la intención de conocer en mayor profundidad la situación actual de las centrales hortofrutícolas y supermercados españoles. Además, se lleva a cabo un análisis del consumo de energético de este tipo de empresas, para posteriormente estudiar la implantación de medidas de eficiencia. Con ello, se pretende obtener dos beneficios a medio y largo plazo: el económico y el medioambiental. Así, se analiza el potencial de ahorro que existe en ambos sectores, así como la posible reducción de su huella de carbono, para adaptarse a los objetivos fijados a nivel nacional e internacional.

**Palabras clave:** Consumo Energético, Eficiencia Energética, Emisiones, Huella de Carbono.

## **I. INTRODUCCIÓN**

Los efectos del cambio climático son cada vez más evidentes de manera que la actuación es cada vez más urgente. Para ello, es necesario atacar el problema de raíz, comenzando por los sectores de la economía más contaminantes. En este ámbito destacan la industria y los transportes. Este trabajo se centrará en la industria de la alimentación, concretamente en el sector hortofrutícola y en la distribución alimentaria.

El sector hortofrutícola español es muy importante a nivel internacional ya que supone entre un 20 y un 30% de la producción de frutas y verduras a nivel europeo. Las centrales que hacen esto posible consumen grandes cantidades de energía, en su mayoría eléctrica, aunque también consumen algo de energía térmica. Así, la potencia media instalada en las centrales hortofrutícolas españolas es de 4096kW. Muchas de ellas podrían reducir notablemente su consumo y emisiones aplicando las medidas de eficiencia energética adecuadas. No obstante, gran parte de las empresas que llevan a cabo esta actividad son PYMES, de manera que no tienen una gran capacidad de inversión. Por el contrario, los grandes supermercados tienen una cuota de mercado mayor al 50% y, además, un potencial de ahorro energético de más del 40%. Estos tienen una mayor capacidad de inversión, pero la inversión en eficiencia no resulta atractiva sin hacer un estudio profundo de la situación, ya que no aporta beneficios inmediatos.

## **II. DEFINICIÓN DEL PROYECTO**

Con este trabajo se pretende obtener un objetivo fundamental: fomentar la inversión en eficiencia. Para ello, el trabajo se divide en dos partes. La primera de ellas habla

del contexto nacional e internacional, los objetivos ambientales y la importancia de la eficiencia energética. La segunda parte, se centra en los sectores objeto de estudio. Tras un análisis de su situación actual, se realiza un estudio energético de los mismos, identificando los procesos que suponen una mayor demanda. En ambos casos, los sistemas de refrigeración y climatización son los principales consumos de energía. Una vez identificados, se explican en mayor detalle distintas medidas de eficiencia. Estas pueden clasificarse en dos grupos principales: las que conllevan una gran inversión y las que conllevan una baja inversión o nula. Entre las medidas que necesitan inversión, destacan:

- La instalación de paneles solares
- La sustitución de fluorescentes por lámparas LED
- La instalación de cortinas de aire
- La instalación de baterías de condensadores
- La instalación de variadores de velocidad en los motores principales
- El uso de energía solar térmica para el calentamiento de agua
- La mejora del aislamiento
- Los sistemas de control del consumo energético
- La optimización de los sistemas de climatización y ventilación

Para facilitar el poder realizar dicha inversión, resultan fundamentales las ayudas proporcionadas por los distintos organismos nacionales e internacionales. Por otra parte, también cobran importancia las medidas de ahorro que conllevan una baja inversión o nula, como la optimización de la factura eléctrica o la modificación del horario de trabajo, entre otros.

### **III.METODOLOGÍA**

Tras realizar el análisis anteriormente descrito y con la finalidad de dejar en evidencia el gran potencial de ahorro energético de las empresas de este sector, se presentan tres casos prácticos. Se han recogido datos de tres empresas a través de un cuestionario, dos hortofrutícolas y un supermercado. Con ellos, se calcula el posible ahorro derivado de la aplicación de algunas de las medidas descritas previamente. Además, se calcula su huella de carbono actual y su posible reducción asociada a dichas actuaciones.

### **IV.CONCLUSIONES**

El sector hortofrutícola y de supermercados tienen un gran potencial de ahorro y pueden suponer un elemento clave en el avance hacia una economía y sociedad más respetuosas con el medio ambiente. Existe una gran heterogeneidad en cuanto al nivel de eficiencia de las empresas de ambos sectores. No obstante, la gran variedad de medidas de eficiencia y nuevas tecnologías energéticas existentes permiten diseñar un modelo que se adapte a las necesidades de cada empresa. Adoptando las medidas adecuadas pueden conseguirse grandes beneficios económicos y medioambientales a medio y largo plazo minimizando la inversión necesaria.



# **ANALYSIS OF THE ENERGY CONSUMPTION IN THE SECTOR OF COMPANIES LINKED TO THE FRUITS AND VEGETABLES TRANSFORMATION AND SUPERMARKETS: ENERGY EFFICIENCY, SUSTAINABILITY AND COST OF THE LIFE CYCLE**

**Author: Barragán Castro, Cristina.**

Supervisor: Gómez López, Elías.

Collaborating Entity: ICAI – Universidad Pontificia Comillas

## **ABSTRACT**

The project aims to know in greater depth the current situation and energy position of supermarkets and fruit and vegetable companies in Spain. The intention is to carry out an analysis of the energy consumption in these types of companies, to later study the implementation of energy efficiency measures. The initial investments needed are made to obtain two long and medium-term benefits: economic and environmental. Therefore, to meet the national and international environmental goals set, the potential gains in both sectors will be studied, as well as the possible reduction in their carbon footprint.

**Key words:** Energy Consumption, Energy Efficiency, Emissions, Carbon Footprint.

## **I. INTRODUCTION**

The effects of climate change each day are more and more visible, increasing the urgency of acting against it, starting with the most contaminating sectors of the economy. In this field, the industry and transportation sector take the lead. This project will focus on the food and drinks industry, specifically the fruit and vegetable sector and its distribution.

The Spanish fruit and vegetable sector is crucial at an international level, as it represents 20-30% of the total European fruit and vegetable production. The centres that make this possible have a high energy consumption, most of which is electrical, even though they also consume some thermal energy. For this reason, in Spain, the mean power installed with this purpose is 4096kW. Many fruit and vegetable centres could reduce their energy consumption and emissions by introducing suitable energy efficiency measures. However, most of these companies are SMEs and, therefore, they do not have high investment capabilities. On the contrary, supermarket chains have a market share greater than 50%, and in addition, they have an energy-saving potential of about 40%. These companies have a greater investment capability. However, the investment in energy efficiency is not very attractive at first. As it does not imply immediate benefits, a deeper analysis of the situation is needed.

## **II. PROJECT DESCRIPTION**

The main objective of this project is to encourage investment in energy efficiency. With this in mind, it consists of two sections. The first one includes the national and international context, environmental goals, and the importance of energy efficiency.

The second part focuses on the sectors object of the study. After analysing the current situation, an energy consumption analysis is conducted to identify the processes that imply a higher demand. In both cases, the refrigeration and climatization systems are the main energy consumers. Then, a series of energy efficiency measures will be discussed in more depth. These measures can be put into two groups: those that imply high investments and those that do not. Among the measures that do require an investment, some stand out:

- The installation of solar panels
- The substitution of fluorescent lights by LED lights
- The installation of air curtains
- The installation of capacitor banks
- The installation of variators of speed in the main engines
- The use of solar thermal energy for water heating
- The improvement of insulation
- The set-up of energy management systems (EMSs)
- The optimization of climatization and ventilation systems

Financial aids are crucial to increase the possibilities of being able to make the needed investments. In addition, money and energy-saving measures that require a low investment, or none also play a big part. These include the optimization of the electric bill and the modification of the timetables, among others.

### **III. METHODOLOGY**

After the analysis previously discussed and to elucidate the high energy-saving potential of companies in these sectors, three cases are presented. Different data have been collected through a questionnaire posed to two fruit and vegetable companies and one supermarket. With those data, it was possible to calculate the savings that could result from the measures taken, as well as the companies' current carbon footprint and its potential reduction.

### **IV. CONCLUSIONS**

The fruit and vegetable and the supermarket sectors have a high energy-saving potential. Therefore, they could be a decisive point in the journey into a greener economy and society. There is enormous heterogeneity regarding the energy efficiency levels of companies in these sectors. However, the wide set of measures and technologies available make it possible to design an adequate model that satisfies all the company's needs. This results in big long and medium-term benefits with the lowest investment possible.

# ÍNDICE DE LA MEMORIA

<b>Capítulo 1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 ESTADO DE LA CUESTIÓN.....	2
1.2 MOTIVACIÓN.....	3
1.3 OBJETIVOS .....	4
1.4 CONTENIDOS DE LA MEMORIA .....	4
<b>Capítulo 2. CONTEXTO NACIONAL E INTERNACIONAL .....</b>	<b>6</b>
2.1.1 OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS) .....	6
2.1.2 ACUERDO DE PARÍS .....	7
2.2 LA COMISIÓN EUROPEA Y SU APUESTA POR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA ..	9
2.2.1 POLÍTICA ENERGÉTICA EUROPEA .....	9
2.2.2 EVOLUCIÓN DE LA NORMATIVA EUROPEA SOBRE EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	10
2.2.3 EFICIENCIA ENERGÉTICA ACTUALMENTE EN EUROPA .....	11
2.2.3.1 EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS .....	11
2.2.3.2 FINANCIACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA .....	13
2.2.4 TAXONOMÍA DE LA UE PARA LAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS SOSTENIBLES.....	16
2.2.4.1 TAXONOMÍA CLIMÁTICA .....	18
2.2.4.2 FUTURAS MODIFICACIONES Y ACTOS DELEGADOS.....	19
2.2.5 OBJETIVOS DE EUROPA EN MATERIA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA .....	20
2.2.5.1 HORIZONTE 2020 Y PROGRESO HACIA LA CONSECUCCIÓN DE LOS OBJETIVOS 2020.....	20
2.2.5.2 HORIZONTE EUROPA Y OBJETIVOS PARA EL AÑO 2030.....	23
2.2.5.3 PACTO VERDE EUROPEO Y OBJETIVOS PARA EL AÑO 2050.....	25
2.2.6 PLANES NACIONALES DE ENERGÍA Y CLIMA (NECPs) .....	26
2.3 PLAN NACIONAL INTEGRADO DE ENERGÍA Y CLIMA (PNIEC).....	27
2.3.1 OBJETIVOS.....	27
2.3.2 MEDIDAS A DESTACAR.....	28
2.3.2.1 DESCARBONIZACIÓN DE LA ECONOMÍA .....	28
2.3.2.2 EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	32

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS**  
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)  
GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

2.3.3 INVERSIONES DEL PNIEC .....	38
2.3.4 IMPACTOS MACROECONÓMICOS DEL PNIEC .....	38
2.3.5 EFECTOS DEL PNIEC SOBRE EL EMPLEO.....	39
2.4 LEY DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y TRANSICIÓN ENERGÉTICA .....	40
2.5 FONDOS NGEU.....	43
<b>Capítulo 3. SECTOR HORTOFRUTÍCOLA Y SUPERMERCADOS EN ESPAÑA .....</b>	<b>45</b>
3.1 SECTOR HORTOFRUTÍCOLA .....	46
3.1.1 IMPORTANCIA DEL SECTOR HORTOFRUTÍCOLA ESPAÑOL EN EUROPA	46
3.1.2 ASPECTOS ECONÓMICOS Y SOCIALES DEL HORTOFRUTÍCOLA EN ESPAÑA .....	47
3.1.3 PRINCIPALES CULTIVOS Y SU DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA .....	49
3.2 SUPERMERCADOS .....	52
3.2.1 TIPOS DE ESTABLECIMIENTOS .....	52
3.2.2 PRINCIPALES CADENAS DE SUPERMERCADOS EN ESPAÑA .....	53
3.2.3 IMPORTANCIA DE LOS PRODUCTOS FRESCOS .....	54
<b>Capítulo 4. ETAPAS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN EN CENTRALES HORTOFRUTÍCOLAS.....</b>	<b>55</b>
4.1 RECEPCIÓN.....	56
4.2 CARGA Y DESCARGA .....	56
4.3 ALMACENAMIENTO Y PRE-ENFRIAMIENTO .....	56
4.4 DESPALETIZADO Y VOLCADO .....	57
4.5 OPERACIONES ESPECÍFICAS PARA CÍTRICOS.....	57
4.5.1 DRENCHER .....	57
4.5.2 DESVERDIZADO .....	57
4.6 LIMPIEZA Y SECADO .....	58
4.7 ENCERADO .....	58
4.8 CALIBRACIÓN .....	58
4.9 ENVASADO .....	59
4.10 CONSERVACIÓN EN FRÍO .....	59
4.11 BALANCE DEL PROCESO .....	59
<b>Capítulo 5. ANÁLISIS DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN CENTRALES HORTOFRUTÍCOLAS.....</b>	<b>61</b>
5.1 EQUIPOS Y TIPOS DE ENERGÍA EMPLEADOS EN CADA FASE DEL PROCESO	61
5.1.1 RECEPCIÓN:.....	62
5.1.2 LAVADO Y SECADO .....	62
5.1.3 CALIBRADO, SELECCIÓN, MANIPULACIÓN Y ENVASADO .....	63
5.1.4 REFRIGERACIÓN .....	63

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS**  
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)  
GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

5.1.5 CONTROL DEL PROCESO .....	63
5.2 FACTORES QUE INFLUYEN EN EL CONSUMO ENERGÉTICO .....	64
5.3 ENERGÍA ELÉCTRICA Y POTENCIA INSTALADA .....	64
5.4 ENERGÍA TÉRMICA .....	67
<b>Capítulo 6. ANÁLISIS DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN SUPERMERCADOS .....</b>	<b>69</b>
6.1 DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO .....	69
<b>Capítulo 7. MEDIDAS DE EFICIENCIA CON INVERSIÓN. DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS .....</b>	<b>71</b>
7.1 INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES .....	71
7.2 SUSTITUCIÓN DE FLUORESCENTES POR LÁMPARAS LED .....	73
7.3 INSTALACIÓN DE BATERÍAS DE CONDENSADORES .....	75
7.4 INSTALACIÓN DE CORTINAS DE AIRE EN CÁMARAS FRIGORÍFICAS .....	75
7.5 INSTALACIÓN DE VARIADORES DE VELOCIDAD EN LOS MOTORES PRINCIPALES .....	76
7.6 ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA EL CALENTAMIENTO DE AGUA .....	77
7.7 MEJORA DEL AISLAMIENTO .....	78
7.8 SISTEMAS DE CONTROL DEL CONSUMO ENERGÉTICO .....	79
7.9 OPTIMIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN ....	80
<b>Capítulo 8. MEDIDAS DE AHORRO Y EFICIENCIA CON BAJA INVERSIÓN .....</b>	<b>83</b>
8.1 INSTALACIÓN DE REGLETAS QUE ELIMINAN EL MODO STAND-BY EN EQUIPOS INFORMÁTICOS .....	83
8.2 MODIFICACIÓN DEL HORARIO DE TRABAJO .....	83
8.3 OPTIMIZACIÓN DE LA FACTURA ELÉCTRICA .....	83
8.4 BIOMASA .....	84
8.5 OTRAS MEDIDAS DE EFICIENCIA EN SUPERMERCADOS .....	85
<b>Capítulo 9. EJEMPLO DE APLICACIÓN .....</b>	<b>86</b>
9.1 METODOLOGÍA .....	86
9.1.1 CUESTIONARIO .....	86
9.1.2 CLASIFICACIÓN DE CLIENTES .....	86
9.1.3 DISTRIBUCIÓN DE GASTOS Y MEDIDAS DE EFICIENCIA TENIDAS EN CUENTA .....	89
9.1.4 DATOS Y FÓRMULAS EMPLEADAS .....	91
9.2 SECTOR HORTOFRUTÍCOLA .....	92
9.2.1 CASO 1 .....	92
9.2.1.1 RESPUESTA AL CUESTIONARIO .....	92
9.2.1.2 CLASIFICACIÓN DEL CLIENTE .....	93
9.2.1.3 MEDIDAS A APLICAR Y CÁLCULOS .....	93
9.2.2 CASO 2 .....	95

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS**  
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)  
GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

9.3 SUPERMERCADOS .....	99
9.3.1 RESPUESTA AL CUESTIONARIO.....	99
9.3.2 CLASIFICACIÓN DEL CLIENTE .....	99
9.3.3 MEDIDAS A APLICAR Y CÁLCULOS .....	100
<b>Capítulo 10. CONCLUSIONES .....</b>	<b>102</b>
<b>Capítulo 11. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>104</b>
<b>ANEXO I.....</b>	<b>116</b>
<b>ANEXO II .....</b>	<b>118</b>
<b>ANEXO III.....</b>	<b>120</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Volumen de Negocios Industria Manufacturera (Eurostat, 2017) <sup>[4]</sup> .....	1
Figura 2: Cuota de Mercado Principales Supermercados España 2018 y diferencia con respecto a 2017 <sup>[97]</sup> .....	3
Figura 3: Objetivos del Desarrollo Sostenible (ONU, 2015) <sup>[11]</sup> .....	7
Figura 4: Aumento esperado de la temperatura media global (IPCC, 2013) <sup>[13]</sup> .....	8
Figura 5: Puntos Clave del Acuerdo sobre el Clima (AFP, 2020) .....	9
Figura 6: Distribución de EPC edificios de nueva construcción no residenciales. (Comisión Europea, 2014) <sup>[20]</sup> .....	12
Figura 7: Policy Coverage of total final energy consumption in buildings, 2000-2018 (IEA) ...	13
Figura 8: Inversión global en eficiencia energética por sector 2014-2019 (IEA) .....	14
Figura 9: Distribución actual de los proyectos ELENA en curso en la Unión Europea.....	15
Figura 10: Alineación de los objetivos de la Taxonomía con los ODS <sup>[33]</sup> .....	17
Figura 11: Distribución de financiación de proyectos de Horizonte 2020 <sup>[40]</sup> .....	20
Figura 12: Emisión de gases de efecto invernadero en UE entre 1990 y 2018 (EUROSTAT)...	21
Figura 13: Porcentaje de energías renovables en el consumo final de energía en UE entre 2004 y 2018 (EUROSTAT) .....	22
Figura 14: Consumo de energía en UE entre 1990 y 2018 (EUROSTAT) .....	22
Figura 15: Consumo de energía y trayectoria lineal entre los años 2017 y 2018 con respecto a los objetivos de eficiencia energética de la UE para el año 2020 (IEA) .....	23
Figura 16: Camino de la UE hacia un sistema climáticamente neutro entre los años 1990 y 2050 <sup>[50]</sup> .....	25
Figura 17: Demanda de calor industrial a nivel global. Clasificación de procesos industriales en función de su temperatura <sup>[63]</sup> .....	30
Figura 18: Principales usos de energía geotérmica en función de la temperatura <sup>[65]</sup> .....	31
Figura 19: Efectos en Madrid Central en cuanto a las emisiones según el tipo de vehículo <sup>[68]</sup> .	33
Figura 20: Emisiones de gases de efecto invernadero por pasajero y por km en trayectos urbanos en función de la modalidad de transporte elegida <sup>[69]</sup> .....	34
Figura 21: Ciclo Deming de un SGE (Planificar- Ejecutar- Verificar- Actuar) <sup>[74]</sup> .....	37
Figura 22: Flujo de inversiones totales generadas por el PNIEC <sup>[80]</sup> .....	38
Figura 23: Impacto de las inversiones y el cambio energético derivados del PNIEC sobre el PIB español en M€ .....	39
Figura 24: Impacto de los distintos tipos de medida incluidos en el PNIEC sobre el empleo (miles de personas/año).....	39
Figura 25: Diagrama de Sankey del Balance Energético de España en 2018 <sup>[77]</sup> .....	42
Figura 26: Ventajas y desventajas de los Biocombustibles.....	42
Figura 27: Distribución de los fondos recibidos por España <sup>[83]</sup> .....	43
Figura 28: Políticas palanca del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia español <sup>[81]</sup> .....	44
Figura 29: Distribución de la actividad del sector alimentario español por subsectores.....	48
Figura 30: Evolución del valor de la producción de frutas, patatas y hortalizas en España en millones de € <sup>[88]</sup> .....	48

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS**  
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)  
GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

Figura 31: Distribución geográficas de las cooperativas hortofrutícolas (%).....	50
Figura 32: Frutas más cultivadas en cada provincia española <sup>[94]</sup> .....	51
Figura 33: Principal cultivo de hortalizas en cada provincia española <sup>[94]</sup> .....	52
Figura 34: Reparto de la superficie de venta minorista % por formatos de venta 2018.....	53
Figura 35: Cuota de mercado de los principales minoristas dedicados a la distribución alimentaria <sup>[97]</sup> .....	54
Figura 36: Apuesta de los super e hipermercados por los productos frescos en 2018 frente a 2017 <sup>[97]</sup> .....	54
Figura 37: Fases del proceso productivo en centrales hortofrutícolas en función del tipo de producto.....	55
Figura 38: Balance del Proceso en las Centrales Hortofrutícolas .....	60
Figura 39: Consumo de potencia activa y reactiva de las centrales hortofrutícolas españolas (2010) <sup>[5]</sup> .....	65
Figura 40: Consumo medio de gasoil en las centrales hortofrutícolas españolas (2010) <sup>[5]</sup> .....	67
Figura 41: Distribución del consumo energético en los supermercados .....	70
Figura 42: Elementos de una instalación fotovoltaica conectada a red <sup>[107]</sup> .....	72
Figura 43: Esquema del sistema de calentamiento de agua mediante energía solar térmica <sup>[98]</sup> ..	77
Figura 44: Materiales para Aislamiento .....	79
Figura 45: Free-Cooling con aire <sup>[124]</sup> .....	81
Figura 46: Porcentaje de Ahorro de Free-cooling en función de su sistema de control.....	82
Figura 47: ODS con los que se alinea el proyecto (ONU) .....	118



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Diferencias entre Sistema de Subasta Actual y el Rediseño .....	30
Tabla 2: Viabilidad económica de un módulo de microgeneración con motores con relación a las horas anuales de funcionamiento <sup>[66]</sup> .....	32
Tabla 3: Restricciones de entrada en el área de cero emisiones para los vehículos destinados al transporte de mercancías con MMA<3500kg en función de su distintivo ambiental <sup>[67]</sup> .....	35
Tabla 4: Restricciones de entrada en el área de cero emisiones para los vehículos destinados al transporte de mercancías con MMA entre 3500kg y 12.000kg en función de su distintivo ambiental <sup>[67]</sup> .....	35
Tabla 5: Objetivos fijados por la Ley de Cambio Climático y Transición Energética para el año 2030.....	40
Tabla 6: Distribución de los fondos NGEU asumidos por el MITECO.....	44
Tabla 7: Producción anual de frutas y verduras en los países europeos en miles de toneladas <sup>[90]</sup> .....	46
Tabla 8: Exportaciones de frutas y verduras en los países europeos <sup>[90]</sup> .....	47
Tabla 9: Porcentajes de Consumo de Energía en Centrales Hortofrutícolas Españolas (2010) <sup>[98]</sup> .....	62
Tabla 10: Potencia media instalada por fases de producción en las centrales hortofrutícolas españolas (2010) <sup>[5]</sup> .....	65
Tabla 11: Distribución del consumo eléctrico total por fases de la producción <sup>[5]</sup> .....	66
Tabla 12: Distribución del consumo de gasóleo por fases del proceso productivo en centrales hortofrutícolas españolas (2010) <sup>[5]</sup> .....	68
Tabla 13: Precio orientativo en función de los kWp de la instalación de un sistema fotovoltaico <sup>[111]</sup> .....	72
Tabla 14: Tipos de paneles fotovoltaicos <sup>[107]</sup> .....	73
Tabla 15: Clasificación de las fuentes de luz en función de su temperatura <sup>[107]</sup> .....	74
Tabla 16: Clasificación de Clientes Tipo 1 y 2 .....	87
Tabla 17: Clasificación de Clientes Tipo 3 .....	88
Tabla 18: Clasificación de Clientes Tipo 4 .....	88
Tabla 19: Procesos a los que afectan las medidas de eficiencia en las centrales hortofrutícolas	90
Tabla 20: Procesos a los que afectan las medidas de eficiencia en los supermercados .....	90
Tabla 21: Factores de Emisiones.....	91
Tabla 22: Datos del Cliente 1 .....	92
Tabla 23: Datos del Cliente 2.....	95
Tabla 24: Datos del Cliente 3.....	99
Tabla 25: Precio del Gas Natural <sup>[130]</sup> .....	120
Tabla 26: Precio de la Electricidad <sup>[129]</sup> .....	120
Tabla 27: Histórico de Precios de Gasolina 95 <sup>[131]</sup> .....	121
Tabla 28: Histórico de Precios Gasóleo A <sup>[131]</sup> .....	122

## Capítulo 1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, los problemas medioambientales derivados de la actividad humana se han hecho cada vez más evidentes. La temperatura del planeta no hace más que aumentar, de manera que 2016 y 2020 se han convertido en los años más calurosos de los que se tienen registros <sup>[1]</sup>. Los océanos han incrementado su temperatura en 0.33°C desde 1969 y los polos pierden unos 427 mil millones de toneladas de hielo al año, si tenemos en cuenta el deshielo tanto de Groenlandia como de la Antártida <sup>[2]</sup>. A todo esto, se suman otros problemas como la deforestación o la disminución de reservas de petróleo y gas natural. Resulta evidente la necesidad de realizar un cambio de rumbo en las sociedades actuales. El cambio climático es un problema a nivel mundial y, por tanto, para mitigar sus efectos y atacar sus causas será necesario llevar a cabo una acción coordinada de todos los países del mundo. De esta manera, el aprovechamiento de los recursos, la reducción de residuos y su correcta gestión, el impulso de las energías renovables y la implantación de medidas de eficiencia energética, entre otros, cobran especial importancia.

Centrando la atención en el sector energético, cabe destacar que en España la industria constituye uno de los consumos principales, concentrando aproximadamente un 24% de la demanda de energía <sup>[3]</sup>. La industria agroalimentaria genera el 15% de la producción industrial total de la Unión Europea, convirtiéndola en la mayor industria manufacturera de Europa <sup>[4]</sup>. No obstante, actualmente las inversiones en eficiencia energética en la industria son mucho menores que en otros sectores como el transporte o la construcción. De esta manera, parece lógico centrarse en este sector si se quiere reducir el consumo energético de la Unión.

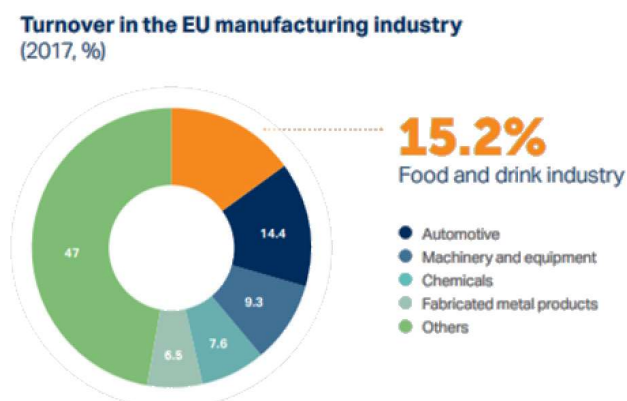


Figura 1: Volumen de Negocios Industria Manufacturera (Eurostat, 2017) <sup>[4]</sup>

La industria alimentaria abarca una gran cantidad de actividades entre las que se encuentran la industria cárnica, el sector lácteo, la elaboración de conservas, congelados y salsas, y el sector hortofrutícola, en el que estará centrado el proyecto junto a los supermercados. Todos estos sectores llevan a cabo diversas operaciones que conllevan un aporte de energía. En los últimos años, el sector empresarial español ha asumido lo fundamental que resulta reducir lo máximo posible su consumo energético, siendo el control y la eficiencia las piedras angulares de esta tarea.

## ***1.1 ESTADO DE LA CUESTIÓN***

Como se ha comentado anteriormente, el presente proyecto se centra en el sector hortofrutícola y los supermercados. En cuanto a las centrales hortofrutícolas, el proceso realizado en ellas comienza con la recepción y la carga y descarga de los productos. Posteriormente, estos se lavan y, de ser necesario, se someten a tratamientos post-cosecha. A continuación, se secan y se procede al triaje y envasado. Los envases producidos se colocan en cajas para el posterior transporte. Además, los productos deben refrigerarse. Con el fin de llevar a cabo todas estas tareas, la potencia media instalada en las centrales hortofrutícolas de nuestro país es de 4096kW <sup>[5]</sup>. A este consumo, deben añadirse los costes adicionales asociados a los equipos informáticos, los sistemas de iluminación y climatización, y los sistemas de agua caliente, entre otros. De esta manera, el 86% de la energía consumida por este tipo de centrales es de tipo eléctrico, suponiendo un consumo mensual medio de 78.916kWh, mientras que solo el 14% es de origen térmico <sup>[5]</sup>.

Con el fin de reducir este consumo energético en la realización de las tareas, en los últimos años se han implantado diversas medidas de eficiencia energética. Entre las estrategias puestas en funcionamiento se encuentran la instalación de placas solares encima de los edificios, la sustitución de los fluorescentes por luminarias de mayor eficiencia y la instalación de baterías de condensadores, cortinas de aire en las cámaras frigoríficas y variadores de velocidad en los motores principales. Sin embargo, según FoodDrinkEurope, en Europa el 99,2% de las empresas del sector son PYMES <sup>[5]</sup>. Esto dificulta enormemente la adopción de medidas de eficiencia energética, pues muchas de ellas no presentan gran capacidad de inversión.

En cuanto a los supermercados, estos suponen un consumo menor que la industria alimentaria. No obstante, las grandes cadenas de supermercados podrían reducir mucho más su consumo pudiendo llegar a un ahorro superior a un 20% en algunos casos<sup>[6]</sup>. Esta cifra puede variar en función de varios factores, como la localización del centro y su tamaño. Generalmente, los aparatos de refrigeración, que incluyen bombas de frío y de calor, conllevan el mayor consumo de energía, que se eleva a un 50-60% del coste energético total. Le siguen la iluminación, que supone el 18% del consumo, y la climatización, que supone de media un 15% aunque, como se ha comentado con anterioridad, este valor puede variar de manera significativa en función de la ubicación del local y puede llegar al 35% <sup>[7]</sup>. El 7% restante del coste de energía se distribuye entre distintas áreas como cámaras de seguridad, ofimática y equipos de limpieza.

El sector de los supermercados tiene un gran potencial de ahorro de energía. Para ello, actualmente se aplican medidas como la colocación de las vitrinas de frío agrupadas, la

instalación de variadores de velocidad en los compresores de los equipos de frío y la utilización de iluminación LED. Por otra parte, en la remodelación de los edificios pueden emplearse diversas técnicas para hacerlos energéticamente eficientes. Algunas de ellas son la colocación de vidrios dobles y la creación de huecos con voladizos que permitan la ventilación natural. Además, en este sector resulta más fácil aplicar medidas de eficiencia energética que en el sector hortofrutícola, ya que las grandes cadenas de supermercados, que tienen una mayor capacidad de inversión, suponen más del 50% de la cuota de mercado. No obstante, muchas de estas cadenas no invierten todo lo que podrían en la mejora energética de sus procesos y equipos ya que no aporta beneficios inmediatos.



Figura 2: Cuota de Mercado Principales Supermercados España 2018 y diferencia con respecto a 2017<sup>[97]</sup>

## 1.2 MOTIVACIÓN

Ante la urgencia de la actuación contra los problemas medioambientales, parece sensato comenzar a aplicar las nuevas medidas de eficiencia propuestas por la Unión en una de las industrias que mayor impacto energético tiene. Así, se avanzará en el camino hacia la consecución de los distintos objetivos fijados tanto a nivel global como europeo y nacional.

En este proyecto, se pretende analizar en mayor detalle el consumo energético en las centrales hortofrutícolas, con la finalidad de identificar en que partes del proceso se producen los mayores consumos. De esta manera, se podrá estudiar la implantación de medidas de eficiencia que consigan reducir estos gastos, de manera que resulte rentable a largo plazo para las empresas del sector. Por otra parte, también se analizará el consumo energético de los supermercados y la viabilidad de las distintas medidas de eficiencia energética, para explotar al máximo el gran potencial de ahorro energético que existe en este tipo de superficies.

Aprovechando los grandes avances que se han realizado en el campo de la eficiencia energética en los últimos años, este proyecto pretende reducir al máximo el consumo energético en todo el viaje de las frutas y verduras, desde su llegada a las centrales hortofrutícolas hasta su compra en los supermercados. Con ello, le persigue la obtención de dos tipos de beneficios: medioambientales y económicos. En el ámbito ambiental, el

proyecto pretende ayudar a la consecución de cinco de los ODS definidos por las Naciones Unidas: ODS 7, de “Energía Asequible y No Contaminante”; el ODS 9, de “Industria, Innovación e Infraestructura”; el ODS 11 de “Ciudades y Comunidades Sostenibles”; el ODS 12 de “Producción y Consumo Responsables”; y el ODS 13 de “Acción por el Clima”. La alineación del proyecto con dichos objetivos se discute en mayor profundidad en el Anexo II. Centrándonos ahora en el aspecto económico, a pesar de suponer una inversión inicial, en ocasiones de una cantidad considerable, la reducción de consumo energético y por tanto del coste asociado a este permite ahorrar a largo plazo. Además, supone un aspecto diferenciador que mejora la imagen de la marca y puede ayudar a la captación de nuevos clientes atraídos por la idea de hacer lo mismo que hacían hasta el momento, pero de manera más sostenible y sin un gran esfuerzo extra.

### ***1.3 OBJETIVOS***

El propósito principal del proyecto es analizar el consumo energético del sector industrial, en concreto del sector hortofrutícola y de supermercados, con la finalidad de identificar posibles mejoras en eficiencia energética que aporten dos beneficios: el económico y el medioambiental. Este a su vez puede dividirse en los siguientes objetivos:

- Estudio de la situación actual a nivel global, europeo y nacional en cuanto a política energética, centrandó la atención en las estrategias de mejora de la eficiencia energética.
- Estudio del consumo energético actual del sector hortofrutícola y supermercados, así como su impacto ambiental.
- Análisis de medidas de eficiencia energética y su viabilidad de implantación.
- Estudio de la reducción de costes asociada a la implantación de dichas medidas

### ***1.4 CONTENIDOS DE LA MEMORIA***

La memoria se encuentra dividida en diferentes secciones cuyo contenido se explica brevemente a continuación.

El Capítulo 2, denominado “Contexto Nacional e Internacional”, se centrará en el primero de los objetivos. Para ello, la búsqueda y recopilación de información se ha hecho de manera colaborativa. De esta manera, en primer lugar, se analizará el Acuerdo de París, que tiene un alcance global, y las medidas propuestas para cumplir con las metas fijadas. Seguidamente, se expondrá la política energética de la Unión Europea, así como los distintos planes y objetivos propuestos por la misma para los próximos años. Centrándonos en el ámbito nacional, se estudiará el PNIEC junto con las barreras y oportunidades con las que se encuentran las empresas a la hora de mejorar su posicionamiento energético e implantar medidas de eficiencia energética.

El Capítulo 3, que recibe el nombre de “Sector Hortofrutícola y Supermercados en España”, contiene la actualidad de ambos sectores en nuestro país. En cuanto al sector

hortofrutícola, se hará hincapié en su gran importancia tanto a nivel nacional como internacional. Además, se explicará la distribución geográfica de los distintos tipos de cultivos, y se realizará un breve análisis económico y social. Con respecto al sector de los supermercados, se explicarán los distintos tipos de establecimientos disponibles en el mundo de la distribución alimentaria, realizando un recorrido por las principales cadenas de supermercados del país. Además, se hablará de la importancia de los productos frescos

En el Capítulo 4, denominado “Etapas del proceso de producción del sector hortofrutícola”, se expondrán las distintas fases del proceso que siguen las frutas y verduras desde su llegada a la fábrica hasta su salida hacia los centros de distribución, explicando de manera algo más detallada las entradas y salidas del mismo.

En el Capítulo 5 que recibe el nombre de “Análisis del Consumo Energético en el Sector Hortofrutícola”, se expondrán los principales consumos energéticos dentro de este tipo de centrales, distinguiendo entre la energía de tipo eléctrico y de tipo térmico. Además, se indicarán los factores que determinan dicho consumo.

El Capítulo 6, “Análisis del Consumo Energético en Supermercados”, es el análogo del capítulo 5 pero esta vez para los supermercados.

El Capítulo 7, denominado “Medidas de Eficiencia con Inversión. Descripción de las Tecnologías” es donde comienza el apartado de eficiencia energética propiamente dicho. En él se expondrán las distintas tecnologías y equipos que pueden emplearse para reducir el consumo y la huella de carbono tanto en el sector hortofrutícola como de supermercados.

El Capítulo 8 que recibe el nombre de “Medidas de Ahorro y Eficiencia con Baja Inversión” es la continuación del capítulo anterior. En el se encontrarán otras medidas de eficiencia que pueden ponerse en práctica con los equipos existentes, de manera que impliquen una menor inversión inicial.

El Capítulo 9, denominado “Ejemplo de Aplicación”, recoge tres casos de distintas empresas del sector hortofrutícola y de supermercados. En este apartado se analizan una serie de datos con el fin de clasificar las empresas en función de su nivel de eficiencia energética. Posteriormente, en función del grupo en que se encuentre cada una, se propondrán una serie de medidas de eficiencia para mejorar su posicionamiento energético. Adicionalmente, se realizará el cálculo de la huella de carbono y el potencial de ahorro de cada una de las empresas.

El Capítulo 10 se encuentran las conclusiones extraídas de los casos prácticos, así como del análisis previo del consumo energético, las medidas de eficiencia que se pueden implantar, las ayudas disponibles para ello y la adaptación a la normativa y objetivos vigentes.

Para la realización de este proyecto se emplearán diversos informes relacionados con el sector hortofrutícola y supermercados, realizados por distintas instituciones como la Unión Europea, INE, IDEA o PTE-EE. Todos ellos se encuentran recogidos en el apartado de Bibliografía.

## Capítulo 2. CONTEXTO NACIONAL E INTERNACIONAL

Para realizar un estudio posterior del consumo energético y las medidas de eficiencia energética aplicadas en un sector concreto de la economía, primero es necesario conocer el contexto en que se desarrollan. De esta manera, a continuación se expondrán los diferentes objetivos y medidas fijados tanto por organismos internacionales como nacionales para iniciar el cambio hacia un modelo económico y social más respetuoso con el medio ambiente y que permita frenar el cambio climático.

### ***2.1 ACCIÓN GLOBAL CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO***

#### **2.1.1 OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS)**

En septiembre del año 2015, la Asamblea General de las Naciones Unidas presentó la “Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible” <sup>[9]</sup>. En ella, se exponen los 17 “Objetivos del Desarrollo Sostenible”, aprobados por los estados miembros y que deberían alcanzarse para el año 2030.

Los ODS suponen un plan de acción universal que trata de hacer del mundo un lugar más justo y próspero, en el que se proteja tanto a las personas como el medio ambiente. Así, la ONU define el desarrollo sostenible como “la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” <sup>[10]</sup>. Para ello, resulta fundamental desarrollar estrategias que giren en torno a tres pilares fundamentales: la protección del medioambiente, el crecimiento económico y el bienestar social.

Actualmente, los distintos países avanzan a velocidades muy irregulares, de manera que de forma global los resultados obtenidos no son suficientes. Así, una acción más ambiciosa durante la próxima década resultará clave.

En la siguiente imagen se muestran los 17 objetivos fijados, que cubren cinco áreas temáticas: personas, planeta, prosperidad, paz y alianzas.



Figura 3: Objetivos del Desarrollo Sostenible (ONU, 2015) <sup>[11]</sup>

### 2.1.2 ACUERDO DE PARÍS

El Acuerdo de París tiene una importancia especial ya que se trata del primer acuerdo global y jurídicamente vinculante acerca del cambio climático. El documento, ratificado por cerca de 190 países entre los que se encuentran los pertenecientes a la Unión Europea, fue aprobado en diciembre de 2015, aunque no entró en vigor hasta noviembre de 2016 cuando los 55 países que suponen el 55% de las emisiones lo aceptaron <sup>[12]</sup>. De esta manera, ayuda a la consecución del objetivo de neutralidad climática a finales de siglo.

Con el Acuerdo de París, se establece un escenario para minimizar la magnitud de los efectos del cambio climático. Así se pretende mantener el aumento de temperatura por debajo de los 2°C sobre los niveles existentes antes de la industrialización, tratando de limitarlo a 1.5°C <sup>[12]</sup>.

A continuación, se exponen los elementos clave del acuerdo:

- **MITIGACIÓN: Reducción de Emisiones.** Entre las medidas más destacables en este ámbito se encuentran limitar el máximo aumento de la temperatura con respecto a los niveles preindustriales a 1.5°C y alcanzar el máximo de emisiones lo antes posible para poder comenzar a reducirlas y así lograr la neutralidad climática para finales de siglo. Esto consiste en conseguir un equilibrio entre absorción y emisión.

Para alcanzar estos objetivos, los países miembros de la Unión Europea han presentado los “Planes Nacionales Integrales de Acción por el Clima” (NECPs), entre los que se encuentra el PNIEC de España, que se discutirá con mayor profundidad más adelante.

En el siguiente gráfico se observan distintas previsiones del aumento de la temperatura media global para finales de siglo, en función de la cantidad de emisiones.



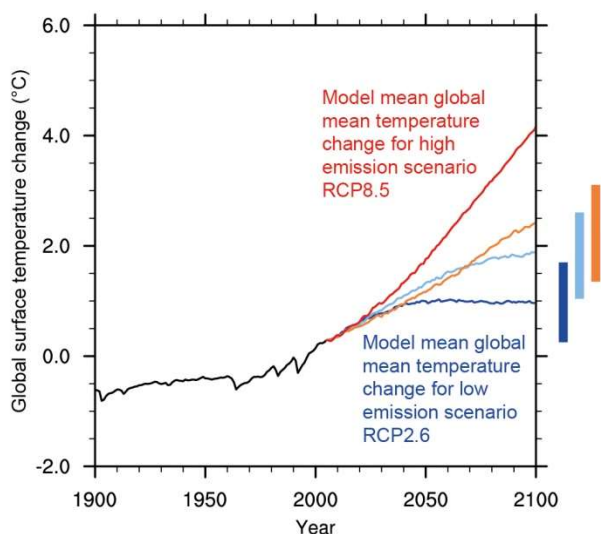


Figura 4: Aumento esperado de la temperatura media global (IPCC, 2013)<sup>[13]</sup>

- **TRANSPARENCIA Y BALANCE GLOBAL.** Para evaluar el progreso, los distintos gobiernos deben reunirse cada cinco años e informar de los avances tanto a sus ciudadanos como el resto de gobiernos.
- **ADAPTACIÓN:** Reforzar la capacidad de adaptación a las consecuencias del cambio climático y ofrecer ayuda a los países en desarrollo con el fin de que afronten el cambio con mayor facilidad.
- **DAÑOS Y PERJUICIOS:** Reducir y atender los efectos del cambio climático, mejorando la cooperación internacional.
- **ACCIÓN LOCAL Y REGIONAL:** El acuerdo invita a ciudades, regiones e instituciones locales a cooperar entre ellas para así reducir las emisiones y minimizar los efectos del cambio climático.
- **APOYO INTERNACIONAL:** Resulta fundamental que los países desarrollados se apoyen entre sí y presten ayuda a los países en desarrollo.

Centrando la atención en la Unión Europea, a finales de 2020 se presentó un plan actualizado que marca el objetivo de reducir las emisiones un 55% con relación a los niveles de 1990 para el año 2030 <sup>[13]</sup>. De esta manera, como las circunstancias de cada país son diferentes, cada estado ha elaborado un plan propio con el mismo fin: la reducción de emisiones.

En la siguiente figura, se muestran los puntos clave del Acuerdo de París:

### Acuerdo sobre el clima: puntos clave

El texto firmado por la comunidad internacional contra el calentamiento climático entra en vigor el viernes



Figura 5: Puntos Clave del Acuerdo sobre el Clima (AFP, 2020)

## 2.2 LA COMISIÓN EUROPEA Y SU APUESTA POR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

### 2.2.1 POLÍTICA ENERGÉTICA EUROPEA

La Unión Europea se enfrenta a diversos retos relacionados con el ámbito de la energía y la lucha contra el cambio climático, tratando de llegar a un equilibrio entre la salud económica y ambiental de la Unión. De acuerdo con la Comisión Europea, la seguridad de que la transición hacia un sistema de energía limpia beneficiará a todos los europeos es tan importante como la transición por sí misma. Así, su política energética se centra en la consecución de cinco objetivos fundamentales <sup>[14]</sup>:

- La diversificación de las fuentes de energía, garantizando la seguridad energética.
- La existencia de un flujo libre de energía a través de los distintos países que la constituyen, mediante un mercado interior integrado y las infraestructuras adecuadas.

- La mejora de la eficiencia energética, la reducción de emisiones y de la dependencia de importaciones de energía de otros países, y el impulso del trabajo y el crecimiento.
- La descarbonización de la economía con arreglo al Acuerdo de París.
- La inversión en investigación e innovación en el ámbito de las energías limpias y la transición energética.

Aunque todos ellos son de gran importancia, este proyecto se centrará en el tercero de estos objetivos: la eficiencia energética.

### **2.2.2 EVOLUCIÓN DE LA NORMATIVA EUROPEA SOBRE EFICIENCIA ENERGÉTICA**

La preocupación por el impacto medioambiental de las sociedades modernas ha ido cobrando cada vez más importancia. En concreto, la eficiencia energética se ha convertido en una de las prioridades de Europa, pues no solo permite reducir el consumo, los costes y las emisiones, sino que también hace a la Unión más competitiva.

Desde finales del siglo XX, la Unión Europea ha desarrollado una serie de directivas cuyo objetivo es la implantación y el desarrollo de medidas de eficiencia energética. La primera de ellas fue la Directiva 93/76/CEE que hacía referencia al programa SAVE, cuyo objetivo es fomentar el uso inteligente de la energía y la mejora de la eficiencia energética para así reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> <sup>[15]</sup>. Posteriormente, la Directiva 2002/91/CE se centraba en fomentar la eficiencia energética tanto de los edificios ya existentes como los de nueva construcción. De esta manera, se introdujeron los conceptos de rehabilitación energética y los certificados de eficiencia energética <sup>[16]</sup>. Siguiendo esta línea, en 2006 se lanzó el Plan de Acción para la Eficiencia energética, que pretendía movilizar a la opinión pública y controlar y reducir el consumo energético en un 20% para el año 2020. Vista la dificultad para alcanzar este objetivo, se elaboró el Plan de Eficiencia Energética 2011, que fijaba objetivos relacionados con la eficiencia energética a conseguir para el año 2020 <sup>[17]</sup>. Por otra parte, en la Directiva 2010/31/CE se definió el “Edificio de Consumo de Energía Casi Nulo”, que son edificios con muy alto nivel de eficiencia. Además, se hizo obligatoria la realización de una Certificación Energética de todos los edificios, de manera que para el año 2020 todos los edificios fueran de consumo de energía casi nulo. Para cumplir este objetivo, se creó la Directiva 2012/27/UE, que expone medidas para la mejora de la eficiencia energética en el uso, transporte y distribución de esta, y exige a los países miembros que fijen objetivos en la materia. Por otra parte, se creó el Fondo Nacional de Eficiencia Energética para ofrecer financiación y eliminar las barreras existentes. Teniendo en cuenta el escaso avance en materia de eficiencia energética que se pronosticó en 2014 para el año 2020, las políticas ambientales nacionales e internacionales existentes endurecieron sus estrategias y fijaron objetivos aún más ambiciosos. Un ejemplo de esto es que se pasó de esperar una mejora del 20% en la eficiencia energética para el año 2030, como se había aprobado en el año 2012, a una mejora del 32,5% <sup>[17]</sup>. De esta manera, con el fin de actualizar la directiva 2012/27/UE a los objetivos para el año 2030, en 2016 se presentó el proyecto “Energía Limpia para todos los europeos”. Posteriormente, se modificó y actualizó de nuevo la directiva, para incluir los avances tecnológicos producidos hasta el momento y adaptar las medidas al Acuerdo de París, creando las directivas 2018/844 y 2018/2002.

### **2.2.3 EFICIENCIA ENERGÉTICA ACTUALMENTE EN EUROPA**

La Comisión Europea considera la eficiencia energética como la fuente de energía con mayor disponibilidad a nivel mundial. Actualmente, las políticas en materia de eficiencia energética en la Unión Europea se centran en cinco pilares fundamentales <sup>[18]</sup>:

- **Desarrollo y adopción de modos de transporte más eficientes:** fomento del ferrocarril y otros medios de transporte limpios con el fin de reducir las emisiones.
- **Eficiencia energética de los edificios,** tanto de los edificios de nueva construcción como de los antiguos.
- **Productos energéticamente eficientes:** diseño y etiquetado ecológico.
- **Eficiencia energética del transporte por carretera,** con el fin de reducir emisiones.
- **Financiación de la eficiencia energética:** desarrollo de un mercado que facilite la inversión en eficiencia energética en la Unión.

A continuación, se describirán con mayor detalle los más relevantes para el proyecto. Las medidas expuestas podrían presentar modificaciones posteriores a marzo de 2021 y, por tanto, no recogidas en este proyecto.

#### *2.2.3.1 EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS<sup>[19]</sup>*

Los edificios constituyen el 40% del consumo de energía de la Unión Europea y un 36% de los gases de efecto invernadero, si se tienen en cuenta sus procesos de construcción y renovación. De esta manera, la mejora de la eficiencia energética de los inmuebles resulta esencial para lograr la descarbonización de la economía.

Actualmente, con el fin de clasificar los edificios en función de su eficiencia energética, se emplean los Energy Performance Certificates (EPC). Estos dan una puntuación al edificio entre A y G, siendo A altamente eficiente y G ineficiente. Gracias a los datos recogidos mediante la implantación de estos certificados, se sabe que el 75% de los inmuebles europeos no son energéticamente eficientes. Esto puede apreciarse en la siguiente gráfica, donde se observa que en España menos del 25% de los edificios no residenciales de nueva construcción son eficientes, mientras que en otros países como Dinamarca la mayoría tienen un alto nivel de eficiencia energética.

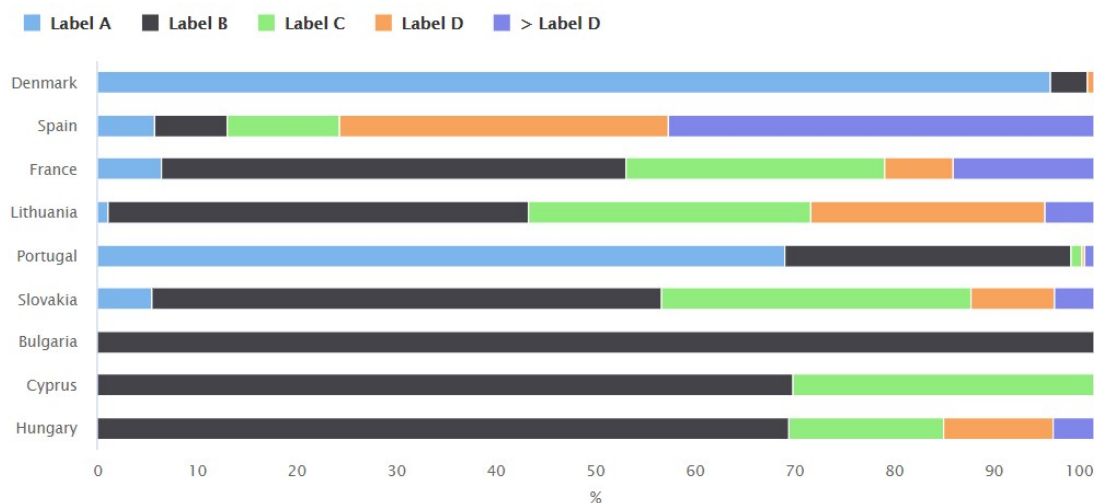
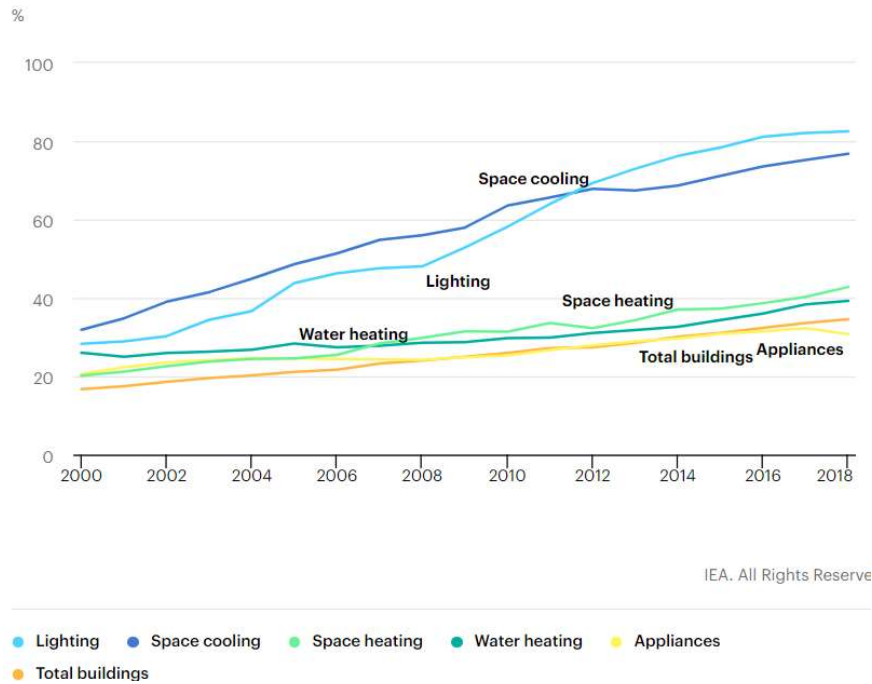


Figura 6: Distribución de EPC edificios de nueva construcción no residenciales. (Comisión Europea, 2014) <sup>[20]</sup>

Con el fin de mejorar estos datos, Europa ha presentado una serie de directivas cuyos objetivos fundamentales son los siguientes:

- **Impulso de los Certificados de Eficiencia Energética**, ya que en la mayoría de los países miembros menos del 25% de los edificios cuenta con ellos.
- **Impulso de los Edificios de Consumo de Energía casi nulo**, cuyo consumo energético es de entre 0 y 160kWh/m<sup>2</sup> para los edificios residenciales, aunque, su definición es bastante amplia para que los distintos estados miembros puedan adaptarla a sus condiciones específicas, como el clima o sus fuentes de energía primaria.
- **Refuerzo de la tasa de renovación de los inmuebles**, ya que anualmente se renuevan menos de 1% de los edificios de cada país miembro.
- **Integración de nuevas tecnologías en la construcción de nuevos edificios**, como puntos de recarga de vehículos, contadores inteligentes y equipos de autorregulación.

La aplicación de dichas directivas conllevaría la reducción de las pérdidas de energía en los edificios ya existentes, lo cual podría llegar a reducir el consumo energético europeo en un 6%. No obstante, actualmente la implantación de medidas de eficiencia energética en los edificios es mucho más lenta que la construcción de nuevos inmuebles, a pesar del incremento de inversión en este ámbito. Esto, junto con otros factores como el cambio climático con el consiguiente aumento del consumo energético ligado al uso de la calefacción y los aires acondicionados, ha generado que, después de un ligero descenso en las emisiones de CO<sub>2</sub> entre los años 2013 y 2016, las emisiones provenientes de edificios hayan aumentado en los últimos años. A esto se suma que las tasas de mejora en eficiencia energética han reducido su ritmo de ascenso, lo cual se refleja en la siguiente gráfica, donde se muestra la cobertura de las políticas de eficiencia energética en las distintas áreas de consumo de un edificio. Se aprecia que la mayor tasa de mejora se produjo en la iluminación en torno al año 2008, cuando se decidió sustituir las lámparas incandescentes <sup>[21]</sup>.



*Figura 7: Policy Coverage of total final energy consumption in buildings, 2000-2018 (IEA)*

En 2019, con el Pacto Verde Europeo, los edificios se convirtieron en uno de los 4 pilares en torno a los que se desarrollan las políticas energéticas de la unión para conseguir la neutralidad climática: la energía, los edificios, la industria y la movilidad. De esta manera, de cara al año 2050 se pretenden renovar los edificios con el fin de reducir el consumo energético de los mismos en un 40%. Además, cabe destacar que la eficiencia energética de los edificios constituye el principal destino de las inversiones en este ámbito<sup>[22]</sup>. Así, en 2019, el 40% de las inversiones en eficiencia energética de los edificios a nivel mundial tuvieron lugar en Europa. Con esta inversión, la Comisión Europea pretende beneficiarse de distintas maneras <sup>[23]</sup>:

- Movilizando inversiones a nivel nacional, regional y local, generando empleo a la vez que se promueve el crecimiento y la innovación.
- Ahorrando energía, lo que conllevaría una reducción de costes
- Minimizando la pobreza energética
- Descentralizando gradualmente el sistema energético europeo
- Conectando los edificios a una red energética digital, de almacenamiento y de transporte con el fin de minimizar las emisiones de CO<sub>2</sub>
- Promoviendo la economía circular
- Promoviendo las comunidades energéticas

### **2.2.3.2 FINANCIACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA**

Lo económico resulta un aspecto fundamental para lograr los objetivos de sostenibilidad marcados por los distintos organismos internacionales. En la siguiente gráfica, se muestra la inversión realizada a nivel global en materia de eficiencia energética dividida por sectores: inmuebles, transporte e industria. En ella se puede apreciar que, aunque los objetivos fijados son cada vez más ambiciosos, la inversión en eficiencia

energética no ha aumentado, sino que se ha mantenido prácticamente constante en torno a los 250 billones USD los últimos años. De hecho, con la crisis económica global derivada del COVID-19, las inversiones en materia energética han caído en torno a un 20% en el año 2020 y, en concreto, en eficiencia energética en torno a un 15%, lo cual supone una caída récord <sup>[24]</sup>.

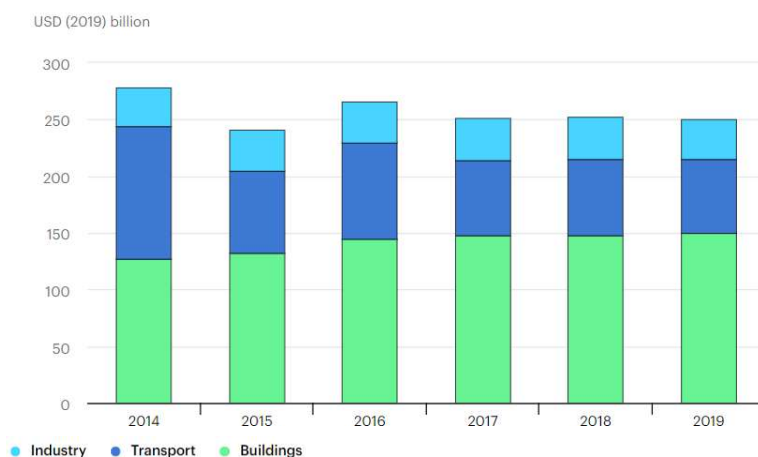


Figura 8: Inversión global en eficiencia energética por sector 2014-2019 (IEA)

Por el contrario, en los últimos años los fondos públicos europeos destinados a la eficiencia energética han experimentado un ligero ascenso. Los *European Structural and Investment Funds* (ESIF) destinaron a eficiencia energética aproximadamente 18 billones de euros entre 2014 y 2020. No obstante, sigue sin ser suficiente para cumplir los objetivos fijados por la Unión, de manera que la necesidad de inversiones privadas es cada vez mayor. Se estima que de cara al año 2030 serán necesarios unos 275 billones de euros adicionales al año<sup>[25]</sup>. El fomento de la inversión en este tipo de proyectos constituye una de las prioridades de ESIF.

Con el fin de reforzar la inversión y financiación de proyectos, la Unión Europea ha lanzado una serie de iniciativas entre las que se encuentran:

- **Smart Finance for Smart Buildings** <sup>[23]</sup> <sup>[25]</sup>: Forma parte del plan *Energía Limpia para todos los europeos*. Tiene como objetivo mejorar el reparto de subvenciones para favorecer a los consumidores vulnerables y fallos específicos del mercado, mediante distintos instrumentos financieros para movilizar la inversión privada. Por otra parte, fomenta la utilización de los EPC, cubriendo la inversión inicial con la ayuda de socios privados y garantizando la recuperación de la inversión mediante ahorros energéticos a medio plazo. Además, como parte de este plan la Comisión Europea organiza diversos foros de cooperación y se creó el *European Investment Bank* (EIB) con el fin de facilitar el proceso de búsqueda de financiación de los distintos proyectos
- Organismos para ayudar a individuos, empresas o instituciones a materializar sus proyectos de eficiencia energética. Existen una gran cantidad de ellos, algunos ejemplos son:

- **ELENA** <sup>[26]</sup> (*European Local Energy Assistance*): Es uno de los proyectos llevado a cabo por el EIB dentro del programa Horizonte 2020. Se centra en tres sectores fundamentales: la eficiencia energética, la vivienda sostenible y la movilidad y el transporte urbano. Este programa apoya tanto a entidades privadas como públicas a desarrollar proyectos de gran escala, por encima de los 30 millones € y un periodo de implementación de entre 3 y 4 años.



Figura 9: Distribución actual de los proyectos ELENA en curso en la Unión Europea

- **PF4EE** (*Private Finance for Energy Efficiency*)<sup>[27]</sup>: Se trata de un instrumento desarrollado por el EIB en colaboración con la Comisión Europea y financiado por el programa LIFE, con el objetivo de facilitar el acceso a una financiación adecuada y asequible para los planes nacionales de eficiencia energética de distintos países. La plataforma proporciona protección frente a los posibles riesgos de la inversión, financiación a largo plazo por parte del EIB y asesoramiento de la mano de expertos en la materia.

Cabe destacar, que el riesgo asociado a las inversiones en materia de eficiencia energética es mucho menor del percibido por el mercado. De esta manera, la Comisión Europea tiene como objetivo informar a los inversores y a las distintas instituciones financieras de los riesgos y beneficios reales de este tipo de inversión, con el fin de ayudarles a tomar decisiones. Para ello, *Energy Efficiency Financial Institutions Group* (EEFIG) <sup>[28]</sup>, una institución creada para eliminar la brecha existente en inversiones en materia de eficiencia energética, ha creado diversas herramientas como <sup>[29]</sup>:

- **De-risking Energy Efficiency Platform (DEEP)**: Se trata de una base de datos de código abierto que proporciona evidencias de mercado y un histórico de inversiones en eficiencia energética. Los datos se actualizan regularmente con la información facilitada por más de 30 entidades distintas, e incluyen más de 15.000 proyectos. Se puede acceder no solo a las características generales de estos, sino también a distintos indicadores como el tiempo de amortización de la inversión o el LCOE (*Levelized cost of energy*).



- ***Underwriting Toolkit*** <sup>[30]</sup> : Se diseñó con cuatro objetivos fundamentales:
  - Ayudar a las instituciones financieras a comprender en profundidad las inversiones en eficiencia energética, con el fin de que puedan evaluar correctamente los riesgos y beneficios de sus decisiones
  - Proporcionar un marco común para las inversiones en eficiencia
  - Ayudar a los distintos proyectos a atraer inversiones de capital externo
  - Proporcionar un lenguaje común entre desarrolladores e instituciones financieras

Orientado en este sentido, el *Toolkit* recibe datos técnicos, económicos y financieros, y devuelve una decisión sobre si se debe invertir o no. A continuación, explica los posibles beneficios que se obtendrían de realizar la inversión, que podrán ser económicos o de otra índole, dependiendo de la naturaleza del proyecto. Además, expone posibles estrategias para suavizar los riesgos. Con todo esto, el *Toolkit* ayuda a desarrollar proyectos rentables, que pueden ser fácilmente encontrados por entidades públicas mediante la plataforma, aumentando así sus posibilidades de financiación mediante fondos públicos.

Por último, en lo referido a la financiación, actualmente cobran especial importancia los fondos NGEU, de los que se hablará en mayor profundidad más adelante centrando la atención en el caso concreto de España, ya que parte de ellos se empleará para ampliar el presupuesto de programas como Horizonte Europa, InvestEU y RescEU <sup>[31]</sup> .

#### **2.2.4 TAXONOMÍA DE LA UE PARA LAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS SOSTENIBLES**

Tal y como se expuso con anterioridad, a pesar de que las inversiones han aumentado ligeramente los últimos años, sería necesario incrementar notablemente esta financiación para lograr los objetivos fijados por la Comisión Europea. Uno de los motivos de esta falta de inversión en sostenibilidad, es la insuficiente de información acerca de que proyectos pueden realmente considerarse sostenibles. Ante esta situación y el indispensable aumento de la inversión en actividades sostenibles, en 2018 la Unión Europea designó un comité de expertos técnicos en finanzas sostenibles (TEG). Su finalidad es desarrollar una normativa unificada que sirva como base a las regulaciones actuales y futuras sobre financiación sostenible. En julio de 2020 fue publicado el documento final (UE 2020/852) que recoge una serie de fundamentos y principios básicos de clasificación de las distintas actividades económicas. De esta manera, una actividad económica es considerada sostenible cuando cumple los siguientes requisitos <sup>[32]</sup>:

- Facilita sustancialmente la consecución de uno o varios de los objetivos que siguen:
  - Adaptación al cambio climático
  - Mitigación de los efectos del cambio climático
  - Protección y uso sostenible de recursos hídricos y marinos

- Protección y restauración de ecosistemas y de la biodiversidad
- Economía Circular
- Control y prevención de contaminación

Como se puede observar en la imagen mostrada a continuación, dichos objetivos se alinean con 6 de los ODS.

### **ALINEACIÓN DE LOS OBJETIVOS DE LA TAXONOMÍA DE LA UE CON LOS ODS**



*Figura 10: Alineación de los objetivos de la Taxonomía con los ODS [33]*

- No dificulta de manera significativa la consecución de otros objetivos
- Cumple con unas mínimas garantías sociales, respetando los derechos humanos y los principios recogidos en la Declaración de la Organización Internacional del Trabajo.
- Adecuado según los criterios técnicos para la selección. Dichos criterios universales consistirán en umbrales siempre que sea posible, serán presentados a través de actos delegados y tendrán en cuenta las características y el ciclo de vida propios de la actividad en cuestión. Para analizar, revisar y fijar los criterios, la Comisión Europea se asesorará por la Plataforma sobre Finanzas Sostenibles, que sustituye al comité de expertos inicial y está integrada por representantes de los sectores financiero, ambiental y de derechos humanos; y por un grupo de expertos de distintos países europeos.

Así, se limita el número de inversiones que pueden considerarse verdes. Una inversión será considerada medioambientalmente sostenible si financia alguna actividad económica que pueda tener la misma consideración.

La taxonomía afectará tanto a la UE como a los países miembros y será crucial a la hora de desarrollar futuras políticas acerca de la sostenibilidad. De esta manera, será fundamental para el fondo de recuperación europeo derivado de la pandemia. El reglamento de la taxonomía incluye novedades respecto a las anteriores normativas, como la obligatoriedad de ciertas empresas y productos financieros de incluir información

acerca de su sostenibilidad, o la necesidad de los productos convencionales de indicar que no han seguido los requisitos especificados para las actividades económicas sostenibles. Por otra parte, las empresas no financieras sujetas a la NFRD (*Non-Financial Reporting Directive*) deben mejorar su transparencia, incluyendo información acerca de qué porcentaje de los productos, procesos y servicios empleados cumplen con la definición de actividad económica sostenible desarrollada por la taxonomía. Con todo ello, se pretende mejorar el funcionamiento del mercado interior europeo, incrementando la confiabilidad y facilitando a los proyectos de sostenibilidad la captación de inversores, sobre todo a los sectores con altas emisiones que tratan de llevar a cabo medidas de transición.

#### *2.2.4.1 TAXONOMÍA CLIMÁTICA*

En abril de 2021, la Comisión Europea presentó el acto delegado sobre taxonomía climática, orientado a la consecución de los dos primeros objetivos anteriormente descritos: adaptación y mitigación del cambio climático. Dicho acto delegado no entrará en vigor hasta enero de 2022, mientras que los actos delegados referentes al resto de objetivos se presentarán a finales de 2021 para entrar en vigor a inicios del año 2023.

El acto delegado de la taxonomía climática contiene los criterios técnicos para decidir que actividades contribuyen sustancialmente a la consecución de los objetivos. Para su redacción, se recibieron recomendaciones tanto de un grupo de expertos técnicos como de la Plataforma sobre Finanzas Sostenibles y público general, que mostró un gran interés e implicación. A raíz de esta consulta, surgieron una serie de inquietudes acerca de la taxonomía climática de la UE que la Comisión ha tratado de resolver incluyendo algunas modificaciones y aclaraciones <sup>[35]</sup>:

- **Posibles implicaciones que puede tener para las actividades no consideradas sostenibles.** Que una actividad no se encuentre clasificada como sostenible no implica que sea insostenible, simplemente que su contribución medioambiental no es sustancial. Por otra parte, se trata de un documento reciente y por tanto sujeto a futuras modificaciones para recoger un mayor número de actividades sostenibles.
- **Ambición y sencillez de uso de los criterios presentados.** La ambición de los criterios viene marcada por los términos contribución “sustancial” y “no marginal”, y perjuicios “no significativos”. Además, el reglamento clasifica las actividades en 3 grupos en función de su contribución al objetivo de la mitigación: actividades bajas en carbono, actividades de transición y actividades facilitadoras; y en 2 grupos en función de su contribución al objetivo de adaptación: adaptadas y facilitadoras. En cuanto a la sencillez, se han tratado de definir criterios específicos y flexibles, incluyendo una serie de aclaraciones con el fin de alinearse con las normativas de los distintos países miembros.
- **Ámbito de aplicación.** A través de un sitio web, se podrán proponer actividades para que sean incluidas en futuras versiones del acto.

Los criterios recogidos en la taxonomía climática de la UE actualmente abarcan diversos temas como <sup>[37]</sup> :

- **Bosques y Pantanos:** deforestación, rehabilitación y restauración de bosques, gestión y conservación de bosques y pantanos...
- **Industria Manufacturera:** tecnologías para energías renovables, baterías, equipamiento de eficiencia energética para edificios, hierro y aluminio, hidrógeno, cloro, ácido nítrico, transporte de bajas emisiones, aluminio, cemento, plásticos en formas primarias, químicos de base orgánica...
- **Energía y Generación Eléctrica:** generación mediante placas fotovoltaicas, CSP, turbinas eólicas, tecnologías marinas, turbinas hidráulicas, geotermia, combustibles no fósiles en formas líquida y gaseosa; transmisión y distribución de energía; almacenamiento de electricidad, energía térmica e hidrógeno; producción y cogeneración de calor y frío mediante diversas tecnologías...
- **Suministro de Agua y Gestión de Residuos:** Construcción y operación de sistemas de tratamiento y suministro de aguas y residuos, digestión anaerobia de residuos y fangos, compostaje, recuperación de materiales, transporte de CO2...
- **Transporte:** infraestructura de transporte aéreo, marítimo y terrestre, transporte urbano, pasajeros...
- **Construcción y Compraventa de Inmuebles:** renovación, instalación y mantenimiento de diversos equipos, construcción...
- **Información y Comunicación:** programación, procesamiento de datos, retransmisión...
- **Actividades profesionales, técnicas y científicas**
- **Financiación y Seguros**
- **Educación**
- **Salud y Trabajo Social**
- **Artes, entretenimiento y ocio:** bibliotecas, museos, grabaciones, publicación de música y películas...

#### *2.2.4.2 FUTURAS MODIFICACIONES Y ACTOS DELEGADOS*

Se espera la publicación con la mayor brevedad posible de un nuevo documento que amplíe la normativa existente en cuanto a los dos primeros objetivos. Este acto delegado incluirá actividades como la agricultura, algunos sectores de la energía, como la energía nuclear o el gas natural, y algunas áreas de la industria de la manufacturación, no incluidas en el escrito original. Por otra parte, a finales de 2021 se publicará un nuevo acto delegado con criterios para las actividades orientadas a la consecución del resto de objetivos: el uso sostenible y protección de los recursos hídricos y marinos, la economía circular, la

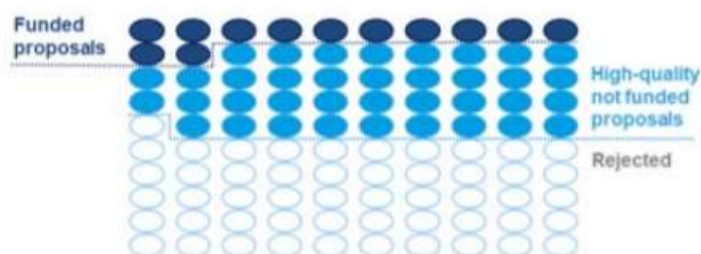
protección y recuperación de los ecosistemas y la biodiversidad, y la prevención y el control de la contaminación. Además, la Comisión Europea ha anunciado la publicación de la Taxonomía Social de la UE a finales de 2021. Dicho documento, prestará especial atención a los derechos humanos, el empleo digno, el acceso a la salud, la igualdad y la no discriminación <sup>[38]</sup>.

### **2.2.5 OBJETIVOS DE EUROPA EN MATERIA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA**

Como se comentó anteriormente, la lucha contra el cambio climático y la eficiencia energética son de gran importancia y constituyen pilares fundamentales en la política energética de la Unión. De esta manera, Europa fija objetivos para distintos periodos de tiempo con el fin de mejorar los datos actuales. A continuación, se expondrán los objetivos que se habían fijado para el pasado 2020 así como los objetivos para el año 2030 y el año 2050, hacia los que se trabaja actualmente. Como se comentó anteriormente, la información ha sido recopilada entre enero y marzo de 2021, de manera que podría haber futuras modificaciones no recogidas en el presente escrito.

#### *2.2.5.1 HORIZONTE 2020 Y PROGRESO HACIA LA CONSECUCCIÓN DE LOS OBJETIVOS 2020*

Horizonte 2020 es un programa para impulsar la investigación e innovación desarrollado por la Unión Europea para los años 2014 a 2020 con el objetivo de financiar proyectos para conseguir un crecimiento inteligente, sostenible e inclusivo<sup>[39]</sup>. El proyecto contó con una financiación base de 77.000 millones de euros, a los que se sumaron inversiones privadas y públicas en cada país. Con este dinero, pudieron financiarse más de 200.000 propuestas, lo cual supone solo un 12% de las recibidas. Se calcula que hubieran sido necesarios 116.000 millones de euros más para poder financiarlas todas. En la siguiente imagen, se muestra la proporción de proyectos que pudieron financiarse:



*Figura 11: Distribución de financiación de proyectos de Horizonte 2020 <sup>[40]</sup>*

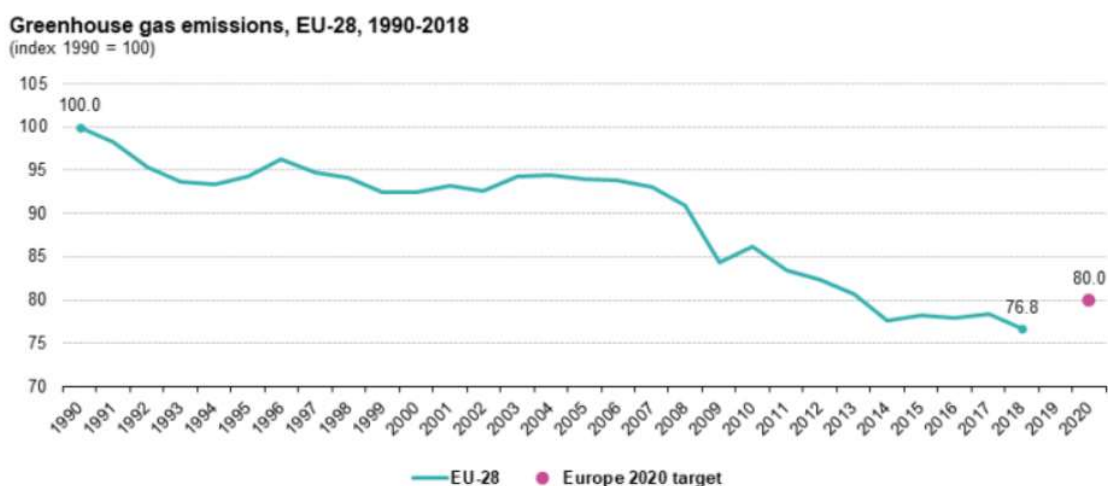
Los proyectos llevados a cabo persiguen la consecución de 3 objetivos fundamentales <sup>[41]</sup>:

- Reforzar la posición de Europa en cuanto a la ciencia a nivel mundial, creando una ciencia de excelencia

- Mejorar la competitividad europea mediante el desarrollo de la tecnología y sus aplicaciones
- Investigación centrada en los desafíos a los que se enfrenta la Unión en cuanto a agricultura y alimentación, energía, clima, seguridad, sociedades inclusivas, salud y transporte.

Algunos de los objetivos adoptados por Horizonte 2020 eran metas ya existentes desde el año 2007 para el año 2020: reducir las emisiones de gases de efecto invernadero un 20% con respecto al año 1990, incrementar el uso de energías renovables hasta un 20% del consumo total de energía y mejorar la eficiencia energética de la Unión en un 20%. De esta manera, los distintos países de Europa debían desarrollar iniciativas para cumplir con estas metas <sup>[42]</sup>. Con ello, no solo se obtendrían beneficios para el medio ambiente, sino que mejoraría la seguridad energética del continente, reduciendo su dependencia de las importaciones energéticas, se crearían puestos de trabajo y se haría a la Unión más competitiva.

Entre los años 2014 y 2017 se produjo un aumento en el consumo de fuentes primarias de energía en Europa, debido a la mejora de la situación económica, a la bajada de los precios del petróleo y al cambio climático, que provocó la bajada de las temperaturas durante el invierno. No obstante, posteriormente este crecimiento del consumo se ralentizó, llegando incluso a experimentar un ligero descenso, de un 0.7% <sup>[43]</sup>, en el año 2018. De esta manera, aunque se había realizado un gran progreso, algunos de los indicadores se encontraban lejos de conseguir los objetivos de la Unión. En las siguientes figuras, se muestra la situación en la que se encontraban dichos indicadores en el año 2018 <sup>[44]</sup>:



Note: Total emissions, including international aviation and indirect CO<sub>2</sub>, but excluding emissions from land use, land use change, and forestry (LULUCF).  
Source: EEA, Eurostat (online data code: t2020\_30)

Figura 12: Emisión de gases de efecto invernadero en UE entre 1990 y 2018 (EUROSTAT)

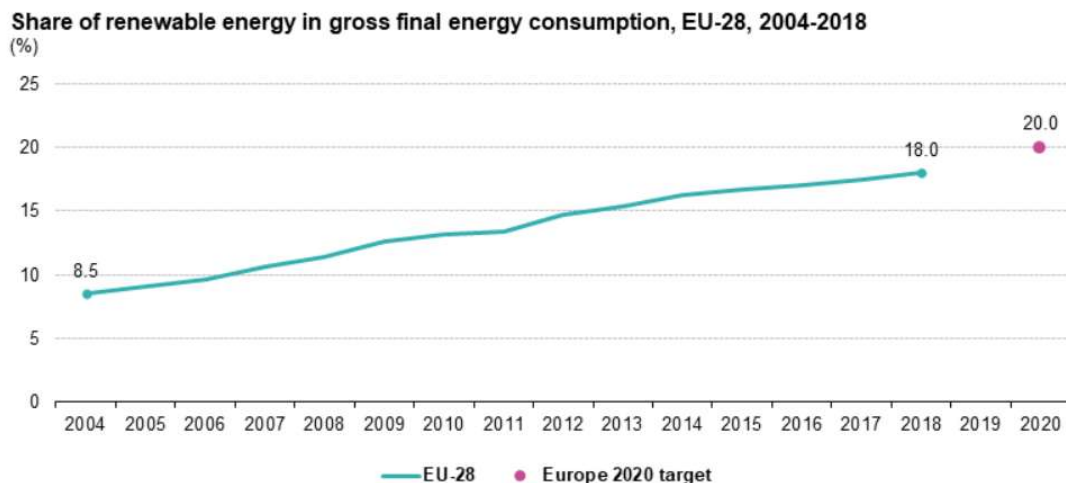


Figura 13: Porcentaje de energías renovables en el consumo final de energía en UE entre 2004 y 2018 (EUROSTAT)

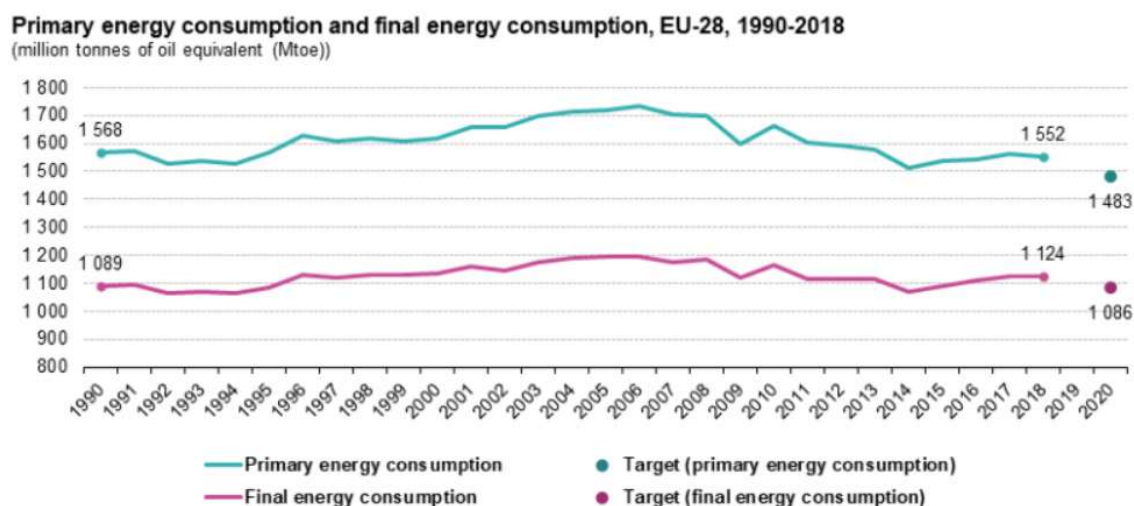


Figura 14: Consumo de energía en UE entre 1990 y 2018 (EUROSTAT)

Como se puede observar, el objetivo referido a las emisiones de gases de efecto invernadero ya se había cumplido en el año 2018. No obstante, si se quiere seguir reduciendo los niveles de emisión, debe prestarse especial atención a sectores como la agricultura o los edificios que, como se comentó con anterioridad, son uno de los grandes emisores de este tipo de gases en la Unión Europea. Por otra parte, en la gráfica referida a las energías renovables se aprecia que, a partir del año 2015, el crecimiento del porcentaje de energías renovables con respecto al consumo total de energía se ralentizó. Así, se pone de manifiesto la necesidad de un nuevo y ligero cambio de tendencia en la curva para conseguir llegar al 20% deseado. En cuanto al consumo energético, ambos indicadores se encontraban lejos de conseguir el objetivo. De esta manera, sería necesario reforzar las medidas implantadas por los distintos países en función de los datos registrados en cada uno de ellos, ya que el conjunto de la Unión no presentaba datos favorables<sup>[45]</sup>. En la siguiente gráfica, se puede observar que algunos países como Austria, Irlanda o la República Checa habían cumplido ya los objetivos o se encontraban muy

cerca de ello, mientras que otros como Reino Unido, Estonia o Grecia se encontraban lejos de conseguirlo<sup>[46]</sup>.

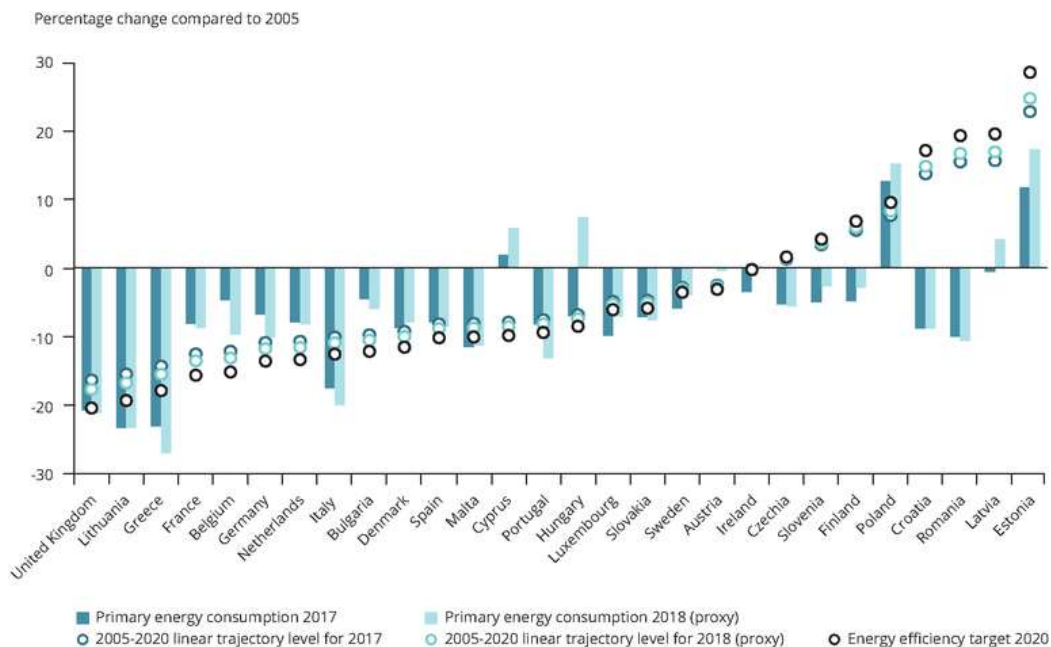


Figura 15: Consumo de energía y trayectoria lineal entre los años 2017 y 2018 con respecto a los objetivos de eficiencia energética de la UE para el año 2020 (IEA)

Estas diferencias se deben a la discrepancia entre los objetivos climáticos y ambientales fijados por cada país y los fijados por la unión. Muchos de los países fijan objetivos menos ambiciosos que Europa, con el fin de no comprometer su crecimiento económico y el bienestar de su población. No obstante, en 2019, las emisiones se redujeron un 25% con respecto a 1990, a la vez que la economía creció un 62%. Esto demuestra que se puede llevar a cabo una política ambiental y energética ambiciosa a la vez que se permite el crecimiento económico y la creación de empleo.

### 2.2.5.2 HORIZONTE EUROPA Y OBJETIVOS PARA EL AÑO 2030 <sup>[47]</sup>

Horizonte Europa es un proyecto desarrollado por la Comisión Europea para los años 2021 a 2027, como continuación del Horizonte 2020, que pretende impulsar la investigación e innovación al igual que su predecesor. Se trata del mayor proyecto internacional que jamás ha existido en este ámbito. Para ello, cuenta con un presupuesto de 95.500 millones de euros, lo que incluye 5.400 millones de euros procedentes de los fondos NGEU para la recuperación de la Unión Europea tras la pandemia. Esto representa un incremento del 30% con respecto al presupuesto del que disponía Horizonte 2020<sup>[48]</sup>. Con ello, se pretende dar un impulso a la competitividad y crecimiento de la Unión Europea, y ayudar a la consecución de los Objetivos del Desarrollo Sostenible propuestos por la ONU, de los que se hablará en mayor profundidad posteriormente.

Cabe destacar el cambio de perspectiva ocurrido en los últimos años. Este programa no pretende luchar contra el cambio climático, pues sucederá de manera inevitable y ya estamos comenzando a sufrir sus efectos. Por el contrario, pretende minimizar su



magnitud y llevar a cabo una adaptación a este cambio, teniendo en cuenta la transformación social asociada.

Tras las lecciones aprendidas con Horizonte 2020, Horizonte Europa introduce las siguientes novedades:

- **Consejo Europeo de Innovación**, para apoyar los proyectos de innovación prometedores que puedan resultar demasiado arriesgados para inversores privados.
- **Misiones de investigación e innovación**, cuantificables y con impacto en la sociedad. Existen 5 misiones principales: la adaptación al cambio climático, la lucha contra el cáncer, la salud del suelo y los alimentos, la transformación de las ciudades hacia modelos inteligentes y climáticamente neutros, y la salud océanos, mares y otras masas de agua.
- **Ampliación de posibilidades y nueva aproximación a la asociación**, con el fin de promover la cooperación internacional y la propuesta de objetivos más ambiciosos, relacionados con tecnologías innovadoras como el hidrógeno y otras formas sostenibles de almacenamiento de energía o la movilidad limpia y conectada. Por otra parte, el programa mejora la sinergia con otros programas ya existentes como pueden ser LIFE, InvestEU y Europa Digital.
- **Política de ciencia abierta y difusión de la excelencia**: creando la Nube Europea de Ciencia Abierta, promoviendo que la población participe de manera activa y facilitando la divulgación de los resultados.

Centrando la atención en lo referente al clima, energía y movilidad, Horizonte Europa pretende contribuir a la neutralidad climática y a un futuro libre de emisiones. Para ello, se trabajará para proporcionar a los europeos energía limpia con un coste menor, impulsar la transición energética y la movilidad sostenible, afrontar los problemas de intermitencia y almacenamiento de energía y desarrollar conexiones inteligentes de la industria a la red, entre otros [49].

Con todo ello en mente, y dada la urgencia de actuación, la Unión Europea ha propuesto objetivos más ambiciosos para los próximos 10 años, que abarcan todos los sectores de la economía y la sociedad. La ralentización de la actividad económica y la disminución de los desplazamientos derivados de la pandemia suponen un escenario perfecto para llevar a cabo una renovación de las infraestructuras con la finalidad de acelerar la transición energética hacia un modelo más limpio y sostenible. Esto constituye un factor clave para alcanzar los objetivos de emisiones de la Unión para el año 2030: una reducción del 55% de las emisiones de gases de efecto invernadero con respecto al año 1990 [50]. Además, se ha propuesto una mejora del 32% en eficiencia energética con respecto a las proyecciones de consumo para el año 2030, aunque se ha incorporado una cláusula que permite el incremento de este porcentaje en el año 2023 de considerarse necesario [42].

### 2.2.5.3 PACTO VERDE EUROPEO Y OBJETIVOS PARA EL AÑO 2050 <sup>[51]</sup>

Actualmente, a la par con Horizonte Europa, se desarrolla el Pacto Verde Europeo. Con él la Comisión Europea propone una “nueva estrategia de crecimiento, un crecimiento que aporta más de lo que consume” (-Ursula von der Leyen)<sup>[52]</sup>. El programa tiene cuatro objetivos fundamentales:

- Convertir la Unión Europea en un sistema climáticamente neutro para el año 2050
- Reducir la contaminación con el fin de preservar los ecosistemas
- Ayudar a las empresas a convertirse en referentes mundiales en el ámbito de los productos y tecnologías limpias
- Asegurar una transición justa e inclusiva hacia los nuevos modelos

Persiguiendo estas metas, el trabajo del programa abarca todos los sectores de la economía. No obstante, debido su gran impacto, algunos sectores requieren más atención y mayores esfuerzos. Estos son:

- **El sector energético**, que es el responsable del 75% de las emisiones de gases de efecto invernadero de la Unión.
- **La movilidad**, que supone un 25% de las emisiones totales en Europa
- **Los edificios**, que consumen el 40% de la energía
- **La industria**, que emplea únicamente un 12% de materiales reciclados

Estos datos se reflejan en la siguiente gráfica, que muestra la evolución de las emisiones en la Unión Europea distribuida por sectores desde el año 1990 al año 2050.

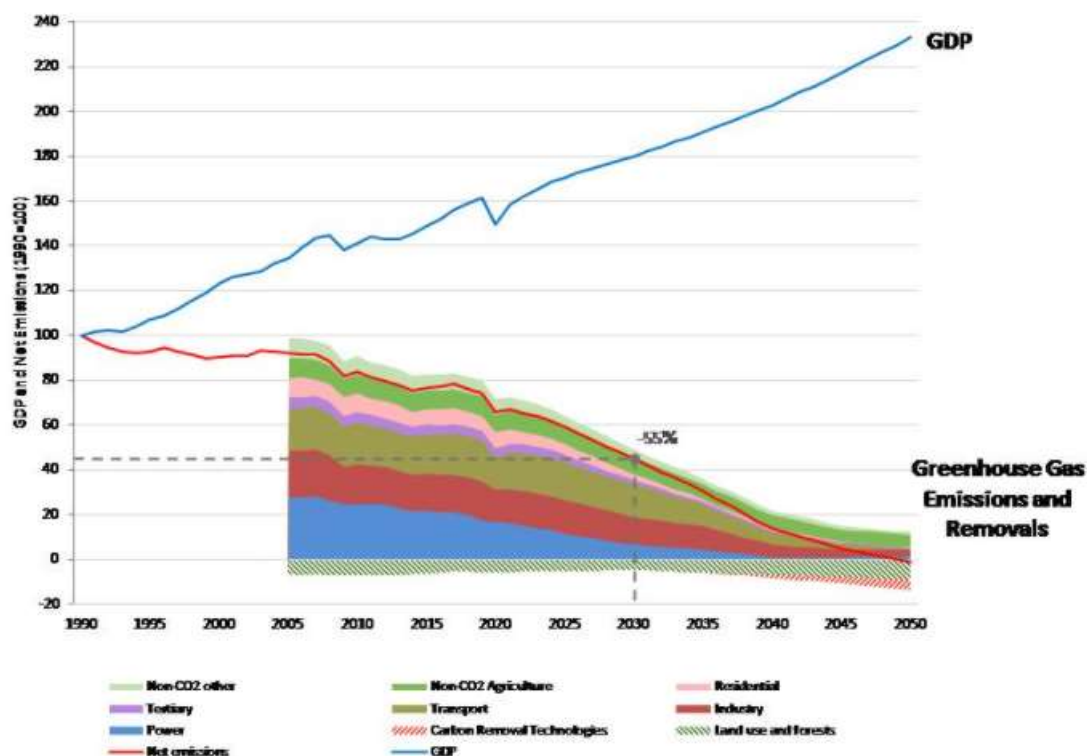


Figura 16: Camino de la UE hacia un sistema climáticamente neutro entre los años 1990 y 2050 <sup>[50]</sup>

Como puede observarse, los sectores antes citados constituyen actualmente los mayores emisores. De esta manera, para conseguir los objetivos fijados por la Comisión Europea tanto para el año 2030 como para el año 2050, sus emisiones deben ir reduciéndose gradualmente en los próximos años. La estrategia a seguir para conseguir esta disminución pasa por las siguientes medidas en cada uno de los sectores:

- **Sector energético:** descarbonización de la economía
- **Sector de la construcción:** renovación de las construcciones ya existentes, reduciendo así su consumo energético y, con ello, los gastos asumidos por las familias
- **Sector industrial:** apoyo a la innovación
- **Sector transportes:** impulso de medios de transporte privado y público más limpios y eficientes

Todas ellas se encuentran recogidas en una hoja de ruta que tiene como finalidad el uso eficiente de los recursos, basándose en una economía circular y la preservación de la biodiversidad. Su fin último es conseguir ser climáticamente neutros, es decir, tener cero emisiones, para el año 2050.

#### **2.2.6 PLANES NACIONALES DE ENERGÍA Y CLIMA (NECPs)**

Con el fin de alcanzar los objetivos fijados a nivel global por el Acuerdo de París y a nivel comunitario por la Unión Europea para los años 2030 y 2050, se ha requerido que cada estado miembro presente una estrategia nacional, dada la heterogeneidad existente entre los distintos países. Dicha estrategia debe tener en cuenta su actual impacto en las emisiones totales y el consumo energético de la Unión, a la vez que el bienestar social y económico del país. Así, el reglamento EU/2018/1999<sup>[54]</sup> aprobado en diciembre de 2018 introdujo el concepto de Plan Nacional de Energía y Clima (NECP, *National Energy and Climate Plan*). Estos planes, que han de presentarse cada 10 años, deben de incluir la estrategia a seguir para la próxima década y, para su redacción, deben tenerse en cuenta los objetivos fijados por la Unión Europea específicamente para ese país y se requiere la participación ciudadana, de las empresas y de las autoridades regionales. El documento debe cubrir distintas áreas como la eficiencia energética, energías renovables, interconexiones, investigación e innovación, y las emisiones de gases de efecto invernadero. Así, esta iniciativa pretende ayudar a la consecución de los objetivos climáticos de la Unión, creando trabajos sostenibles a largo plazo, modernizando la economía y asegurando una transición justa y rápida.

A continuación, se analizará con mayor detalle el Plan de Energía y Clima de España: el PNIEC.

## 2.3 PLAN NACIONAL INTEGRADO DE ENERGÍA Y CLIMA (PNIEC)

España debido a su situación geográfica, cerca del desierto del Sahara y rodeada por el mar Mediterráneo y el océano Atlántico, sufrirá en mayor medida los efectos del cambio climático. No únicamente de manera directa, por las temperaturas extremas y el aumento del nivel del mar, entre otros factores, sino también de manera indirecta. Muchos sectores fundamentales de la economía española sufrirán los efectos del cambio climático, como el turismo, la agricultura o el transporte. No obstante, España tiene el potencial para convertirse en uno de los países líderes en Europa en la transición hacia una economía climáticamente neutra<sup>[56]</sup>. Su amplio territorio con una larga línea de costa, los fuertes vientos mediterráneos y atlánticos, la fuerte radiación solar y su enorme potencial hidráulico, hacen que la implantación de sistemas de energía renovables sea relativamente sencilla.

### 2.3.1 OBJETIVOS

Teniendo todo ello en cuenta, el PNIEC pretende avanzar hacia la consecución del objetivo fundamental: alcanzar la neutralidad climática en el año 2050. Como se comentó anteriormente, esto consiste en equilibrar las emisiones y la absorción de CO<sub>2</sub>, lo que supone una huella de carbono nula. Como este objetivo es muy amplio, se ha subdividido en una serie de áreas <sup>[57]</sup>:

- **DESCARBONIZACIÓN DE LA ECONOMÍA Y AVANCE DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES.** El objetivo es lograr una reducción de emisiones de, como mínimo, un 20% con respecto al año 1990, aunque es posible que se pueda alcanzar un 23%. Para ello, será necesario que el 42% del consumo total de energía provenga de fuentes renovables. Así, resulta fundamental mejorar la integración de este tipo de energía en la red mediante el desarrollo de los métodos para el almacenamiento de energía y la gestión de la demanda.
- **EFICIENCIA ENERGÉTICA.** Se propone un 39,5% de mejora en este ámbito, para lo que cobra especial importancia la eficiencia energética en los edificios.
- **GARANTIZAR LA SEGURIDAD ENERGÉTICA.** Asegurar un acceso seguro limpio y eficiencia a la energía cuando sea necesario. Además, se propone una reducción de la dependencia energética del país hasta un 61%, siempre garantizando la interconexión.
- **MEJORA DEL MERCADO INTERIOR DE LA ENERGÍA,** para incrementar su competitividad, transparencia y flexibilidad, garantizando la protección de los consumidores mediante una transición justa.
- **INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y COMPETITIVIDAD.** Fomentar la colaboración entre las entidades públicas y privadas, y entre las organizaciones nacionales e internacionales.

Así, los objetivos pueden resumirse en cuatro<sup>[56]</sup>:

- Reducción en un 23% de las emisiones de gases de efecto invernadero con respecto al año 1990
- 42% del consumo total de energía procedente de fuentes renovables
- 39,5% de mejora en eficiencia energética
- 74% de la generación eléctrica procedente de fuentes renovables

### **2.3.2 MEDIDAS A DESTACAR**

Para este proyecto resultan fundamentales dos de las áreas previamente mencionadas: la descarbonización de la economía y el avance de las energías renovables, y la eficiencia energética. De esta manera, a continuación se expondrán algunas de las medidas más importantes pertenecientes a estos ámbitos y, en especial, en lo relacionado con el sector industrial y el transporte. Además, se incluirán aspectos relevantes de otros planes locales y autonómicos derivados de las directrices marcadas por el PNIEC.

#### *2.3.2.1 DESCARBONIZACIÓN DE LA ECONOMÍA*

El plan de descarbonización de España comienza por un gran apagón térmico, por el que echan el cierre varias centrales térmicas de carbón. Así, a final de junio de 2020 se apagaron las centrales de Compostilla, Andorra, Velilla, Meirema, La Robla, Narcea y Puente Nuevo. En total, supone la desconexión de unos 5,4GW de potencia del sistema eléctrico español [58] . A esto hay que sumarle el cierre de As Pontes, Litoral y Los Barrios en 2021. Así, solamente continúan activas las centrales de Aboño y Soto de Ribera, y un par de grupos de Es Murterar, aunque también se está trabajando en su cierre. Este apagón no supondrá un gran problema, ya que actualmente su uso es marginal y el sistema continuará siendo seguro, ya que el cierre ha sido previamente aprobado por el Operador del sistema.

- *MEDIDA 1.1: NUEVAS INSTALACIONES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA RENOVABLE.*

Trata de la implantación de un sistema de subastas que asigne ayudas en función de una serie de factores. Actualmente, el sistema de subasta de las renovables contemplado por la legislación española es muy complicado y extenso. Estas subastas permiten que la instalación de energías renovables reciba ayudas públicas, independientemente del tipo de tecnología renovable del que se trate. Puede presentarse cualquier empresa presentando un aval de 60.000€ por cada megavatio, ya que la ayuda económica se otorga en función de la potencia instalada y no de la energía generada<sup>[59]</sup>. Dicho aval se perdería si gana la subasta y no cumple con ciertos requisitos. Para elegir el ganador se ordenan las ofertas de más barata a la más cara, ya que se trata de una subasta marginalista. Finalmente, ganará la propuesta más barata, que suele ser a precio cero, es decir, sin recibir ninguna ayuda del estado. No obstante, el Ministerio garantiza un precio suelo a cobrar por la energía si el proyecto se desarrolla con éxito. Si se produce un empate en la subasta, ganaría aquella oferta que produzca más energía. Por lo general, la tecnología eólica y fotovoltaica salen beneficiadas en estas situaciones. Las subastas fomentan la iniciativa de instalación de energías

renovables, aunque no garantizan la finalización de los proyectos.

El MITECO ha diseñado un nuevo sistema de subastas renovables para el mercado eléctrico español, que pretende bajar el precio por kWh que paga el consumidor con respecto al del mercado mayorista<sup>[60]</sup>. Dicho sistema constará de distintos tipos de subastas en función de la tecnología, el almacenamiento y la localización. Para entender el nuevo modelo es necesario conocer dos términos ya existentes en los mercados: OD (*On Demand*) y AA (*As Available*). Estos conceptos, que explican con mayor detalle a continuación, se aplican tanto en la generación como en el consumo<sup>[61]</sup>:

- **Centrales de generación convencional On Demand.** Se trata de plantas convencionales como las de gas y carbón, en las que se emplea un sistema de subastas como el tradicional.
- **Centrales de generación intermitente As Available.** Se trata de las centrales renovables cuyo volumen de producción depende de factores externos y, por tanto, no es constante. Los precios de este tipo de energía son estables ya que se calculan a largo plazo y, además, para atraer consumidores son menores que los de la generación OD.
- **Consumo energético On Demand.** La energía se encuentra disponible siempre que se quiera utilizar, lo que se refleja en su precio
- **Consumo energético As Available.** Se puede consumir energía únicamente cuando la generación está operando, de manera que el precio es estable y menor. Al incrementar el consumo AA, se disminuye la dependencia de combustibles fósiles y la generación OD.
- **Conexión entre OD y AA.** El operador del mercado presenta el plan para todas las centrales, incluyendo la generación AA cuando esté disponible y la generación OD. Las comercializadoras ofrecen ambos tipos de energía y el consumidor final puede elegir el que desea utilizar.

Este nuevo sistema trae consigo una serie de consecuencias, en su mayoría positivas:

- **Beneficios para el sistema:** A corto plazo, no se experimentará ningún cambio significativo. No obstante, en el futuro las renovables tendrán prioridad ya sea por ley o por su bajo precio.
- **Estrategia de salida para las ayudas:** Con el avance del sistema, las ayudas a las renovables dejarían de ser necesarias debido a la bajada del precio de este tipo de energías y la subida del precio del CO<sub>2</sub>.
- **Beneficios para los consumidores:** Los consumidores disfrutarán de energía AA a un menor precio, contribuyendo al mix tecnológico y la disminución de emisiones.
- **Oportunidades de Negocio:** Los consumidores de energía AA deben tratar de ajustar su consumo a la generación, para evitar comprar energía OD a un mayor precio. Para ello son necesarios dispositivos inteligentes, contadores, sistemas de almacenamiento, y otros servicios.

En la siguiente tabla, se pueden encontrar las principales diferencias entre el sistema de subasta actual y el nuevo:

<b>Sistema de Subasta Actual</b>	<b>Nuevo Sistema de Subasta</b>
No diferencia según la tecnología empleada	Distintos tipos en función de tecnología, almacenamiento y lugar
Consumidor sin capacidad de elección	Consumidor elige entre energía AA o OD, y con ello el precio
Gasto estatal en ayudas	Desaparición a largo plazo de las ayudas
Uso de renovables y no renovables indistintamente	Mayor uso de renovables

*Tabla 1: Diferencias entre Sistema de Subasta Actual y el Rediseño*

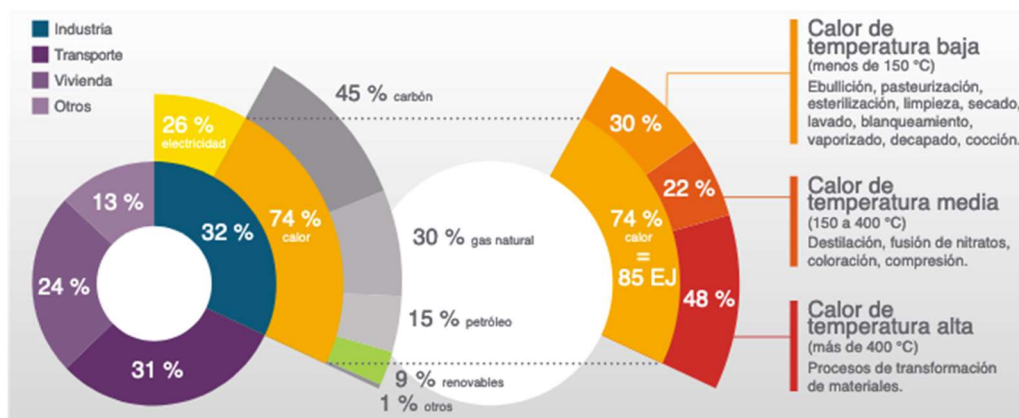
- **MEDIDA 1.5: INCORPORACIÓN DE TECNOLOGÍAS RENOVABLES AL SECTOR INDUSTRIAL**

Mientras el resto de los sectores de la economía española continúan apostando por la implantación de las energías renovables, la industria realiza un menor esfuerzo en este sentido. Dado que la industria supone más de un 20% del consumo energético del país, resulta fundamental fomentar el autoconsumo y aumentar el porcentaje de renovables en este sector. Para ello, se han desarrollado distintos programas de ayudas. Un ejemplo de ello es el plan de ayudas de la Comunidad de Madrid, que está especialmente enfocado tres tipos de energía<sup>[62]</sup>:

- Solar térmica de baja temperatura
- Solar fotovoltaica en sus modalidades para autoconsumo
- Cogeneración en sus modalidades para autoconsumo

- **MEDIDA 1.6: DESARROLLO DE ENERGÍAS RENOVABLES TÉRMICAS**

Trata de incrementar en un 1,3% con respecto al dato de 2020<sup>[57]</sup> la proporción de energías renovables en el consumo total de energía con fines térmicos. Aproximadamente el 30% de la demanda calorífica de los procesos industriales está por debajo de los 150°C<sup>[63]</sup>, lo cual facilita la implantación de sistemas basados en renovables. En el siguiente gráfico, puede apreciarse la distribución térmica de los distintos procesos industriales:



*Figura 17: Demanda de calor industrial a nivel global. Clasificación de procesos industriales en función de su temperatura<sup>[63]</sup>*

Como se puede apreciar, en algunas industrias como la alimentaria o la química, más del 50% de los procesos llevados a cabo no precisan de temperaturas mayores de 200°C.

La **biomasa residual sólida** es una de las alternativas limpias disponibles para la generación de energía. En numerosos casos puede cubrir las mismas necesidades energéticas que con los combustibles fósiles con elevados rendimientos, de hasta el 95% [64], y automatización, todo ello con un coste considerablemente menor. Su poder calorífico depende principalmente de dos factores: el producto empleado y la humedad. Así, puede variar entre las 3830 kcal/kg empleando cáscara de frutos secos como los piñones con una humedad del 10%, y las 1770kcal/kg empleando ramillas y orujo de la uva con una humedad del 25% [64]. Este tipo de energía puede aprovecharse para una gran cantidad de procesos industriales como el secado, la producción de agua caliente y aceite térmico o la climatización.

Otro campo de interés es la **energía geotérmica**. Esta tiene su origen en la diferencia térmica entre la superficie y el interior de la Tierra, por lo que es una energía renovable y limpia. Se emplea principalmente con dos propósitos: térmicos y eléctricos. Entre las aplicaciones referidas a fines térmicos destacan la obtención de agua caliente sanitaria, la calefacción, invernaderos o evitar la aparición de placas de hielo. A pesar de suponer una alta inversión inicial, se traduce en un ahorro considerable a largo plazo. Además, dependiendo de las condiciones ambientales, puede suponer también un gran ahorro energético. En la industria alimentaria, como se ha comentado anteriormente, gran parte de los procesos emplean temperaturas entre los 40°C y los 120°C [65].



Figura 18: Principales usos de energía geotérmica en función de la temperatura [65]

Así, la geotermia podría convertirse en una de las principales fuentes de energía calorífica en procesos en baja y media temperatura.

Centrando ahora la atención en las instalaciones de **microcogeneración**. Esta fuente de energía renovable consiste en la producción, mediante equipos de menos de 50kW, de calor y electricidad a la vez, generalmente a partir de un combustible



como el gas natural. Existen diversas tecnologías en este campo, siendo las más comunes las basadas en motores tanto de combustión interna como de combustión externa, y las basadas en microturbina. La microcogeneración permite ahorrar hasta un 40% en energía primaria<sup>[66]</sup>, y su rendimiento es muy elevado, de aproximadamente un 80-90%, lo cual es bastante superior al de las centrales convencionales. La viabilidad económica de este tipo de centrales depende de las horas de demanda térmica de la instalación. La energía generada mediante este sistema se vierte a la red de distribución, ya que al pertenecer al grupo de energías de “Régimen Especial”, la venta cuenta con una prima para el productor. Teniendo todo ello en cuenta, en la siguiente tabla se muestra la correlación entre la viabilidad económica de un módulo de microcogeneración con relación a sus horas de funcionamiento al año:

HORAS DE FUNCIONAMIENTO AL AÑO	EFICIENCIA DEL MÓDULO
2.000	Muy improbable
3.000	Improbable
4.000	Posible
5.000	Eficiente
6.000	Muy eficiente

*Tabla 2: Viabilidad económica de un módulo de microcogeneración con motores con relación a las horas anuales de funcionamiento <sup>[66]</sup>*

En la anterior tabla se aprecia que cuantas más horas esté funcionando el sistema, más eficiente resulta. De esta manera, resulta favorable para el sector industrial, ya que el tiempo de operación de sus equipos es mayor que en el sector residencial. Por otra parte, aunque supone una inversión inicial mayor debido a que son necesarios un mayor número de equipos para cubrir la potencia necesaria, se rentabilizará con mayor rapidez.

### ***2.3.2.2 EFICIENCIA ENERGÉTICA***

Como ya se comentó con anterioridad, la eficiencia energética supone un pilar fundamental en el camino hacia la consecución de los objetivos climáticos tanto nacionales como internacionales. De esta manera, es considerada la fuente de energía con mayor disponibilidad a nivel global, permitiendo reducir el consumo, el coste y las emisiones de los sistemas actuales a corto plazo. Así, el PNIEC fija para España el objetivo de obtener una mejora de la eficiencia energética superior al 39.5% <sup>[57]</sup>, para lo que se presentan distintas medidas. Las más relevantes para el proyecto serán presentadas a continuación:

- **MEDIDA 2.1: ZONAS DE BAJAS EMISIONES Y MEDIDAS DE CAMBIO MODAL**

Con esta medida se pretende fomentar el uso del transporte público, los servicios de movilidad compartida y los medios no motorizados como pueden ser las bicicletas y patinetes. En definitiva, trata de reducir el número de vehículos privados en circulación en un 35% en el interior de las ciudades, ya que su uso ha experimentado un notable incremento<sup>[57]</sup>. Es por ello, que distintas ciudades han presentado planes de acción orientados en este sentido, lo cual será generalizado

para el año 2013. Cabe destacar el Plan de Calidad de Aire y Cambio Climático de la ciudad de Madrid en el cual se recogen distintas medidas, entre ellas <sup>[67]</sup>:

- **Planes de movilidad laboral sostenible.** Más de la mitad de los desplazamientos que implican pocas personas por vehículo, generalmente solo una, están relacionados con la movilidad laboral. Por ello, se anima a las empresas a diseñar e implantar alternativas más sostenibles, tanto para los desplazamientos del y al trabajo, como los relacionados con la propia actividad de la empresa.
- **Área Central Cero Emisiones.** Trata de disminuir los daños ambientales causados por la utilización vehículos privados. Así, se han desarrollado las APR o Área de Prioridad Residencial que son zonas en las que se restringe el paso a los no residentes. Además, se ha delimitado un Área Central de acceso restringido. Con todo ello se pretende fomentar el uso del transporte público y la movilidad no motorizada para reducir las emisiones. En la siguiente gráfica se muestra el efecto de Madrid Central sobre las emisiones de gases de efecto invernadero tras un año de aplicación de las medidas:



Figura 19: Efectos en Madrid Central en cuanto a las emisiones según el tipo de vehículo <sup>[68]</sup>

- **Impulso a las iniciativas de movilidad compartida.** Trata de incrementar el número de personas usuarias de cada vehículo privado. Son fundamentales los sistemas de alquiler de coche para un único trayecto (car-sharing) y la incorporación de más viajeros a un trayecto (car-pooling). Se estima que un único coche destinado a car-sharing sustituye a ocho vehículos privados. Además, estos coches suelen ser de tecnologías más respetuosas con el medioambiente: eléctricos e híbridos. En la siguiente gráfica, se muestran las emisiones directas e indirectas por pasajero y kilómetro según la opción elegida para trasladarse de un lugar a otro, incluyendo los métodos de car-sharing y car-pooling:

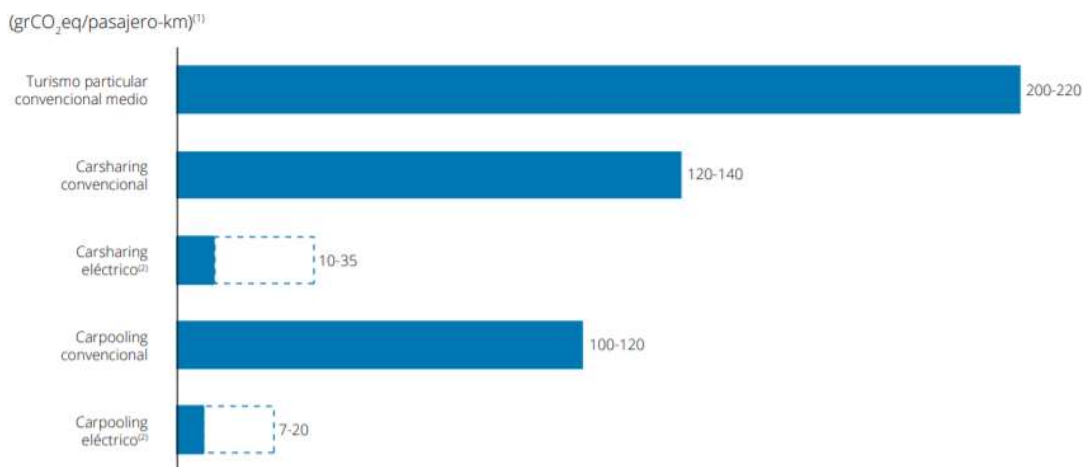


Figura 20: Emisiones de gases de efecto invernadero por pasajero y por km en trayectos urbanos en función de la modalidad de transporte elegida [69]

- **MEDIDA 2.2: USO EFICIENTE DEL TRANSPORTE**

Esta medida está enfocada al uso eficiente y racional de los medios de transporte, optimizando las conexiones y mejorando la distribución de mercancías en las ciudades. Para ello, las ciudades incluyen medidas en este sentido en sus planes de movilidad. Centrándonos en el Plan de Calidad de Aire y Cambio Climático de la Ciudad de Madrid, cabe destacar tres iniciativas:

- **Rediseño de vías principales de distribución de tráfico y conexión periferia-centro:** En la actualidad, para acceder a muchos sitios de la periferia los vehículos atraviesan el centro de la ciudad, lo que provoca un aumento de tráfico y emisiones en esta zona. Se propone la redistribución del espacio en las vías, con el fin de incrementar los carriles reservados para el transporte público y para las bicicletas o patines. Por otra parte, se plantea la renovación de la infraestructura de túneles de la ciudad para así mejorar las interconexiones.
- **Optimización de servicios de carga y descarga:** Los vehículos destinados al transporte de mercancías, debido a sus grandes dimensiones, presentan un mayor nivel de emisiones por kilómetro recorrido. Las 2.400 plazas disponibles para llevar a cabo labores de carga y descargas podrían proporcionar el espacio necesario para realizar un 40% más de las operaciones que se realizan actualmente. Esto se debe a que son frecuentemente utilizadas por otro tipo de vehículos en las horas en las que se encuentran ofrecidas para la carga y descarga. Con el fin de solucionar este problema, se propone la creación de un sistema que permita gestionar y controlar este tipo de plazas. Para ello se elaborará un registro de los vehículos autorizados para llevar a cabo este tipo de operaciones, para tratar de evitar el intrusismo, así como una aplicación para controlar la ocupación de los espacios.

- **Distribución de mercancías en las ciudades mediante vehículos de bajas emisiones.** Esta medida cobra especial importancia tras la pandemia debido al incremento del comercio online. Con ella, se pretende incentivar el uso de medios de transporte más sostenibles también en el ámbito de los vehículos destinados al transporte urbano de mercancías (DUM). Así, se realizará una distinción entre los distintos tipos de vehículos para el acceso a las áreas de cero emisiones. Las bicicletas y ciclos no tendrán ninguna restricción. El resto de vehículos estarán sujetas a distintas restricciones en función de su nivel de emisiones. Estas restricciones se muestran en las tablas a continuación:

Distintivo ambiental DGT	desde 2018	desde 2020	desde 2022
<b>CERO</b>	Horario extendido de reparto	Horario extendido de reparto	Horario extendido de reparto
<b>ECO</b>	Horario extendido de reparto	Horario extendido de reparto	Horario extendido de reparto
<b>C</b>	Horario estándar	Horario estándar	Horario estándar
<b>B</b>	Horario estándar	Horario estándar	NO ACCESO
Sin distintivo	Horario estándar	NO ACCESO	NO ACCESO
<b>Registro DUM obligatorio desde 2018</b>			

*Tabla 3: Restricciones de entrada en el área de cero emisiones para los vehículos destinados al transporte de mercancías con MMA < 3500kg en función de su distintivo ambiental <sup>[67]</sup>*

Distintivo ambiental DGT	desde 2018	desde 2023	desde 2025
<b>CERO</b>	Horario extendido de reparto	Horario extendido de reparto	Horario extendido de reparto
<b>ECO</b>	Horario extendido de reparto	Horario extendido de reparto	Horario extendido de reparto
<b>C</b>	Horario extendido de reparto	Horario estándar	Horario estándar
<b>B</b>	Horario estándar	Horario estándar	NO ACCESO
Sin distintivo	Horario estándar	NO ACCESO	NO ACCESO
<b>Registro DUM obligatorio desde 2018</b>			

*Tabla 4: Restricciones de entrada en el área de cero emisiones para los vehículos destinados al transporte de mercancías con MMA entre 3500kg y 12.000kg en función de su distintivo ambiental <sup>[67]</sup>*

- **MEDIDA 2.3: RENOVACIÓN DEL PARQUE AUTOMOVILÍSTICO**

Esta medida está orientada a incentivar el uso de los vehículos eléctricos e híbridos, tanto para el transporte público como privado.

En este ámbito cobra especial importancia el programa MOVES II, en el que se ofrecen incentivos a movilidad sostenible frente al vehículo convencional. Dichas ayudas son de cuantía variable dependiendo del área al que sean destinadas<sup>[70]</sup>:

- Ayudas de entre 600 y 15.000€ en función del tipo de vehículo: cuadriciclo ligero, camiones, autobuses, turismos...
- Ayudas de entre un 30% y un 40% del coste subvencionable para los puntos de recarga, tanto de vehículos privados como públicos.
- Ayudas de un 30% del coste subvencionable para los servicios de alquiler de bicicletas eléctricas. En la ciudad de Madrid destaca el sistema público gestionado por la EMT: BiciMAD.
- Ayudas de entre un 40 y 50% del coste subvencionable para el desarrollo e implantación de planes de movilidad laboral en las empresas, facilitando así la adaptación a la situación derivada de la pandemia y garantizando la seguridad de sus trabajadores.

Más allá de las medidas económicas, se han desarrollado una serie de iniciativas que tratan de favorecer la electrificación del mercado automovilístico. Estas incluyen la posibilidad de circular por ciertas áreas de la ciudad y la diferenciación de las tarifas de aparcamiento en la vía pública en función del tipo de vehículo.

- **MEDIDA 2.4: IMPULSO DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO**

El propósito de esta medida es muy similar al de la anterior: fomentar el uso de vehículos eléctricos. Para ello, se proporcionarán ayudas para la compra de los vehículos y la mejora de la infraestructura de recarga. Así, se pretende alcanzar la cifra de 5.000.000 de vehículos de este tipo para el año 2030<sup>[57]</sup>.

En este sentido, cabe destacar de nuevo la propuesta de la Comunidad de Madrid para los vehículos eléctricos en el ámbito público:

- **Ampliación y renovación de la flota de EMT:** En 2017, la flota de la EMT está conformada por 1.916 autobuses con una antigüedad media de 9 años <sup>[71]</sup>, lo que supone una gran parte de las emisiones de la capital. Teniendo en cuenta que su vida útil es de entre 10 y 15 años, es el momento indicado para plantear este cambio de tendencia. Así, se apostará por vehículos de GNC (gas natural comprimido) y vehículos eléctricos.
- **Taxis de bajas emisiones:** Incentiva la transición de los taxis hacia un modelo más sostenible, con una flota conformada por vehículos CERO y ECO. Con este fin se otorgan distintas ayudas para la compra de nuevos vehículos. Desde 2018, es obligatorio que todos los taxis nuevos deben de tener alguno de estos distintivos ambientales y para el año 2025 todos los taxis deben pertenecer a este grupo <sup>[72]</sup>.

• MEDIDA 2.5: MEJORAS EN LA TECNOLOGÍA Y SISTEMAS DE GESTIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES

La transición de la industria hacia un modelo más sostenible constituye una de las bases del PNIEC. Consiste en la renovación de los equipos e instalaciones industriales para obtener mejores rendimientos energéticos. Para ello se ofrecen una serie de ayudas <sup>[73]</sup>:

- Para la mejora de la tecnología hasta 14.379€/tep(ahorro de energía final)
- Para implantar sistemas de gestión de la energía hasta 14.501€/tep

Los sistemas de gestión energética tienen una gran relevancia a la hora reducir el consumo de energía. Son los encargados de desarrollar e implantar la política energética deseada de manera sistemática. Además, se basan en el ciclo de mejora constante denominado Círculo de Deming.

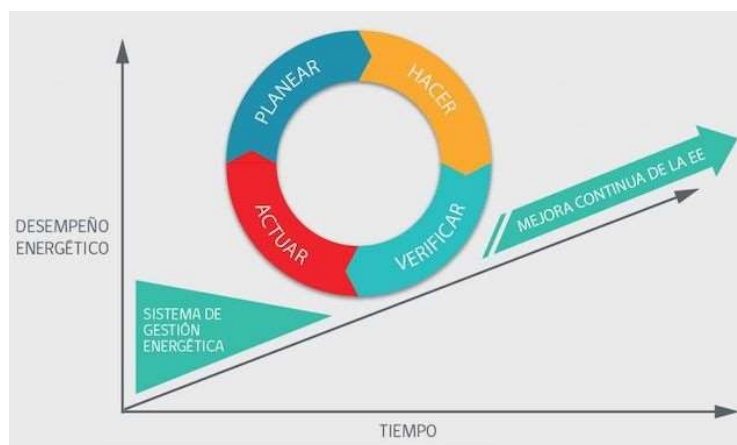


Figura 21: Ciclo Deming de un SGE (Planificar- Ejecutar- Verificar- Actuar)<sup>[74]</sup>

La principal ventaja de los SGE es que permiten disponer de la información necesaria para la toma de decisiones, permitiendo gestionar la energía de manera eficiente. Así, a pesar la inversión inicial necesaria para implantar un SGE, se estima que se pueden lograr ahorros superiores al 20% del coste inicial, mientras que con sistemas no sistemáticos únicamente se conseguirían ahorros de en torno al 10%<sup>[74]</sup>.

Los SGE pueden estar certificados, lo que incrementa la confianza en el sistema. La norma europea que regula estos sistemas es la UNE-ISO 50001, centrada en la eficiencia energética

### 2.3.3 INVERSIONES DEL PNIEC

Una gran parte de los impactos económicos del plan derivan directamente de las inversiones necesarias para llevar a cabo las medidas contempladas en él. Se estima que entre los años 2021 y 2030 será necesaria la inversión de 241 mil millones de euros para lograr los objetivos fijados<sup>[80]</sup>. Ese dinero se reparte entre los distintos aspectos recogidos en el PNIEC, resultando en la siguiente distribución:

1. 38% para las energías renovables
2. 35% para la eficiencia y el ahorro energético
3. 24% para las redes eléctricas y la electrificación
4. 3% para las demás medidas

Dicha distribución puede observarse en la siguiente figura, donde además se recoge la procedencia de las inversiones, es decir, si son realizadas por entidades públicas o privadas. Cabe destacar que aproximadamente un 80% de las inversiones serán de origen privado, mientras que el 20% restantes procederán del sector público. Además, gran parte de las inversiones públicas vendrán dadas gracias a los fondos europeos.

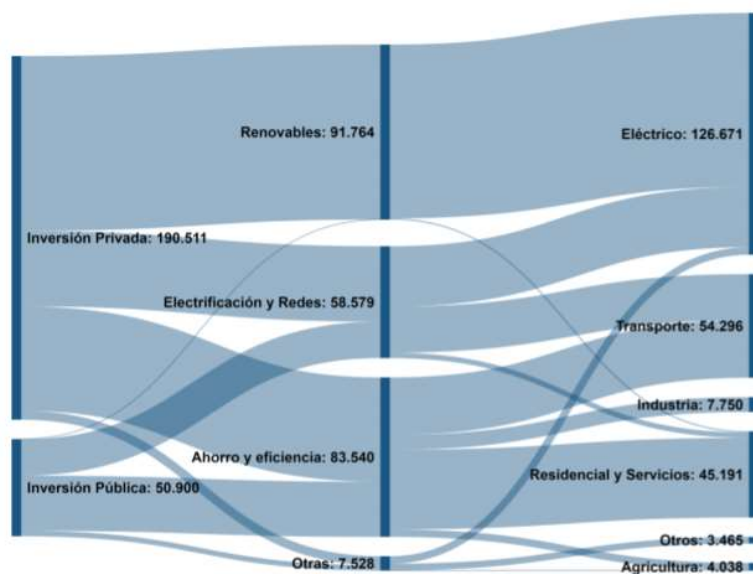


Figura 22: Flujo de inversiones totales generadas por el PNIEC <sup>[80]</sup>

### 2.3.4 IMPACTOS MACROECONÓMICOS DEL PNIEC

Los impactos macroeconómicos vienen determinados principalmente por 2 factores: el efecto de la nueva inversión y el efecto del cambio energético. Ambos generan un impulso económico, el primero mejorando las cadenas productivas, y el segundo mediante el ahorro energético y la instauración de un mix energético, lo que genera un valor añadido. El efecto de la nueva inversión se notará a corto plazo, mientras que habrá que esperar algunos años para que se note la influencia del cambio energético. Así, el PNIEC traer consigo un incremento de entre 16.500 y 25.700 millones de euros al año, es decir, un 1,8% para el año 2030<sup>[80]</sup>. Esto puede apreciarse con mayor claridad en la siguiente gráfica:

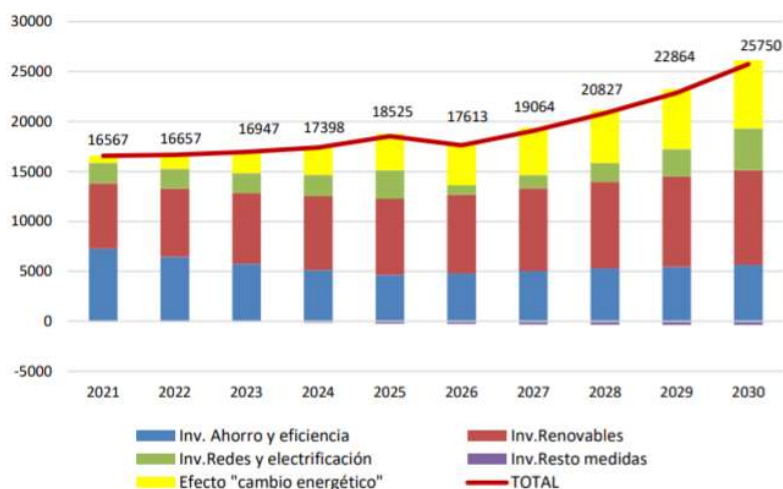


Figura 23: Impacto de las inversiones y el cambio energético derivados del PNIEC sobre el PIB español en M€

### **2.3.5 EFECTOS DEL PNIEC SOBRE EL EMPLEO**

Se prevé que el PNIEC tenga un efecto sobre el empleo similar al del PIB: un aumento del 1,7% para el año 2030, lo que se traduce en la creación de entre 242.000 y 348.000 puestos de trabajo. En la siguiente gráfica puede apreciarse el impacto de cada tipo de medida sobre la bolsa de empleo:

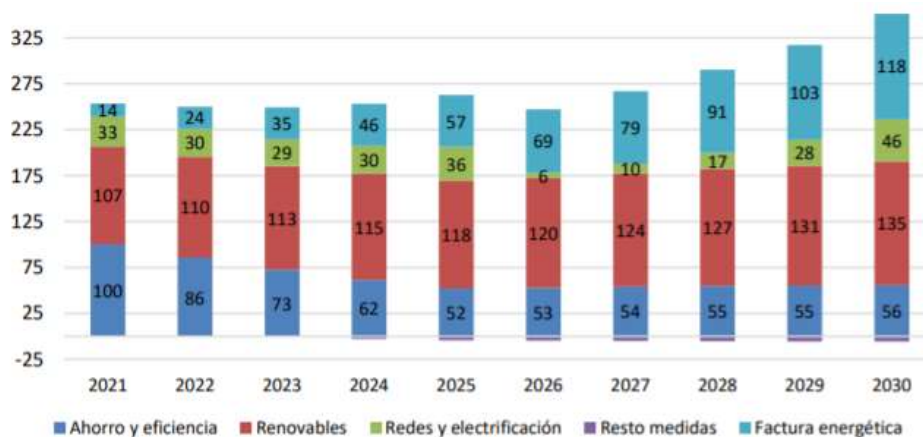


Figura 24: Impacto de los distintos tipos de medida incluidos en el PNIEC sobre el empleo (miles de personas/año)

Como se puede apreciar, las inversiones en energías renovables son las que generan un mayor número de empleos. Además, las inversiones en ahorro y eficiencia generan una gran cantidad de empleos a corto plazo, pero luego la cifra va disminuyendo hasta estabilizarse en torno a los 55.000 empleos al año. Por otra parte, cabe destacar que el ahorro en la factura energética generaría un número creciente de empleos de manera indirecta, pasando de 14.000 en 2021 a 118.000 en el año 2030.

La mayor parte los empleos generados pertenecerán al sector servicios, especialmente el comercio y la reparación, seguido por la industria y el sector de la construcción. Por el contrario, el sector de la minería sería el único que presente un crecimiento negativo,



derivado de la reducción de las actividades relacionadas con los combustibles fósiles, sobre todo el carbón. La industria eléctrica, experimentaría una pérdida de empleo en algunas áreas como las plantas de carbón y las centrales nucleares, pero experimentaría un crecimiento en otros ámbitos que contrarrestarían este efecto. De esta manera, las medidas expuestas tendrán un impacto neto positivo sobre la bolsa de empleo española.

## ***2.4 LEY DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y TRANSICIÓN ENERGÉTICA***

El pasado 21 de mayo de 2021 se publicó en el Boletín Oficial del Estado la Ley de Cambio Climático y Transición Energética, como respuesta a los objetivos fijados para España en el ámbito internacional, tanto a nivel europeo como a nivel global por los Acuerdos de París.

Esta ley resalta la importancia de las políticas orientadas hacia la lucha contra el cambio climático y la transición energética, transformando el modelo socioeconómico actual. Así, es un elemento clave en la aplicación del PNIEC. Aunque en el proyecto de ley presentado a principios año los objetivos fijados por ambos no coincidían, en el documento final ha sido corregido. De esta manera, la Ley de Cambio Climático y Transición Energética reitera los objetivos ya fijados. Estos objetivos marcan los mínimos nacionales, por lo que pueden sufrir modificaciones al alza<sup>[75]</sup>:

Reducción de Emisiones	23%
Porcentaje del Consumo Total de Energía Procedente de Fuentes Renovables	42%
Mejora en Eficiencia Energética	39.5%
Porcentaje de Energía Generada Procedente de Fuentes Renovables	74%

*Tabla 5: Objetivos fijados por la Ley de Cambio Climático y Transición Energética para el año 2030*

El documento consta de 36 artículos. A continuación, se discuten los más relevantes para el proyecto:

- **ARTÍCULO 7: GENERACIÓN ELÉCTRICA EN DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO**

Para lograr los objetivos relacionados con las energías renovables no se puede depender de energías como la solar y la eólica, cuya generación no puede ser predicha de manera exacta ya que depende directamente de las condiciones climatológicas. De esta manera, se priorizan las ayudas a centrales hidroeléctricas

reversibles que cumplan las condiciones ecológicas relacionadas con el volumen de agua y el respeto a los ecosistemas.

Las centrales hidroeléctricas reversibles tienen la capacidad de actuar en dos sentidos, es decir, transformando energía potencial en energía eléctrica y viceversa. De esta manera, aportan estabilidad y seguridad a la red dada su gran rapidez de respuesta. El almacenamiento de energía mediante bombeo es actualmente la tecnología más eficiente para almacenar grandes cantidades de energía. Así, este tipo de centrales consta de dos embalses. Durante las horas valle o de baja demanda, emplean el exceso de energía en la red para bombear agua hasta el embalse a mayor cota, convirtiendo así la energía eléctrica en potencial. Por el contrario, en las horas pico o de alta demanda, el movimiento de agua del embalse superior al inferior a través de unas turbinas permite transformar la energía potencial de nuevo en energía eléctrica.

En España podemos encontrar varios ejemplos de centrales de este tipo, como por ejemplo la Muela II, en Valencia. Se trata de la mayor central hidroeléctrica de bombeo de Europa, con una producción anual de unos 800 GWh <sup>[76]</sup>.

- *ARTÍCULO 9: EXPLORACIÓN, INVESTIGACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE HIDROCARBUROS*

Este artículo descarta las nuevas autorizaciones y concesiones para exploraciones e investigación de hidrocarburos en todo el territorio español, incluido el marítimo. Además, se hace hincapié en la prohibición de la utilización de métodos de fracking de alto volumen. Por otra parte, las empresas que actualmente cuentan con permisos para la explotación de hidrocarburos deben presentar un informe cinco años antes de la finalización de su permiso que refleje su plan para modificar su actividad, reconvirtiendo las instalaciones para llevar a cabo otra actividad, preferiblemente relacionada con las energías renovables.

Cabe destacar que este sector en España tiene un impacto relativamente pequeño, ya que la mayor parte de gas natural y petróleo empleado en el país son importados, de manera que la huella de carbono de este sector en España es relativamente pequeña. Con esta medida, se pretende además reducir la dependencia energética del país. Esta situación puede apreciarse claramente en el siguiente diagrama, donde se representa la proporción de producción e importación energética en España en el año 2018 así como el uso final de la energía producida.

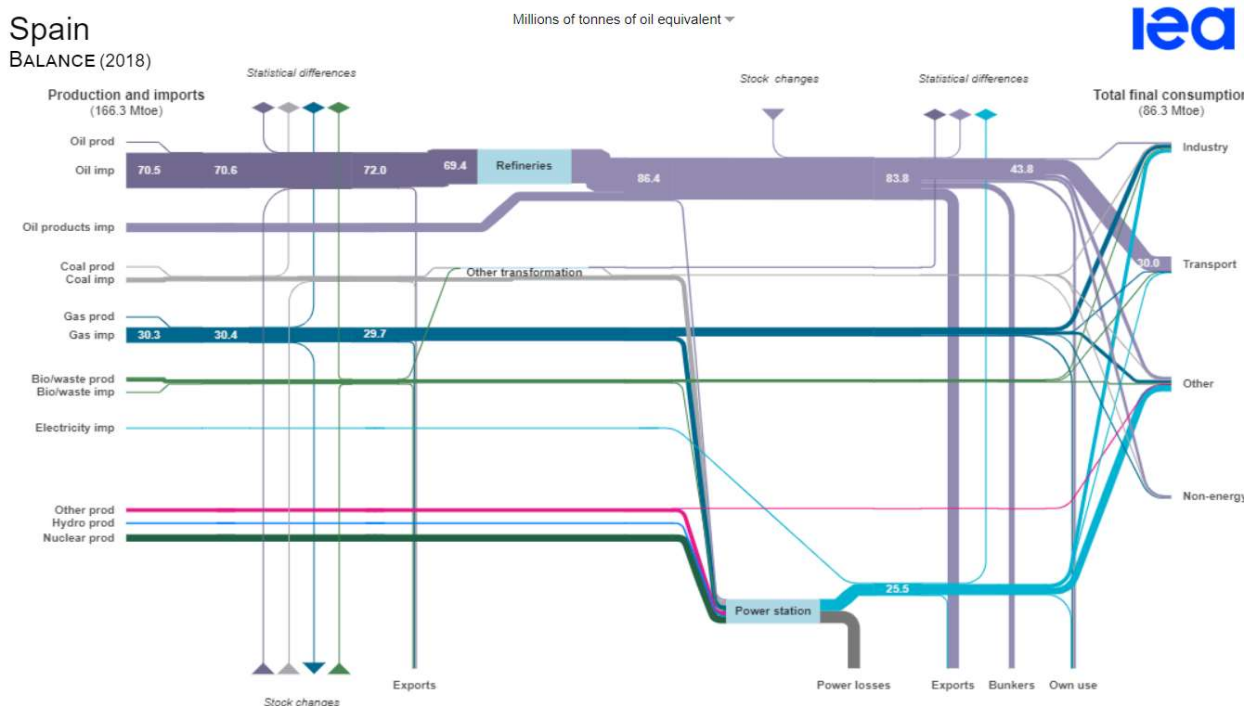


Figura 25: Diagrama de Sankey del Balance Energético de España en 2018<sup>[77]</sup>

• **ARTÍCULO 12: FOMENTO Y OBJETIVO DE LOS GASES RENOVABLES**

Mientras se realiza la transición hacia fuentes de energía verdes con cero emisiones como la energía solar o la energía eólica, el Gobierno apuesta por el desarrollo de gases renovables como el biogás, el biometano y el hidrógeno, entre otros.

La utilización de este tipo de combustibles trae consigo una serie de beneficios, aunque también algunas desventajas. Algunos de ellos se presentan en la siguiente tabla:

<b>VENTAJAS</b>	<b>INCONVENIENTES</b>
Materia prima de fuentes renovables: Biomasa	Utilización de tierra para cultivos que puedan destinar a generar energía
Menos emisiones	Uso de recursos hídricos en cultivos
Fácil adaptación de los equipos de utilizar combustibles fósiles a biocombustibles	Uso de fertilizantes en los cultivos
Fácil transporte	Aún desconocidos
Alta densidad energética	
Menores costes	

Figura 26: Ventajas y desventajas de los Biocombustibles

## 2.5 FONDOS NGEU

Dada la grave situación sanitaria, económica y social derivada de la pandemia, la Unión Europea ha decidido incrementar su presupuesto para los años entre 2021 y 2027 con los denominados fondos NextGenerationEU, conformados por 750.000 millones de euros <sup>[86]</sup>. Con ellos se pretende favorecer la recuperación de los países miembros y acelerar la transición hacia un sistema más sostenible y resiliente. Este dinero se repartirá en distintos proyectos: el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia, Horizonte2020, InvestEU, el fondo de transición justa (FTJ)...

Un pilar fundamental del plan de recuperación para Europa es el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia que cuenta con 672.500 millones de euros que se repartirán entre los estados miembros <sup>[81]</sup>. Su distribución dependerá de los planes nacionales de recuperación y resiliencia presentados por los distintos países, donde se indica para qué será empleado el dinero recibido. Algunos requisitos son que al menos un 37% de los fondos recibidos debe emplearse para acelerar la transición ecológica, y como mínimo un 20% deben destinarse a la transformación digital<sup>[81]</sup>. Además, las actividades subvencionadas por estos fondos no pueden resultar perjudiciales en el camino hacia la consecución de los objetivos ambientales de la Unión.

Centrando la atención en España, el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia se desarrollo en torno a cuatro ejes principales:

1. **Transición Verde:** Reforzar las inversiones para cambiar el modelo productivo. Incluye aspectos como la descarbonización, la eficiencia energética, las energías renovables o la economía circular, entre otros.
2. **Transformación Digital:** Inversión en las tecnologías e infraestructuras necesarias para lograr una economía y sociedad digitales mediante un proceso lo más inclusivo y sostenible posible.
3. **Cohesión Social y Territorial:** Es necesario garantizar una educación y un empleo de calidad, así como un sistema justo.
4. **Igualdad de Género:** Eliminar las brechas salariales y digitales, y fomentar la igualdad de oportunidades.

Estas ideas dan lugar a 10 políticas palanca. Así de los 69.528 millones que recibiría España, el 40,29% de los fondos sería empleados con motivos ecológicos y el 29% para la transformación digital, cumpliendo así con los requisitos fijados por Europa.

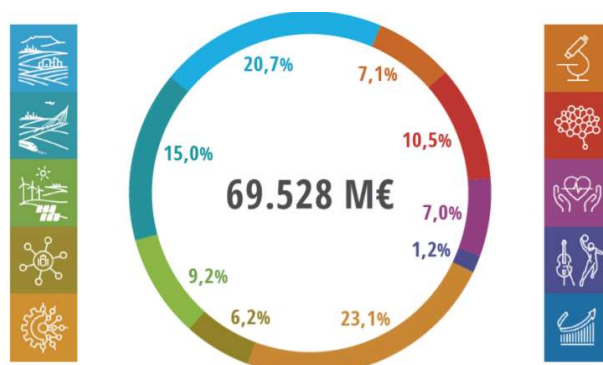


Figura 27: Distribución de los fondos recibidos por España <sup>[83]</sup>



*Figura 28: Políticas palanca del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia español<sup>[81]</sup>*

De la totalidad de fondos recibidos, el 21,95%, que supone 15.339 millones de €, será empleado por el Ministerio de Transición Ecológica y Reto Demográfico. Dicha cantidad se distribuirá en 12 componentes como se muestra en la tabla a continuación <sup>[83]</sup> :

Componente 1: Movilidad sostenible y segura	2.000 M€
Componente 2: Rehabilitación de vivienda y regeneración urbana	1.300M€
Componente 4: Conservación y restauración de ecosistemas	1.642 M€
Componente 5: Preservación del litoral y recursos hídricos	2.091 M€
Componente 7: Energías renovables	3.165 M€
Componente 8: Infraestructuras eléctricas, redes inteligentes y almacenamiento	1.365 M€
Componente 9: Hidrógeno	1.555 M€
Componente 10: Transición Justa	300 M€
Componente 11: Modernización AAPP	1.070 M€
Componente 12: Política industrial	850M€

*Tabla 6: Distribución de los fondos NGEU asumidos por el MITECO*

## **Capítulo 3. SECTOR HORTOFRUTÍCOLA Y SUPERMERCADOS EN ESPAÑA**

Una vez conocido el contexto actual tanto nacional como internacional en que se desarrolla la actividad, se centrará la atención en los sectores objeto de estudio: el sector hortofrutícola y los supermercados. Así, se analizará el todo el proceso seguido por las frutas y verduras desde su llegada a las centrales hortofrutícolas tras su recolección, hasta su compra para el consumo. No obstante, primero se analizará de manera superficial la totalidad del sector alimentario en nuestro país.

La industria alimentaria es la principal industria manufacturera de Europa, representando el 15,2% de las actividades de este sector. En concreto, la industria alimentaria española es la quinta mayor de la Unión teniendo en cuenta su cifra de negocios: 9,7%. Es superada únicamente por Francia (17,7%), Alemania (17,5%), Italia (11,46%) y Reino Unido (9,9%)<sup>[88]</sup>.

En España, la industria de la alimentación representa el 22,8% del sector industrial y concentra el 15,6% de los empleos de la industria manufacturera<sup>[88]</sup>. Además, el sector de la alimentación y bebidas en España ha experimentado un claro crecimiento en los últimos seis años, aunque la pandemia ha puesto fin a esta tendencia. No obstante, según la Federación de Industrias Alimentarias y de Bebidas, la caída de la producción ha sido mucho menor que la de la industria manufacturera en general y que el conjunto de la economía del país, situándose en torno a un 5,3%<sup>[87]</sup>. No obstante, el consumo en los hogares se ha incrementado en un 19% con respecto al año anterior<sup>[87]</sup>. Por otra parte, en 2020 las exportaciones de alimentos y bebidas se incrementaron en un 4,4%, debido en gran medida a la demanda de productos cárnicos del mercado asiático. Así, la industria de la alimentación produce 129.854 millones de € al año<sup>[87]</sup>.

Conociendo la importancia de este sector, resulta conveniente estudiar su consumo energético para así poder reducirlo y avanzar en el camino hacia la consecución los objetivos ambientales fijados.

### **3.1 SECTOR HORTOFRUTÍCOLA**

El sector hortofrutícola abarca varios subsectores. En primer lugar, se encuentra el sector de los productos hortofrutícolas transformados al que pertenecen las conservas y encurtidos, las conservas confitadas y mermeladas, los congelados, los frutos secos, las legumbres, los zumos y jugos, los platos preparados y postres, y las conservas de productos ecológicos. A continuación, se encuentra el sector de las frutas y hortalizas frescas, donde están las hortalizas y frutas que se consumirán en su forma inicial. Por último, existen otros sectores estrechamente relacionados, como las semillas hortofrutícolas, las plantas vivas, las harinas y sémolas hortofrutícolas y los derivados de la patata. También encontramos el sector de la comercialización de productos hortofrutícolas. Este proyecto estará centrado principalmente en las frutas y hortalizas frescas, ya que constituye el principal destino de este tipo de productos en España, aunque se comentarán los aspectos más importantes de algunos productos hortofrutícolas transformados.

#### **3.1.1 IMPORTANCIA DEL SECTOR HORTOFRUTÍCOLA ESPAÑOL EN EUROPA**

España se encuentra a la cabeza de Europa en lo referido a la producción de frutas y hortalizas: supone entre un 20 y un 30% de la producción total de frutas y un 20% de la producción de hortalizas total europea<sup>[90]</sup>. Además, como se puede apreciar en las siguientes tablas, se encuentra bastante por delante del siguiente productor, que es Italia en ambos casos. Cabe destacar que España es considerado el quinto mayor productor de frutas y verduras a nivel mundial, por detrás de China, India, EEUU y Turquía.

FRESH FRUIT	2016	2017	2018	2019p	FRESH VEGETABLES <sup>90</sup>	2016	2017	2018	2019p
Spain	13,858	13,308	14,244	13,258	Spain	10,065	9,752	9,869	10,134
Italy	10,746	10,281	10,527	10,813	Italy	6,966	6,795	6,968	6,932
Poland	5,048	3,565	5,844	3,543	Poland	5,930	6,030	5,630	5,240
France	3,151	3,025	2,932	3,174	Netherlands	4,912	5,486	4,760	5,230
Greece	3,051	3,188	3,233	3,158	France	5,169	5,245	5,053	4,970
Romania	1,726	1,630	2,436	2,300	Germany	3,745	4,026	3,523	3,846
Germany	1,334	847	1,561	1,278	United Kingdom	2,286	2,409	2,085	2,342
Portugal	1,067	1,270	1,184	1,200	Portugal	2,444	2,507	2,025	2,250
Hungary	970	933	1,130	1,200	Romania	1,814	1,933	2,047	2,100
Netherlands	786	659	760	761	Greece	1,778	1,729	1,660	1,712
Belgium	610	454	657	619	Belgium	1,722	1,777	1,620	1,701
United Kingdom	440	423	437	426	Hungary	1,445	1,483	1,352	1,400
Bulgaria	318	375	368	370	Austria	615	597	562	611
Austria	158	275	550	330	Bulgaria	563	419	454	460
Croatia	152	135	208	200	Sweden	372	342	307	335
Czechia	153	126	189	195	Denmark	316	331	324	326
Cyprus	144	128	127	135	Finland	263	254	253	254
Slovenia	60	26	106	110	Czechia	228	242	199	220
Lithuania	72	86	94	95	Ireland	211	207	204	210
Slovakia	28	43	55	60	Lithuania	230	190	208	205
Sweden	45	42	51	44	Croatia	169	156	153	155
Denmark	52	40	52	42	Slovakia	113	92	103	110
Ireland	29	28	26	28	Slovenia	105	95	100	102
Other EU	50	49	60	58	Other EU	250	210	210	221
<b>TOTAL</b>	<b>44,048</b>	<b>40,936</b>	<b>46,831</b>	<b>43,397</b>	<b>TOTAL</b>	<b>51,711</b>	<b>52,307</b>	<b>49,669</b>	<b>51,066</b>

Tabla 7: Producción anual de frutas y verduras en los países europeos en miles de toneladas<sup>[90]</sup>

*SECTOR HORTOFRUTÍCOLA Y SUPERMERCADOS EN ESPAÑA*

En la zona del Mediterráneo, España e Italia son los mayores consumidores de este tipo de productos. Aun así, España se ha consolidado como potencia exportadora de frutas y hortalizas en Europa, y continua con tendencia ascendente, experimentando un crecimiento del 33% en su volumen de producción en la última década. Concentra la mayor producción de cítricos del continente y, así, exporta el 50% de los cítricos consumidos en Europa. Pero no destaca únicamente en este campo, también es un referente en la producción de uvas, sandías y melocotones, y de muchos tipos de verduras como los tomates, pimientos y pepinos. De esta manera, España se encuentra de nuevo a la cabeza de la lista de exportaciones en Europa, seguida de lejos por los Países Bajos, cuyo producto principal son las cebollas y otras verduras. Además, dado que el principal puerto destinado a las importaciones es Rotterdam, en los Países Bajos, este país exporta al resto de Europa una gran parte de las frutas que recibe. Esto lo ha convertido en el segundo mayor exportador de frutas en Europa, aunque solo el 6% de estas son de producción propia. Esto puede observarse en las siguientes tablas:

EXPORTS – INTRA + EXTRA-EU					EXPORTS – INTRA + EXTRA-EU				
VOLUME ('000 tonnes)					VOLUME ('000 tonnes)				
FRESH FRUIT	2016	2017	2018	2019p	FRESH VEGETABLES <sup>1)</sup>	2016	2017	2018	2019p
Spain	7,194	7,498	7,144	7,815	Spain	5,058	4,860	5,102	5,242
Netherlands	3,522	3,777	4,076	3,807	Netherlands	4,875	4,919	4,926	4,571
Italy	3,059	2,911	2,568	2,393	France	1,054	1,050	977	993
Belgium	2,205	2,217	1,982	1,712	Belgium	848	950	818	858
Greece	1,388	1,185	1,228	1,249	Italy	930	827	866	790
Poland	1,346	1,280	1,049	1,205	Poland	714	735	737	618
France	1,226	1,222	1,020	957	Germany	427	429	464	361
Germany	714	698	597	540	Portugal	263	262	250	260
Portugal	322	465	492	491	Austria	152	147	162	138
Lithuania	381	385	264	223	Greece	141	123	140	129
Austria	220	171	172	188	United Kingdom	135	119	126	123
Other	918	983	968	373	Other	680	720	649	275
<b>TOTAL</b>	<b>22,494</b>	<b>22,792</b>	<b>21,559</b>	<b>20,952</b>	<b>TOTAL</b>	<b>15,277</b>	<b>15,141</b>	<b>15,217</b>	<b>14,358</b>

*Tabla 8: Exportaciones de frutas y verduras en los países europeos<sup>[90]</sup>*

Los principales receptores de productos españoles son Alemania, Francia y Reino Unido, que juntos suponen un 56% del total. El resto de las exportaciones se realizan mayoritariamente a otros países europeos, únicamente el 6% se corresponde con intercambios extracomunitarios<sup>[90]</sup>.

España también importa algunas frutas y verduras, como plátanos, manzanas, kiwis, cebollas y judías. No obstante, su volumen de importaciones es mucho menor que el que suponen las exportaciones.

### **3.1.2 ASPECTOS ECONÓMICOS Y SOCIALES DEL HORTOFRUTÍCOLA EN ESPAÑA**

Además de su claro liderazgo internacional, el sector hortofrutícola es de gran importancia en nuestro país. Representa el 5,75% de las empresas del sector alimentario y, sin embargo, concentra el 10,48% de la actividad del mismo, por encima de muchos subsectores otros como el pescado o el aceite <sup>[89]</sup>, tal y como se puede apreciar en el siguiente gráfico. En cuanto a volumen de actividad solamente es superado por el sector cárnico.



*SECTOR HORTOFRUTÍCOLA Y SUPERMERCADOS EN ESPAÑA*

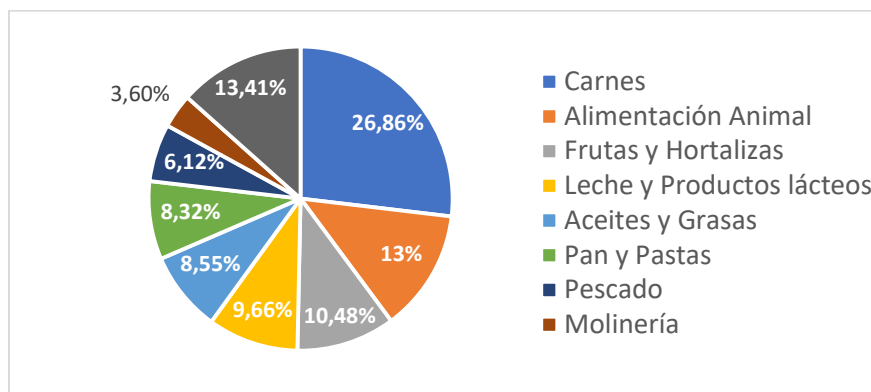


Figura 29: Distribución de la actividad del sector alimentario español por subsectores

El sector hortofrutícola representa aproximadamente el 1,73% del PIB español. Como se comentó con anterioridad, el valor de la producción de las frutas y hortalizas ha ido creciendo desde principios de década, hasta alcanzar los niveles actuales.

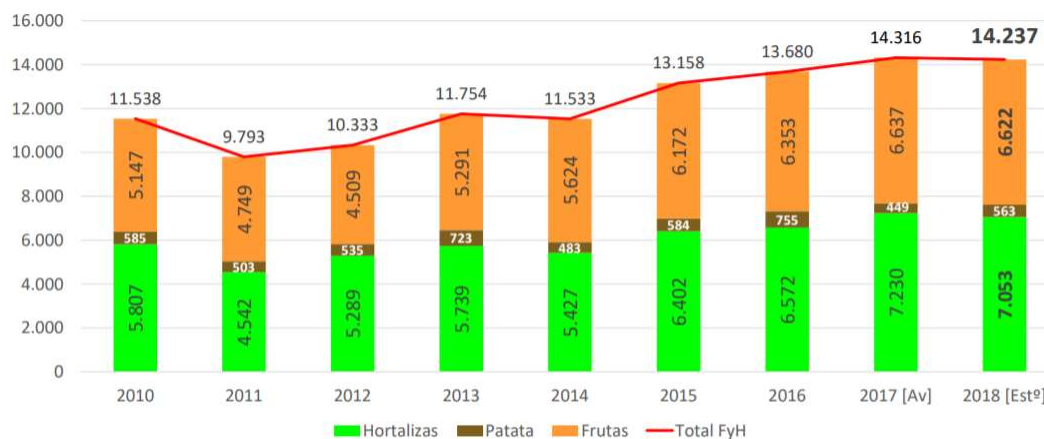


Figura 30: Evolución del valor de la producción de frutas, patatas y hortalizas en España en millones de €<sup>[88]</sup>

Todos los eventos importantes afectan a los hábitos de vida y al consumo de alimentos. La pandemia no ha sido una excepción y ha afectado en gran medida al sector hortofrutícola. Por una parte, el mercado exterior ha experimentado un gran descenso. Por el contrario, el consumo de este tipo de productos en los hogares españoles se ha incrementado. De hecho, su venta ha aumentado un 4,6% con respecto a años anteriores a raíz del cambio en los hábitos de consumo generados por pasar un mayor tiempo en casa con un estilo de vida más sedentario, con menores posibilidades de ocio y la implantación del teletrabajo<sup>[89]</sup>. El conjunto de ambas circunstancias, unidas al descenso de las importaciones, han incrementado la dependencia de los productos nacionales y de temporada, lo que ha permitido mantener relativamente estables la mayoría de las empresas y empleos del sector, al contrario de lo ocurrido en muchos otros ámbitos de la economía. No obstante, las oscilaciones en la demanda generadas durante este periodo de incertidumbre, han ocasionado que el 19% de las empresas dedicadas al procesado y conservación de productos hortofrutícolas se encuentren en un nivel alto de impago.

*SECTOR HORTOFRUTÍCOLA Y SUPERMERCADOS EN ESPAÑA*

Concretamente, esta cifra se eleva al 20% en las empresas dedicadas a la comercialización tanto mayorista como minorista<sup>[96]</sup>.

El sector está conformado por un elevado número de empresas, 52% de las cuales son microempresas, 30% pequeñas empresas y un 15% pueden considerarse medianas o grandes<sup>[5]</sup>. Además, la mayoría de ellas llevan más de 15 años en funcionamiento. Existen aproximadamente 4.009 empresas dedicadas a las frutas y hortalizas y su transformación<sup>[5]</sup>. De ellas, el 85% son centrales hortofrutícolas dedicadas a los productos frescos, el 12% a conservas y el 3% restante a zumos. En los últimos años se ha acrecentado la tendencia a la agrupación de los productores pertenecientes a PYMES. Así, actualmente existen un gran número de Organizaciones de Productores de Frutas y Hortalizas (OPFH), que cuentan con aproximadamente 155.000 socios, lo que representa el 50% del tejido productivo<sup>[92]</sup>. Además, de la industria hortofrutícola derivan otro tipo de actividades como el envasado, el transporte, la comercialización, la manipulación o los productos fertilizantes. Con estos fines existen más de 1.000 cooperativas agroalimentarias en el país<sup>[92]</sup>.

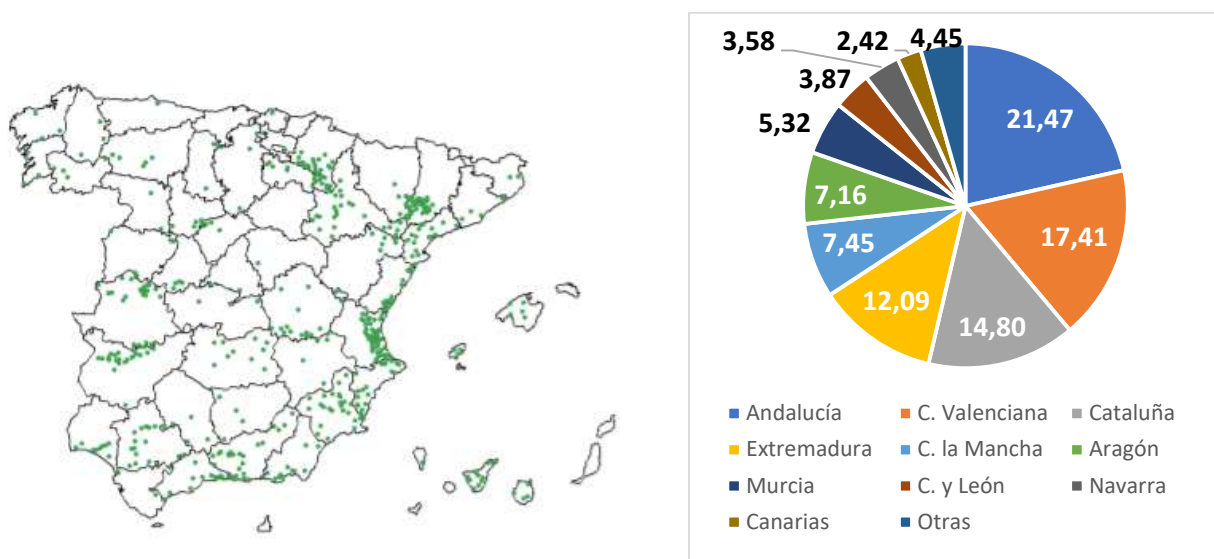
Todas estas empresas necesitan mano de obra y personal de gestión y mantenimiento. Así, las frutas y hortalizas proporcionan de manera directa o indirecta el 25% del empleo de la industria alimentaria de nuestro país, por delante del aceite de oliva, la carne de vacuno y la leche, el vino o los cereales, entre otros<sup>[93]</sup>. Esto se traduce en aproximadamente 400.000 empleos directos y 80.000 indirectos<sup>[92]</sup>. El sector hortofrutícola depende en gran medida de la estacionalidad de su producto y la localización geográfica. No obstante, la mayoría de las empresas continúan abiertas todo el año, aunque con menor intensidad y volumen de producción, por lo que el número de empleados necesario varía a lo largo del año.

### **3.1.3 PRINCIPALES CULTIVOS Y SU DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA**

El sector hortofrutícola tiene una relevancia significativa en la mayoría de las Comunidades Autónomas. Cada una de las comunidades cultiva variedades y especies distintas, en función de la orografía del terreno, el clima de la zona y la cantidad de terreno empleado para otras actividades productivas como la ganadería. Además, se producen grandes cambios en los volúmenes de producción entre años, debido a factores ambientales como gotas frías que pueden dañar los cultivos, y debido a los cambios en la demanda.

En el siguiente gráfico, se puede apreciar en que comunidades tiene un mayor peso este sector. La mayoría de las centrales hortofrutícolas se encuentran en Andalucía, la Comunidad Valenciana, Cataluña y Extremadura.

*SECTOR HORTOFRUTÍCOLA Y SUPERMERCADOS EN ESPAÑA*



*Figura 31: Distribución geográficas de las cooperativas hortofrutícolas (%)*

### 3.1.3.1 ACEITUNAS Y UVAS

España es uno de los principales productores y exportadores de vino y de aceite de oliva del mundo. Además, siguen una tendencia ascendente tanto en valor como en volumen exportado. Los principales receptores de vino español son China y Rusia, mientras que los principales receptores de aceite de oliva español son Italia y Estados Unidos. Sumando sus variedades de mesa y de vino o aceite en cada caso, el año pasado se recolectaron más de 5 millones de toneladas de uvas y más de 6 millones de toneladas de aceitunas<sup>[94]</sup>. Las aceitunas se recogen en su mayoría en Andalucía, casi un 80%, mientras que el principal productor de uvas es Castilla La Mancha<sup>[95]</sup>. Cabe destacar que el 54% de la superficie cultivada con viñedos corresponde a variedades tintas.

### 3.1.3.2 FRUTAS

Los cítricos son los protagonistas del sector hortofrutícola español, ya que suponen el 29% de la superficie empleada para cultivos en el territorio español. En concreto, la naranja es la fruta más demandada a nivel internacional y España es el primer exportador mundial de esta fruta. Se cultivan más de 3 millones de toneladas al año, principalmente en Valencia y Andalucía<sup>[94]</sup>.

Siguiendo a la naranja en volumen de producción se encuentran las mandarinas. Se cultivan más de 2 millones de toneladas al año, principalmente en Valencia, Castellón y Tarragona. De igual manera que ocurre con las naranjas, España no es el primer productor de mandarinas del mundo, sin embargo, sí que es el primer exportador. También ocupa este puesto para los melocotones y nectarinas, producidos sobre todo en Lérida, para las fresas y fresones, venidos de Huelva, y para el melón, cultivado en el interior peninsular. En cuanto a otros productos como las sandías, producidas en Almería, o los limones, procedentes de Murcia, España es el segundo exportador a nivel global.

*SECTOR HORTOFRUTÍCOLA Y SUPERMERCADOS EN ESPAÑA*

Se pueden encontrar otros cultivos como manzanas y peras, en el norte peninsular, cerezas en el sureste, o plátanos en las Islas Canarias. No obstante, estos cultivos tienen una importancia mucho menor en el ámbito internacional.

En el siguiente gráfico, se muestra el producto más cultivado en cada provincia, así como las toneladas producidas en el año 2018 de cada uno de ellos:



Figura 32: Frutas más cultivadas en cada provincia española<sup>[94]</sup>

### 3.1.3.3 VERDURAS Y HORTALIZAS

El cultivo de hortalizas español es menos diverso que el de frutas, y tiene una menor importancia internacional. Sin embargo, la producción es bastante abundante.

La hortaliza que más se cultiva en España es el tomate. Con cinco millones de toneladas al año, España es el tercer exportador mundial de este producto. Se cultiva principalmente en Valladolid, Salamanca y Orense. Por otra parte, la cebolla y la patata son muy abundantes en el centro peninsular, aunque España no ostenta ningún puesto relevante en lo relacionado a ellos. Otras verduras como el pimiento, la zanahoria, el ajo, el pepino, el calabacín o el brécol se encuentran entre los cultivos más importantes del país, aunque no predominan en ninguna provincia en particular.

*SECTOR HORTOFRUTÍCOLA Y SUPERMERCADOS EN ESPAÑA*

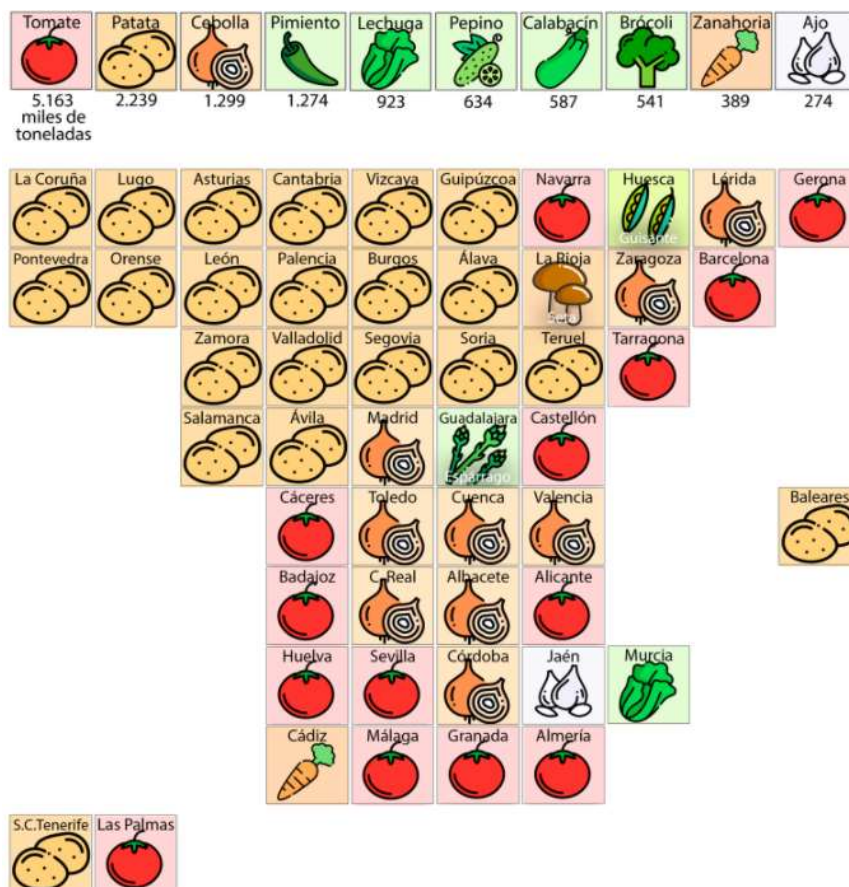


Figura 33: Principal cultivo de hortalizas en cada provincia española<sup>[94]</sup>

### 3.2 SUPERMERCADOS

Los supermercados son los encargados de la distribución alimentaria, de manera que sus beneficios están ligados directamente a los hábitos de consumo de los hogares españoles. Los clientes son cada vez más exigentes y buscan alternativas más saludables. Además, la conveniencia y proximidad son factores cada vez más determinantes a la hora de elegir un tipo de establecimiento u otro.

#### 3.2.1 TIPOS DE ESTABLECIMIENTOS

Existen muchos tipos de establecimientos, pero los tres más comunes son<sup>[97]</sup>:

1. **Supermercados**, que a su vez se dividen en gran supermercado y en supermercado. Los grandes supermercados tienen una superficie mayor de 1000m<sup>2</sup>, mientras que los supermercados miden entre 400 y 999m<sup>2</sup>.
2. **Hipermercados**, que abarcan los establecimientos hasta 4.999m<sup>2</sup>, que reciben el nombre de Sección Hiper Pequeño, y los establecimientos de más de 5.000m<sup>2</sup>, denominados Sección Hiper Grande.
3. **Autoservicio**

*SECTOR HORTOFRUTÍCOLA Y SUPERMERCADOS EN ESPAÑA*

En total en España hay aproximadamente 22.864 tiendas de comercio minorista destinadas a la distribución alimentaria. En el siguiente gráfico se puede apreciar el porcentaje de estas que corresponde a cada uno de los tipos de establecimiento anteriormente citados:



Figura 34: Reparto de la superficie de venta minorista % por formatos de venta 2018

Cabe destacar, que los supermercados siguen una tendencia ascendente, mientras que los hipermercados, tiendas especialistas y los autoservicios han disminuido su cuota de mercado. Existe además el concepto *Cash and Carry*, que es una forma de comercio mayorista, dirigida especialmente a profesionales, como puede ser por ejemplo Makro. Por otra parte, en los últimos meses está aumentando el comercio online, que ha experimentado un boom debido a la pandemia.

### 3.2.2 PRINCIPALES CADENAS DE SUPERMERCADOS EN ESPAÑA

Los consumidores españoles consideran que lo más importante a la hora de elegir un supermercado es la relación calidad-precio, seguido por la proximidad y la calidad de los productos, sobre todo de los frescos. Por el contrario, la atención y servicio, las ofertas y ventajas de la tarjeta fidelidad y la confianza, son los aspectos que menos se tienen en cuenta a la hora de elegir un supermercado. Teniendo esto en cuenta, algunas grandes cadenas como DIA o Carrefour están aprovechando para mejorar su posición en el sector, apostando por el producto fresco y la proximidad.

Actualmente, en España Mercadona tiene la mayor cuota de mercado y además continúa creciendo. Esto le ha permitido renovar muchas de sus tiendas para acercarse a un modelo más eficiente y abrir muchas otras. Además, el grupo ha comenzado su expansión hacia Portugal y se prevé que avance en su expansión internacional. Le siguen el grupo Día y el grupo Carrefour. No obstante, el grupo DIA lleva varios años reduciendo su cuota de mercado debido al cierre de varios de sus establecimientos, lo que ha hecho que el grupo Carrefour se coloque por delante. Para contrarrestar este descenso, ha llevado a cabo una alianza con BP para desarrollar DIA&Go, con horario extendido. Este formato de horario extendido es uno de los aspectos estrella del grupo Carrefour, que incrementa su número de establecimientos Carrefour-Express y Eroski Rapid, que pertenecen al grupo Carrefour desde 2017. Además, con el fin de apostar por los productos frescos y saludables, cada vez más atractivos al público, ha desarrollado Carrefour Bio.

*SECTOR HORTOFRUTÍCOLA Y SUPERMERCADOS EN ESPAÑA*

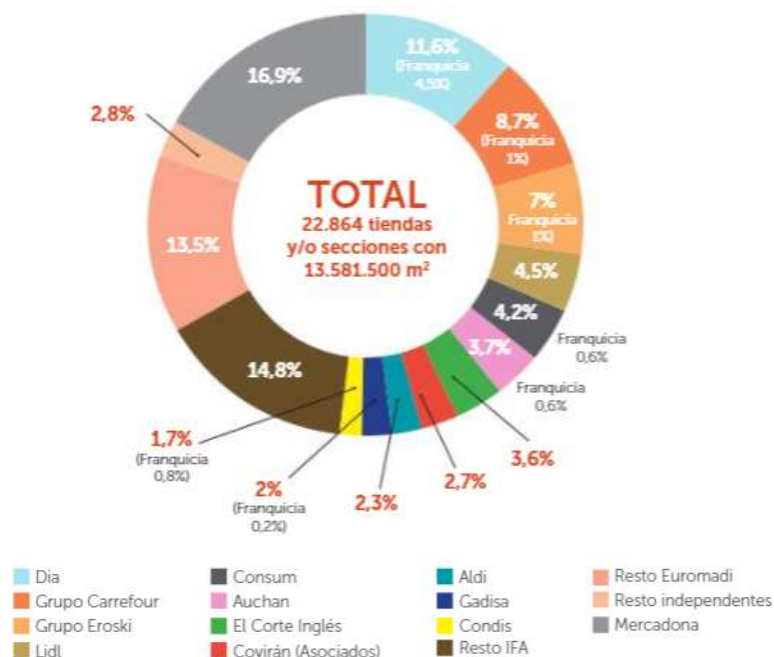


Figura 35: Cuota de mercado de los principales minoristas dedicados a la distribución alimentaria<sup>[97]</sup>

### 3.2.3 IMPORTANCIA DE LOS PRODUCTOS FRESCOS

La cesta de la compra es cada vez más saludable. El 74% de los consumidores opina que es importante seguir una dieta sana, el 69% considera importante que sean productos de proximidad, y el 38% que sean de ayuda para prevenir enfermedades<sup>[8]</sup>. Así, los productos frescos, a los que pertenecen las frutas y las verduras, cobran especial importancia, y los supermercados deben adaptarse a este nuevo perfil de la demanda. Mercadona ha desarrollado el proyecto Frescos Global, al que pertenecen más de 200 establecimientos por todo el país. Como se comentó anteriormente, Carrefour ha lanzado Carrefour Bio, y además también ha creado Carrefour Market. Con ello apuesta por supermercados más completos, donde los productos frescos y saludables tienen un mayor protagonismo. Por su parte, DIA ha lanzado La Plaza de DIA y Aldi cuenta con una nueva sección dedicada a frutas y verduras. En la siguiente gráfica, puede apreciarse claramente aumento de inversiones realizadas en este sentido.

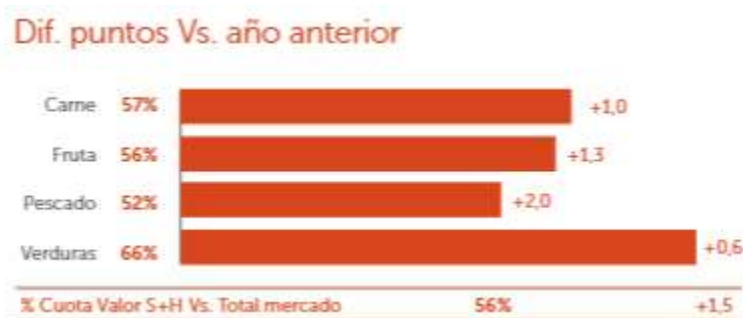


Figura 36: Apuesta de los super e hipermercados por los productos frescos en 2018 frente a 2017<sup>[97]</sup>

## Capítulo 4. ETAPAS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN EN CENTRALES HORTOFRUTÍCOLAS

Las centrales hortofrutícolas en España tienen la particularidad de que la misma empresa se encarga de la producción y manipulación. Esto quiere decir que los socios realizan los cultivos y recolección de acuerdo con las especificaciones determinadas por la cooperativa. Luego, el producto se lleva a la central de la cooperativa para su manipulación. Así se garantiza la seguridad, calidad y uniformidad de los productos.

El proceso productivo llevado a cabo dentro de las centrales no es el mismo para todos los productos, ya que depende del tipo de producto y de las exigencias del cliente. Existen tres grandes grupos en cuanto a su manipulación<sup>[5]</sup>: las frutas y hortalizas, los tubérculos y los cítricos. En el siguiente gráfico pueden observarse las distintas fases del proceso productivo en cada caso.

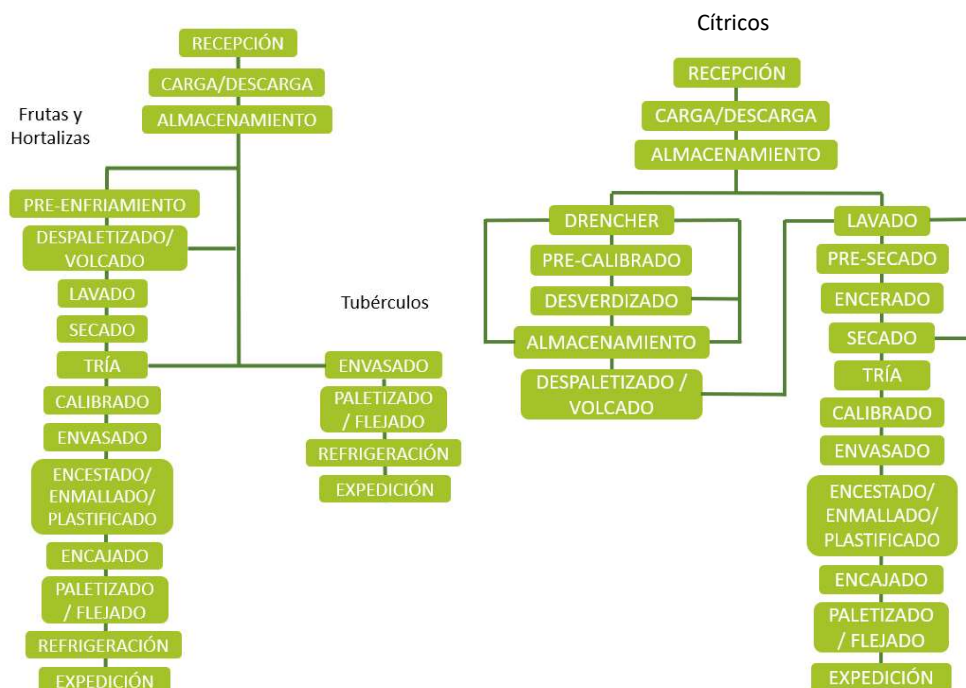


Figura 37: Fases del proceso productivo en centrales hortofrutícolas en función del tipo de producto



Como se puede observar, hay varias fases que son comunes a todos los tipos, relacionadas sobre todo con la entrada y la salida de los productos. A continuación de analizarán dichas fases en mayor profundidad, además de algunas específicas de un tipo de producto, pero de gran importancia. Como se comentó anteriormente, el orden de dichas operaciones puede variar en función del tipo de producto.

#### ***4.1 RECEPCIÓN***<sup>[5][98]</sup>

Los vehículos de transporte llevan a las centrales los productos recolectados. Una vez allí, se inspecciona el producto y se recogen datos relevantes como la procedencia, el código de trazabilidad, el estado del vehículo, tamaño del lote, calidad y daños en el producto... Dicha información se guarda en la base de datos de la compañía.

#### ***4.2 CARGA Y DESCARGA***<sup>[5][98]</sup>

La fase de carga y descarga, también llamada a veces fase de volcado, está directamente relacionada con la fase de recepción. Se realiza mediante carretillas eléctricas o otros vehículos, que transportan los productos desde el muelle de recepción hasta la zona de pre-refrigeración o la zona de almacenamiento que hace de entrada a la línea de manipulación de cada producto.

#### ***4.3 ALMACENAMIENTO Y PRE-ENFRIAMIENTO***<sup>[5][99][98][101]</sup>

El correcto almacenamiento del producto es esencial para mantener su calidad y prolongar su vida. Puede realizarse en cámaras frigoríficas o en zonas acondicionadas con este fin. En aquellos productos con alta velocidad de transpiración y cuando el clima es muy cálido es necesario eliminar el calor inicial del producto, por lo que las cámaras de enfriamiento son un paso indispensable. Sin embargo, otras veces, el producto no lo requiere y se puede pasar directamente a la fase de manipulación si la central está preparada para ello.

En caso de llevar a cabo un proceso de pre-enfriamiento, el método empleado dependerá de si el producto viene previamente envasado en el campo o no, y del tipo de producto. El almacenamiento puede realizarse mediante aire frío, agua fría o enfriamiento superficial. Las cámaras frigoríficas, que funcionan mediante aire frío, permiten el almacenamiento y enfriamiento simultáneo de los productos. Para productos sensibles que necesitan recuperar rápidamente una temperatura óptima, se puede emplear enfriamiento por aire forzado. Esta es una modificación de las cámaras frigoríficas es que se hace pasar el aire a alta velocidad. Para los productos que vienen envasados previamente, se emplea la tecnología *vacuum cooler* o enfriamiento por vacío, que disminuye la temperatura rápidamente. Para llevar a cabo este proceso, se disminuye la presión dentro del contenedor en que se encuentran los productos hasta alcanzar la presión de saturación, haciendo que el agua de su interior o agua previamente rociada se evapore,

enfriando así el producto. Los productos con una corta vida comercial necesitan un enfriamiento rápido que además garantice su hidratación, como es el caso de las cerezas, los espárragos o las ciruelas. En estos casos se emplea el *Hidrocooling*, que consiste en una ducha de agua fría.

#### **4.4 DESPALETIZADO Y VOLCADO**<sup>[5][98][101]</sup>

El proceso empleado depende de como se ha envasado el producto en su recolecta: en envases de plástico o palots. Habitualmente, los productos frescos se recogen en cajas o bandejas de plástico, que simplemente se vuelcan. No obstante, actualmente cada vez se emplean más palots, de manera que las centrales hortofrutícolas han tenido que invertir en maquinaria específica para este tipo de envase. El proceso de vaciado está bastante automatizado. En el caso de los productos que se dañan con facilidad al recibir golpes, se emplea la técnica de volcado en agua.

#### **4.5 OPERACIONES ESPECÍFICAS PARA CÍTRICOS**<sup>[5][98]</sup>

En el caso de los productos cítricos, se realizan una serie de procesos previos a la entrada de su línea de manipulación. Entre ellos destacan el drencher y el desverdizado. No obstante, también son bastante usados los tratamientos fungicidas.

##### **4.5.1 DRENCHER**

Se trata de un tratamiento para prevenir las enfermedades y plagas que pueden aparecer después de la cosecha, como la proliferación de hongos y bacterias durante el almacenaje. El drencher está conformado por una cabina en la que se pueden introducir uno o varios palets y un equipo que aplica el tratamiento químico. En algunas ocasiones el cliente limita el tratamiento utilizado, aunque es la central la que en todo momento toma las decisiones relativas al proceso a seguir. El drencher elimina la necesidad de realizar un proceso de escaldado.

##### **4.5.2 DESVERDIZADO**

Dependiendo de la época del año y la madurez en el momento es que se haya recolectado el cítrico, puede tener un aspecto u otro. Es frecuente que, una vez maduros, los cítricos presenten zonas verdes. A pesar de que se encuentran en condiciones óptimas para el consumo, con el fin de adaptarlo a la demanda de los consumidores se aplica el proceso de desverdizado. Consiste en la degradación de la clorofila mediante una atmósfera de etileno para así obtener el color amarillo o naranja característico de cada producto. Este proceso se realiza dentro de unas cámaras específicamente diseñadas con este fin, con una ventilación controlada y que contienen una gran cantidad de sensores para monitorear la temperatura, humedad y la concentración de distintos gases, ya que se trata de un proceso sensible. Tiene una duración de entre 1 y 3 días y debe realizarse con una alta humedad relativa.

#### **4.6 LIMPIEZA Y SECADO**<sup>[5][98][101]</sup>

La limpieza y el secado dependen de la forma y las características del producto. Con ellos se trata de eliminar el polvo, esporas, insectos y contaminantes que puedan traer consigo las frutas y hortalizas. El lavado generalmente se hace mediante agua y detergentes, generalmente alcalinos o neutros, y en ocasiones detergentes especiales para eliminar ciertos hongos como la negrilla. El detergente puede aplicarse por pulverización directa o mediante una cortina de espuma. En el enjuague es usual incluir algún tipo de oxidante para la desinfección del producto, como ozono o peróxido de hidrógeno.

El secado puede llevarse a cabo mediante energía eléctrica o mediante la combinación de energía eléctrica y térmica. El secado mediante energía eléctrica se hace empleando ventiladores y resistencias, que elevan la temperatura y aceleran la evaporación del agua de la superficie. Por otra parte, el secado empleando energía térmica necesita de un túnel de secado. La energía eléctrica se emplea para la ventilación del túnel y para el transporte de los productos por él, mientras que la energía térmica proviene de un calentador que eleva la temperatura del túnel.

Cabe destacar, que también es necesario lavar los envases en lo que se reciben los productos, para así poder ser reutilizados. Se someten primero a un proceso de lavado, luego a una desinfección, secado y posteriormente a un paletizado.

#### **4.7 ENCERADO**<sup>[5][98]</sup>

El encerado comúnmente se realiza en productos frescos como manzanas, melocotones, nectarinas, cítricos o pepinos, aunque no es imprescindible. Su aplicación o no depende del tipo de producto y de las especificaciones del cliente. Se trata de un tratamiento que restituye las ceras naturales que se eliminaron en las fases anteriores, sobre todo durante la limpieza. Con ello se pretende ayudar a disminuir la deshidratación, a la conservación del producto alargando su vida y a cerrar pequeños golpes y roturas que puedan haber sufrido durante el proceso. Además, mejoran el brillo y apariencia del producto y, en ocasiones, pueden contener fungicidas. Existen distintas formas de aplicación: en espumas, por nebulización, por inmersión o por goteo, entre otras. Para conseguir una aplicación uniforme se emplean rodillos y cepillos suaves.

#### **4.8 CALIBRACIÓN**<sup>[5][98][101]</sup>

La calibración se realiza en todas las centrales hortofrutícolas y suele llevarse a cabo con calibradores mecánicos o electrónicos. Es un paso previo a la clasificación y posterior calibrado que se hacen en el almacén. Puede hacerse por tamaño, color u otros aspectos físicos, tanto internos como externos. En empresas pequeñas o productos con morfología que hace difícil la automatización, como el apio o el brécol, se encargan de esta fase los operarios de manera manual, por lo que no supone consumo energético adicional.

### *MARCO LEGAL Y PLANES ESPECÍFICOS*

Para la elección de un calibrador automático, se tienen en cuenta distintas características del mismo como su rendimiento y la cantidad de productos distintos que puede clasificar. Los calibradores mecánicos miden el diámetro del producto, mientras que los calibradores electrónicos permiten medir el diámetro, peso y el color.

En ocasiones se emplean sistemas de selección óptima, que permiten detectar defectos de una manera más eficiente, incluidos defectos internos en el producto por temperaturas inadecuadas.

#### **4.9 ENVASADO**<sup>[5][98]</sup>

En envasado se lleva a cabo empleando maquinaria específica en función de la presentación final, que depende directamente del cliente. Los procesos más comunes son el enmallado, encajado, filmado, encestado y plastificado. Además, posteriormente se puede realizar un paletizado, que muchas empresas hacen de modo manual. Dependiendo del producto, en esta fase adicionalmente se lleva a cabo un control de calidad.

El envasado puede llevarse a cabo de manera automática a granel de manera que se llenan los envases hasta alcanzar el peso deseado, mediante máquinas encajadoras que emplean sistemas de succión para sujetar el producto y llevarlo hasta las cajas, o sistemas automáticos se encargan de pesar el producto, lo meten en su envase y posteriormente lo cierran.

#### **4.10 CONSERVACIÓN EN FRÍO**<sup>[5][98][102]</sup>

Se realiza con el fin mantener la calidad del producto. En ocasiones, es necesario llevar a cabo una refrigeración rápida, porque el producto debe salir pronto de la central o porque se deteriora con facilidad a temperatura ambiente. Según la FAO, las condiciones óptimas para la conservación de las frutas y hortalizas son una temperatura de entre -1 y 15°C, y una humedad relativa de entre 40 y 100%. Bajo estas condiciones es posible almacenar los alimentos durante entre 5 y 360 días, en el caso de algunas variedades de patata, cebolla o dátiles. Estas condiciones deben mantenerse también durante el transporte, una vez el producto ha salido de la central <sup>[102]</sup>.

#### **4.11 BALANCE DEL PROCESO**

A lo largo de las distintas fases del proceso productivo se necesita la aportación de energía y materias primas para generar el producto final. No obstante, además del producto final se generan otros subproductos, residuos y emisiones. Así, nos encontramos el siguiente balance:

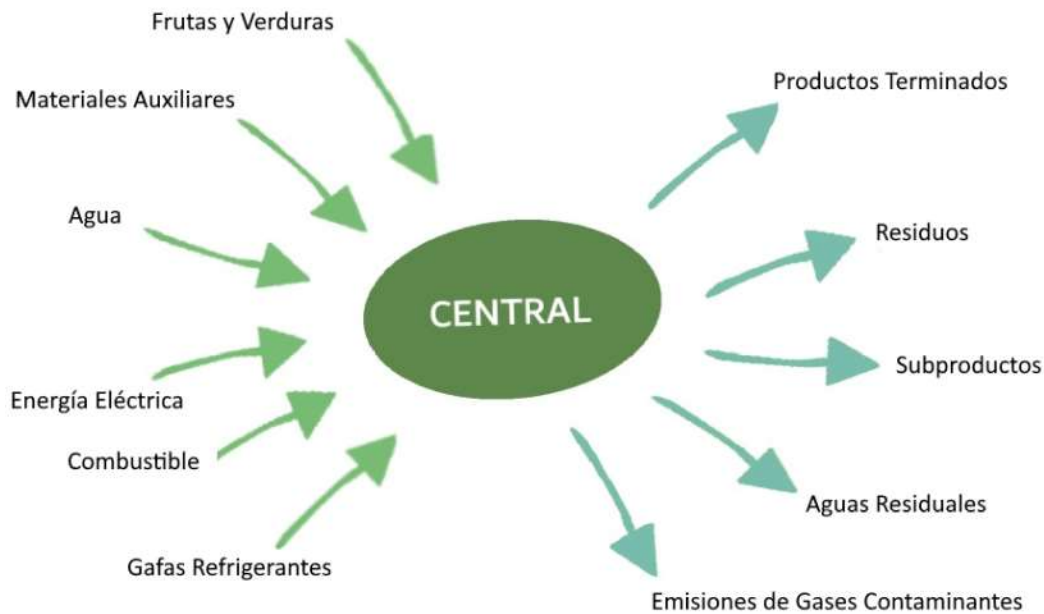


Figura 38: Balance del Proceso en las Centrales Hortofrutícolas

En cuanto a las entradas, los materiales auxiliares incluyen los distintos tipos de envases como bolsas, mallas y cajas. El agua será necesaria tanto para la fase de lavado de los productos, como para su uso sanitario y las labores de limpieza de la propia central. La energía eléctrica será necesaria para accionar la mayoría de los equipos, así como las tecnologías horizontales: la iluminación del recinto, el agua caliente sanitaria y la ofimática, entre otros. La energía térmica obtenida mediante combustibles también tiene un papel fundamental, ya que resulta fundamental para los vehículos y equipos específicos como las calderas. Los gases refrigerantes necesarios para los equipos de frío incluyen el R-410A que no daña la capa de ozono.

Centrando la atención ahora en las salidas, los productos terminados, serán las frutas y verduras envasadas y listas para el consumo. Pueden generarse subproductos como restos vegetales que incluyen los productos rechazados por no cumplir los estándares estéticos o de calidad y los huesos o hojas provenientes de los productos que sí se han empleado, y restos de materiales destinados al envasado, como plásticos, cartón y madera<sup>[100]</sup>. Además, también se generarán otros residuos, que en ocasiones pueden ser peligrosos, y emisiones de gases contaminantes provenientes de la combustión. Por último, se generarán aguas residuales.

## **Capítulo 5. ANÁLISIS DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN CENTRALES HORTOFRUTÍCOLAS**

El producto final del proceso llevado a cabo en las centrales hortofrutícolas son las frutas y hortalizas manipuladas y envasadas. En función del volumen obtenido, se clasifican las centrales en tres grupos principales<sup>[5]</sup>:

- Grandes: producen más de 15.000 toneladas
- Medianas: producen entre 5.000 y 15.000 toneladas
- Pequeñas: producen menos de 5.000 toneladas

La mayor parte de las centrales hortofrutícolas pertenecen a los grupos pequeño y mediano. El consumo energético de las centrales dependerá directamente del tamaño de la central. Si tenemos en cuenta las toneladas de producto final que salen de la central, proporcionalmente las centrales pequeñas son las que consumen más energía. Es decir, las centrales de mayor tamaño suelen ser más eficientes.

En las centrales hortofrutícolas se llevan a cabo una gran variedad de procesos, la mayoría de los cuales son realizados por máquinas que necesitan un aporte de energía eléctrica y, en ocasiones, también térmica. La energía térmica será fundamental para la calefacción de las instalaciones, los quemadores de las calderas y los equipos de refrigeración, mientras que la energía eléctrica será imprescindible para el procesado de los productos. Por ello, la energía eléctrica constituirá el principal consumo en las centrales hortofrutícolas. A continuación, se realizará un análisis energético del proceso, para identificar las fases en que tiene lugar el mayor consumo.

### ***5.1 EQUIPOS Y TIPOS DE ENERGÍA EMPLEADOS EN CADA FASE DEL PROCESO***

Prácticamente todas las fases del proceso implican un consumo de energía, ya que se encuentran automatizadas y para llevarlas a cabo hacen falta distintos equipos. No obstante, incluso los procesos que se realizan de forma manual implican un consumo energético, ya que el producto se mueve por dentro de la central con la ayuda de cintas transportadoras, accionadas por motores, y que conllevan un consumo de energía eléctrica. Así, como es lógico, no todas las fases implican el mismo consumo energético.

*ANÁLISIS DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN CENTRALES HORTOFRUTÍCOLAS*

En la siguiente tabla se indica aproximadamente la distribución del consumo energético total en las distintas fases:

FASE DE PROCESADO	%
Recepción de la materia prima, lavado, selección y calibrado	19,5
Procesado: cortado, molienda, calibrado, pelado, etc. Operaciones post-tratamiento, control de calidad y envasado	12,2
Refrigeración/almacenamiento en frío	46,4
Transporte	2,0
Aire acondicionado	2,5
Iluminación	7,8
Procesos auxiliares	9,6
<b>ENERGÍA TOTAL</b>	<b>100,0</b>

*Tabla 9: Porcentajes de Consumo de Energía en Centrales Hortofrutícolas Españolas (2010)<sup>[98]</sup>*

Se puede observar, que los mayores consumos se encuentran en los procesos de refrigeración y en las fases iniciales tras la llegada del producto a la fábrica. A continuación, se analizará con más detalle el tipo de energía consumido en cada etapa, así como los equipos que intervienen.

### **5.1.1 RECEPCIÓN:**

En esta etapa intervienen distintos equipos, entre los que se encuentran los volcadores, alimentadores, motores, luminarias, despaletizadores y carretillas. Todos ellos requieren de energía eléctrica para funcionar. Para la carga y descarga se recomienda emplear carretillas eléctricas para una mayor seguridad, aunque puede llevarse a cabo empleando carretillas de gas natural, butano, propano o de gasoil.

### **5.1.2 LAVADO Y SECADO**

Como se comentó anteriormente, la limpieza de los productos depende de sus características, como la morfología. Los sistemas más empleados son las duchas en línea, la inmersión de balsas, los tanques de agua y las duchas de palets. Así, serán necesarias cadenas transportadoras y motores para mantener los productos en movimiento, y bombas de agua y dosificadores tanto para el agua, como para el detergente y la desinfección. Todos estos elementos necesitarán energía eléctrica para funcionar.

Los túneles de secado constan de un quemador que puede ser de gasóleo, propano o de gas, y un intercambiador de calor. En ocasiones, este sistema es sustituido por una resistencia eléctrica. Con ello se conseguirá elevar la temperatura del túnel. Para asegurar

*ANÁLISIS DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN CENTRALES HORTOFRUTÍCOLAS*

un flujo de aire, serán necesarios también unos ventiladores, que necesitarán energía eléctrica para funcionar. De nuevo, para mantener el producto en movimiento será necesaria una cinta transportadora, accionada por un motor. Para reducir el espacio necesario, cada vez son más frecuentes los túneles de secado vertical. En estos casos resultan fundamentales los elevadores. Ambos equipos funcionan gracias a la energía eléctrica.

### **5.1.3 CALIBRADO, SELECCIÓN, MANIPULACIÓN Y ENVASADO**

Estas etapas del proceso se realizan de forma manual en muchas centrales, de manera que no suponen un gasto energético adicional. No obstante, en otras muchas centrales, sobre todo aquellas con grandes volúmenes de producción, el proceso se encuentra automatizado. Los volcadores siempre son eléctricos, mientras que las carretillas, al igual que en el proceso de carga y descarga, pueden ser de gasóleo, propano, butano o gas natural. En la fase de calibrado, además de la energía eléctrica, será necesaria la intervención de un operario. En cuanto al envasado, como se comentó anteriormente, pueden emplearse distintos equipos: de filmado, plastificado, enmallado, encajado, paletizado... todas ellas están accionadas mediante energía eléctrica. En algunos casos, estos equipos necesitan aire comprimido, por lo que se dispone también de compresores eléctricos. Además, las cajas deben ser previamente ensambladas, que de hacerse de manera automática suponen un consumo eléctrico adicional.

Durante todo este proceso, incluso si se realiza de forma manual, los productos se mueven gracias a las cintas transportadoras, accionadas por motores y que, una vez más, necesitan energía eléctrica para funcionar.

### **5.1.4 REFRIGERACIÓN**

Los equipos empleados en esta fase son muy diversos: túneles de frío, *vacuum coolers*, *hydrocooling*... Esto implica que en función de la tecnología empleada hará falta un número distinto de condensadores, compresores, bombas de agua, cortinas de aire, evaporadores... Para vencer el gradiente térmico y conseguir disminuir la temperatura hasta los valores necesarios emplean grandes cantidades de energía eléctrica.

### **5.1.5 CONTROL DEL PROCESO**

Distribuidos por la central se encuentran distintos sensores que recogen información que es almacenada para el control de calidad del proceso. Así, en todas las fases del proceso intervienen equipos electrónicos



## ***5.2 FACTORES QUE INFLUYEN EN EL CONSUMO ENERGÉTICO***

La cantidad de energía consumida depende de varios factores ambientales, y relacionados con la situación inicial del producto y de la central. A continuación, se muestran los elementos que más condicionan el consumo:

- Volumen de producción de la central, es decir, la carga de producto en las líneas y de su velocidad de avance.
- Estado inicial del producto, especialmente lo contaminado que esté y su temperatura interna.
- Calidad del combustible empleado, siendo de especial importancia su poder calorífico.
- Tamaño de la fábrica, del que dependen las distancias que debe recorrer el producto a lo largo del proceso y los desniveles a los que debe enfrentarse.
- Temperatura exterior, que determina el gradiente térmico al que deben hacer frente los equipos refrigerantes y las calderas.
- Temporalidad de los productos
- Iluminación de las instalaciones, especialmente para los procesos que requieren la intervención manual de operarios. Las fases de calibrado y envasado, por ejemplo, se realizarán a mayor velocidad si el operario ve claramente lo que está haciendo.
- Rendimiento de los equipos, sobre todo los térmicos, como calderas y equipos refrigerantes.
- Adecuado dimensionamiento de las instalaciones y equipos
- Aislamiento de las instalaciones

## ***5.3 ENERGÍA ELÉCTRICA Y POTENCIA INSTALADA***

Como se puede apreciar en el apartado 5.1, la mayor parte de la energía consumida en las centrales hortofrutícolas es de tipo eléctrico, suponiendo entre un 60 y un 100% de la energía consumida total <sup>[5]</sup>. Cabe destacar que, por lo general, las empresas que consumen una mayor proporción de energía eléctrica son aquellas que producen muchos tipos distintos de frutas y verduras y están activas durante todo el año, por lo que necesitan unas instalaciones de gran tamaño y varias líneas de producción.

El consumo total de energía eléctrica en las centrales depende de la época del año, ya que las frutas y hortalizas son productos que se trabajan por temporadas. De esta manera, algunas centrales no permanecen abiertas todo el año, sino únicamente en la época de cosecha del producto al que está orientada. En la siguiente figura, se muestra un ejemplo de consumo de una central que permanece abierta todo el año. En ella se aprecia claramente el pico de producción que se produce al principio del verano, cuando es la campaña de productos como el melón, la sandía, el pimiento y las frutas de hueso y de pepita. Además, la mayor temperatura exterior aumenta el gradiente térmico al que hacen frente las cámaras refrigerantes, de manera que aumenta su consumo eléctrico. El segundo pico se genera en invierno, cuando es temporada de brécol, coliflor y lechuga, entre otros.

*ANÁLISIS DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN CENTRALES HORTOFRUTÍCOLAS*

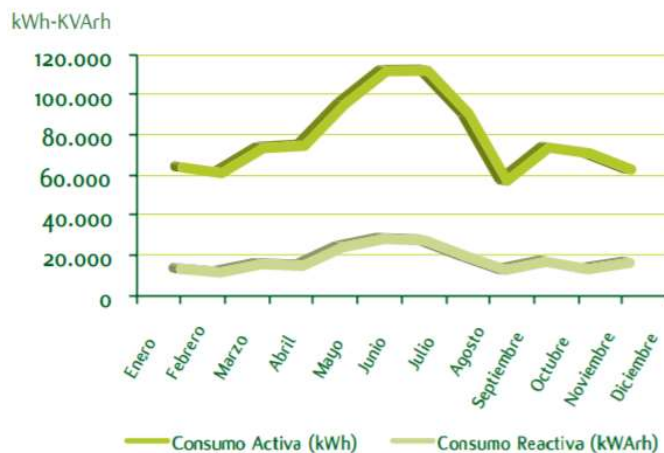


Figura 39: Consumo de potencia activa y reactiva de las centrales hortofrutícolas españolas (2010)<sup>[5]</sup>

Se aprecia que, junto a la potencia activa, también se consume potencia reactiva, aunque su demanda es prácticamente constante durante todo el año. Dado a la gran cantidad de energía demandada y a la presencia de equipos como motores y transformadores, es necesario que las centrales dispongan de contadores de potencia reactiva. Para evitar que la reactiva incremente demasiado el coste de la energía, se pueden instalar equipos destinados a la compensación de reactiva, como bancos de condensadores, que generan energía reactiva y, por tanto, disminuyen la demandada a la red.

En la siguiente tabla se muestra la potencia media instalada por fases de la producción en las centrales hortofrutícolas españolas:

	Potencia media instalada (kW)
Transporte	2.008
Lavado y secado	792
Iluminación	603
Refrigeración	394
Manipulación	174
Instalaciones auxiliares	102
Climatización	23
Sistemas informáticos	1
<b>TOTAL</b>	<b>4.096</b>

Tabla 10: Potencia media instalada por fases de producción en las centrales hortofrutícolas españolas (2010)<sup>[5]</sup>

Las fases con mayor potencia instalada serán aquellas que supongan un mayor consumo eléctrico. Teniendo esto en cuenta, la distribución final del consumo eléctrico en las distintas fases de la producción queda de la siguiente manera:

*ANÁLISIS DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN CENTRALES HORTOFRUTÍCOLAS*

Fase de producción	Consumo eléctrico (kWh)	%
Refrigeración	512.224	53,81
Manipulación	135.414	14,22
Instalaciones auxiliares	101.204	10,63
Iluminación	86.927	9,13
Lavado y secado	71.718	7,53
Climatización	28.229	2,97
Transporte	11.064	1,16
Sistemas informáticos	5.174	0,54
<b>TOTAL</b>	<b>951.954</b>	<b>100</b>

*Tabla 11: Distribución del consumo eléctrico total por fases de la producción<sup>[5]</sup>*

Como era de esperar, el mayor consumo se atribuye a la fase de refrigeración, seguida de la fase de manipulación. No obstante, cabe destacar que la energía necesaria para la refrigeración varía mucho en función del tipo de producto. Así, por ejemplo, las patatas consumen 20kWh menos por tonelada producida que las frutas.

La energía eléctrica, que posteriormente se transforma en energía mecánica, resulta fundamental para la mayoría de los equipos. Así, como se puede observar en la anterior tabla, su consumo medio ronda los 950 MWh. Dicha energía se obtiene directamente de la red eléctrica a través de un centro de transformación, aunque cada vez más, las empresas hortofrutícolas apuestan por la instalación de fuentes de energía para el autoconsumo, como pueden ser los paneles solares para así limitar la dependencia energética y reducir sus gastos. Teniendo en cuenta un precio medio de la electricidad en España de aproximadamente 56,58 €/MWh <sup>[103]</sup> (sin tener en cuenta el actual pico en el precio de la electricidad), el gasto eléctrico de una central hortofrutícola que consume 950 MWh se encuentra alrededor de los 53.754 €/año, aunque varía mucho en función de la central de la que se trate, pudiendo superar los 300.000€ al año. Dicho consumo podría reducirse notablemente aplicando las medidas de eficiencia adecuadas, que se expondrán posteriormente, y la correcta comprensión de los términos de la factura eléctrica.

Con el fin de poder comparar las distintas centrales hortofrutícolas en el ámbito del consumo y eficiencia energética, existen dos indicadores:

- Consumo eléctrico por kg producido (kWh/kg): En España se sitúa en torno a 0,052kWh/kg.<sup>[104]</sup>
- Coste eléctrico por kg producido (€/kg): En España se sitúa en torno a 0,005€/kg.<sup>[104]</sup>

No obstante, los valores de estos indicadores en el país son muy heterogéneos, lo que se debe en gran parte a las diferencias meteorológicas entre las distintas comunidades y la diferencia en volúmenes de producción.

## 5.4 ENERGÍA TÉRMICA

La energía térmica consumida procede de combustibles, que se emplean sobre todo en las calderas y en las carretillas para la carga y descarga, por lo que su consumo es mucho menor que el de energía eléctrica. Principalmente se emplea gasoil, siendo la proporción de otros combustibles como el propano o el butano poco representativa: por lo general no llega al 5%<sup>[5]</sup>. La energía térmica supone únicamente un 15% del consumo energético total, aproximadamente, aunque puede variar bastante en función de la central, pudiendo representar desde el 0% hasta el 40% del total<sup>[5]</sup>, aunque su uso sigue una tendencia a la baja, con el fin de reducir las emisiones y obtener centrales más respetuosas con el medio ambiente. La cantidad de energía térmica necesaria se incrementa notablemente si tenemos en cuenta procesos posteriores como la pasteurización de los zumos.

En la siguiente gráfica, puede observarse el consumo promedio de gasóleo en las centrales hortofrutícolas españolas:

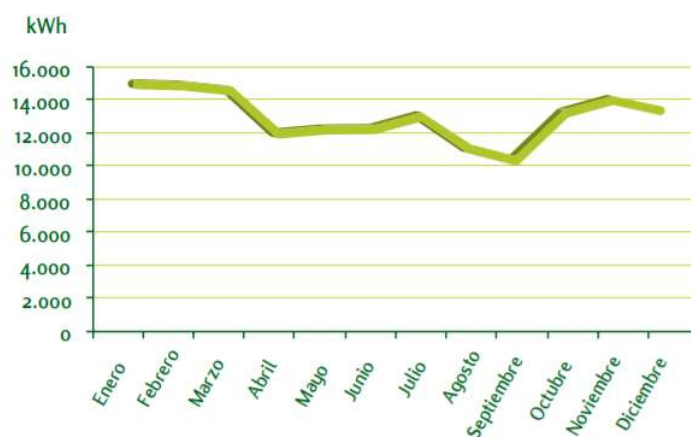


Figura 40: Consumo medio de gasoil en las centrales hortofrutícolas españolas (2010)<sup>[5]</sup>

Cabe destacar que en la gráfica de consumo se aprecia menos la temporalidad de los productos, y los picos producidos durante las épocas de cosecha son mucho menores que en la energía eléctrica. Esto se debe a que gran parte del combustible se emplea durante la fase de secado, y tanto en verano como en invierno existen productos en los que esta fase es fundamental, como los cítricos en invierno y los pimientos en el inicio del verano. El consumo de combustible debido a otros procesos, como la carga y descarga en que se emplean las carretillas, aunque solo en las actividades realizadas en el exterior, se mantiene prácticamente constante durante todo el año experimentando un ligero ascenso durante los picos de producción. El consumo de combustible para otras actividades es prácticamente despreciable. En la siguiente tabla, se muestra la distribución del consumo de combustible en función de las fases del proceso productivo:

*ANÁLISIS DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN CENTRALES HORTOFRUTÍCOLAS*

Fases de producción	Consumo de gasóleo (kWh)	Consumo (%)
Lavado y secado	144.159	92,52
Transporte	11.414	7,33
Instalaciones auxiliares	243	0,16
TOTAL	155.816	100

*Tabla 12: Distribución del consumo de gasóleo por fases del proceso productivo en centrales hortofrutícolas españolas (2010)<sup>[5]</sup>*

## **Capítulo 6. ANÁLISIS DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN SUPERMERCADOS**

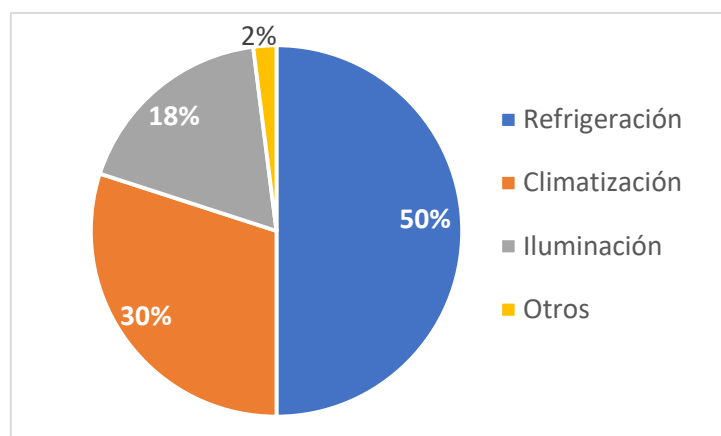
Los supermercados reciben una gran cantidad de productos: desde frescos como frutas, hortalizas, carnes y pescados, pasando por conservas y productos no perecederos, hasta productos de higiene personal y limpieza. Es por esta variedad que los supermercados deben tener unas instalaciones adecuadas para asegurar la calidad de los productos que venden y, a la vez, crear una experiencia de compra favorable para el cliente. Para todo ello, son necesarios una gran cantidad de equipos como neveras, congeladores o equipos de climatización. Todos ellos conllevan un consumo energético, que, en la gran mayoría de los casos, es completamente de origen eléctrico. Así, en la mayoría de países, los supermercados son uno de los grandes consumidores de energía. A continuación, se realizará una descripción del balance energético de este tipo de establecimientos, con el fin de identificar los mayores consumos y así poder aplicar medidas de eficiencia para explotar el gran potencial de ahorro energético que tienen los supermercados, que ronda el 30%<sup>[6]</sup>

### ***6.1 DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO***

La distribución del consumo eléctrico en los supermercados depende de varios factores, como pueden ser la época del año, el tamaño del local, la hora del día y la ubicación geográfica del establecimiento. No obstante, hay un aspecto clave que prevalece en todos los establecimientos: los equipos de refrigeración suponen el mayor consumo. De hecho, suponen entre un 35 y un 60% del consumo total de energía eléctrica<sup>[6]</sup>. Estos equipos de refrigeración incluyen las neveras, cámaras de frío y congeladores.

En el siguiente gráfico, se representa una distribución aproximada del consumo energético en los supermercados:

*ANÁLISIS DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN SUPERMERCADOS*



*Figura 41: Distribución del consumo energético en los supermercados*

Como se puede observar, la climatización del local supone el segundo gran consumo en los supermercados. Varía mucho según la localización geográfica: en el noroeste peninsular se encuentra en torno al 2-5%, en el centro y noreste peninsular en torno al 15-20%, y en el sur peninsular entre el 25 y el 35%. Para esta tarea, hacen falta bombas de calor y enfriadoras<sup>[6]</sup>.

La iluminación supone el 18% del consumo eléctrico<sup>[6]</sup>. Cabe destacar que una gran cantidad de supermercados aún cuentan con lámparas fluorescentes, aunque en los últimos años cada vez más supermercados apuestan por la tecnología LED.

Por último, encontramos otros consumos mucho menores, como la ofimática y cámaras de seguridad.

Cabe destacar, que en algunos casos los supermercados disponen de hornos. En este caso, el consumo de la iluminación se reduce a un 9%, obteniendo así un consumo del 8% para los hornos.

## **Capítulo 7. MEDIDAS DE EFICIENCIA CON INVERSIÓN. DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS**

El consumo energético tanto de los supermercados como del sector hortofrutícola podría disminuirse notablemente con la aplicación de una serie de medidas de eficiencia energética. Dichas medidas pueden clasificarse en dos grupos principales en función de la inversión necesaria para su implantación: renovación de equipos y modificación de las instalaciones, lo que supone una inversión económica en muchos casos considerable, y medidas que se pueden implantar con los recursos de los que ya se dispone, con una mínima inversión o ninguna. En este capítulo, se estudiarán algunas medidas que implican una inversión económica. Dicha inversión no genera beneficios ni económicos ni ambientales inmediatos. Los beneficios económicos se empiezan a observar a medio plazo, cuando el ahorro energético que conllevan se transforma en beneficio una vez amortizado el equipo. Sin embargo, los beneficios ambientales no son fácilmente observables, ya que son beneficios a largo plazo y que afectan a nivel global. Dadas estas circunstancias, y teniendo en cuenta que muchas empresas hortofrutícolas son PYMES y, por tanto, no suelen tener una gran capacidad de inversión, cobran especial importancia las ayudas proporcionadas por los distintos organismos nacionales e internacionales expuestas en el Capítulo 2. Sin estas ayudas, la inversión en eficiencia resulta poco atractiva para este tipo de empresas.

### ***7.1 INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES***

La energía fotovoltaica es una tecnología limpia de fácil instalación y que necesita poco mantenimiento. Además, permite producir electricidad en el mismo lugar en que se va a consumir, evitando las pérdidas y costes asociados al transporte de la misma.

Los paneles solares se basan en la capacidad de los materiales semiconductores de absorber la energía de la radiación solar, haciendo que los electrones de valencia circulen a través del material, generando una corriente eléctrica continua y, en consecuencia, una diferencia de potencial entre las caras del material.

La potencia de los módulos fotovoltaicos se expresará en W pico, en función de unos valores de referencia a 25°C y con una radiación de 1000W/m<sup>2</sup>. Así, la energía producida se obtendrá del producto de la potencia nominal de pico por las horas pico, que son aquellas es que se da la intensidad solar de referencia. Las horas pico varían en función



*MEDIDAS DE EFICIENCIA CON INVERSIÓN. DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS*

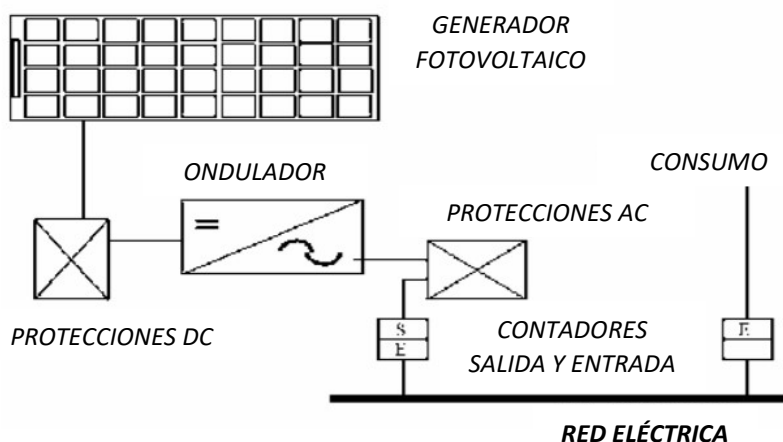
de la zona del país en que nos encontremos, siendo mayor en el sur peninsular y en Canarias y mayor en el noroeste peninsular. Además, las horas pico también dependen de la estación del año. Así, de media en España se cuenta con 5 horas pico en verano y entre 2 y 4 horas pico en invierno <sup>[107]</sup>.

Existen dos formas principales de explotar la energía fotovoltaica: en sistemas aislados o en sistemas conectados a la red eléctrica. En las primeras, el excedente de energía se almacena en baterías para su uso cuando sea necesario, mientras que en el segundo grupo se inyecta en la red. Tanto en el caso de las centrales hortofrutícolas como en los supermercados, lo habitual es tener un sistema fotovoltaico conectado a la red, de ser posible. Para ello es necesario que exista una red de distribución cercana que permita la inyección de energía. Tener una instalación de este tipo resulta beneficioso, ya que no solo se ayuda a cubrir la curva de demanda de la red eléctrica durante sus horas punta, que por lo general se producen en las horas de más radiación solar, sino que además suponen un ingreso extra. La energía que se introduce en la red puede facturarse a un precio superior al que se compra la energía cuando la generada por los paneles fotovoltaicos no resulta suficiente. Además, la instalación de placas fotovoltaicas permite mejorar la certificación energética de la empresa. Así, tras distintos estudios en empresas hortofrutícolas se ha llegado a la conclusión de que a partir de aproximadamente los 9 años se comenzarán a obtener beneficios económicos<sup>[5]</sup>. Teniendo en cuenta que la vida de los paneles solares es de alrededor de 30 años, la inversión en este tipo de energía resulta rentable. Para tener una visión aproximada de la inversión inicial necesaria, en la siguiente tabla se indica el precio orientativo en función de los kW pico:

POTENCIA PICO	PRECIO
2-3kWp	3.500-4.500€
4-5kWp	4.500-6.000€
6-7kWp	6.000-8.000€
>7kWp	>8.000€

*Tabla 13: Precio orientativo en función de los kWp de la instalación de un sistema fotovoltaico<sup>[111]</sup>*

Una instalación de energía fotovoltaica debe constar de los siguientes elementos:



*Figura 42: Elementos de una instalación fotovoltaica conectada a red<sup>[107]</sup>*

*MEDIDAS DE EFICIENCIA CON INVERSIÓN. DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS*

El generador fotovoltaico fabricarse empleando distintos semiconductores:

<b>TECNOLOGÍA</b>	<b>EFICIENCIA</b>
Silicio Monocristalino	13-15%
Silicio Policristalino	11-13%
Silicio Amorfo	7%

*Tabla 14: Tipos de paneles fotovoltaicos<sup>[107]</sup>*

Los paneles de silicio amorfo son más económicos que los de silicio cristalino, sin embargo, como puede apreciarse en la tabla anterior, son menos eficientes.

Por otra parte, como se comentó previamente, los paneles fotovoltaicos generan corriente continua, por lo que para inyectar la energía sobrante a la red resulta fundamental disponer de un inversor y un regulador de tensión que la transformen en corriente alterna y aseguren el sincronismo con la red externa. Los contadores permitirán registrar tanto la energía generada como la energía enviada a la red.

Existen varias posibilidades a la hora de instalar placas solares: sobre tejados y cubiertas, sobre el terreno o integrándolo en los edificios. Lo más común en centrales hortofrutícolas y supermercados es aprovechar la parte superior de los edificios para su instalación. Por lo general, se emplean módulos prefabricados que se colocan sobre una estructura cuyo material depende de la ubicación geográfica del inmueble y de si la superficie del tejado es plana o inclinada.

## ***7.2 SUSTITUCIÓN DE FLUORESCENTES POR LÁMPARAS LED***

Una correcta iluminación resulta fundamental para incrementar la productividad en las centrales hortofrutícolas y evitar accidentes, y en los supermercados son muy importantes para generar un ambiente adecuado que resulte agradable para el cliente. Así, deben de evitarse los deslumbramientos directos e indirectos, y seleccionar lámparas con la temperatura y potencia adecuadas.

Para que el sistema sea eficiente, deben emplearse luminarias de alto rendimiento, es decir, con lámparas de bajo consumo, pero eficacia luminosa alta (lumen/W).

En el diseño de los sistemas de iluminación deben tenerse en cuenta varios factores<sup>[107]</sup>:

- **Niveles de Iluminación Mantenidos:** Debe establecerse una iluminación inicial superior, que ira decayendo por la pérdida de flujo de la propia lámpara y por la suciedad acumulada. Así, resulta fundamental una limpieza y mantenimiento frecuente de los equipos para mantener un nivel de iluminación adecuado y prácticamente constante, para lo que se sustituirán los equipos cuando estén a punto de alcanzar su nivel de iluminación mínimo.
- **Tiempo de Ocupación:** Asegurar que la iluminación quede apagada cuando cesa la actividad de la empresa constituye una gran fuente de ahorro energético.

*MEDIDAS DE EFICIENCIA CON INVERSIÓN. DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS*

- **Adaptación a la Luz Natural:** Debe tenerse en cuenta la cantidad de ventanas de las que dispone el inmueble, así como la orientación del mismo y la proximidad a objetos que le den sombra, como grandes árboles o edificios. Aprovechar las horas de luz también es una gran fuente de ahorro.

En cuanto a la eficiencia energética, las lámparas se distinguen por su eficacia luminosa y sus propiedades cromáticas. El índice de rendimiento de color (Ra) indica la definición de los colores que pueden observarse con esa lámpara. Así, las lámparas con  $Ra < 80$  <sup>[107]</sup>, es decir, pobre o bueno, no se deben emplear para iluminar espacios interiores en los que la gente vaya a permanecer mucho tiempo. Por otra parte, las fuentes de luz se dividen en tres grupos en función de su temperatura. La elección de un tipo u otro depende de las preferencias del cliente.

Blanco cálido	$T_c < 3300K$
Blanco neutro	$3300K < T_c < 5300K$
Blanco frío	$T_c > 5300K$

*Tabla 15: Clasificación de las fuentes de luz en función de su temperatura<sup>[107]</sup>*

Teniendo en cuenta estas características, en los últimos años las lámparas LED han ido cobrando cada vez más importancia. Las características de las instalaciones industriales por su potencia, superficie y horas de uso, hacen que el ahorro derivado de la implantación de sistemas de iluminación LED sea considerable. Esto se debe a que presentan grandes ventajas con respecto a las lámparas tradicionales o halógenas:

- **Pueden reactivarse al instante en caso de apagado inesperado.** Las lámparas halógenas tardan como mínimo 2 minutos en encenderse<sup>[112]</sup>. Las LED por el contrario se encienden de manera instantánea y, gracias a su bajo consumo, pueden alimentarse con baterías en caso de apagón, lo que permite un alumbrado continuo.
- **Fabricadas con materiales resistentes.** Las lámparas halógenas están hechas de vidrio de manera que al sufrir impactos pueden romperse, al igual que al final de su vida útil cuando ya no pueden contener en su interior el arco eléctrico. Las lámparas LED pueden fabricarse sin emplear vidrio y, en muchos casos, se sustituye por plástico.
- **Vida útil de 5 a 10 veces mayor.** Las lámparas LED mantienen su intensidad luminosa a lo largo de su vida útil, que son aproximadamente 100.000 horas. Por el contrario, las lámparas halógenas, aunque tienen una vida útil de 10.000h, cuando llegan a la mitad de este tiempo pierden más del 30% de su brillo, lo que hace necesario que se cambien antes<sup>[112]</sup>.
- **Ahorro energético superior al 50%.** Actualmente, a parte de las lámparas LED, solo algunos tipos de lámparas de vapor de sodio alcanzan estos niveles de eficiencia, aunque se emplean principalmente en el alumbrado vial.
- **Más lúmenes con la misma potencia.** Así, los halógenos de 400W podrían sustituirse por lámparas LED de 208W, lo que supone una reducción en su huella de carbono de 85,28g de CO<sub>2</sub> por hora de funcionamiento<sup>[113]</sup>.

### *MEDIDAS DE EFICIENCIA CON INVERSIÓN. DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS*

Teniendo esto en cuenta, las lámparas LED suponen un gran ahorro económico, no solo por su menor consumo energético, sino por su mayor vida útil y su menor mantenimiento.

## ***7.3 INSTALACIÓN DE BATERÍAS DE CONDENSADORES***

Como se mencionó anteriormente, esta medida cobra especial importancia en aquellas instalaciones que cuenten con motores, lámparas de descarga o transformadores. Estos equipos provocan una descompensación en la onda de tensión, consumiendo potencia reactiva además de potencia activa, lo cual se traduce en un incremento de la factura energética.

Las baterías de condensadores generan potencia reactiva, de manera que se evita demandar grandes cantidades de reactiva a la red. En muchos casos, puede resultar en demanda nula de potencia reactiva de la red externa. Así, produce un ahorro económico y no energético.

Estos equipos suelen instalarse cerca del transformador de entrada o del cuadro eléctrico principal, para compensar la potencia reactiva de toda la instalación. La inversión inicial depende de la potencia instalada pudiendo variar entre los 600€ para consumos muy pequeños, hasta los 200.000€ para instalaciones que consumen a media tensión<sup>[114]</sup>. No obstante, el ahorro será mayor cuanto mayor sea la potencia de la instalación. Así, los periodos de retorno estarán en torno a los 1,2 y 3,6 años<sup>[5]</sup>.

## ***7.4 INSTALACIÓN DE CORTINAS DE AIRE EN CÁMARAS FRIGORÍFICAS***

El aumento de la temperatura en las cámaras frigoríficas debido a la apertura de sus puertas supone una gran pérdida de energía, tanto en las centrales hortofrutícolas como en los supermercados. En algunos supermercados, ni siquiera disponen de puerta. En algunas centrales hortofrutícolas, las cámaras frigoríficas disponen de cortinas de plástico PVC, pero su eficiencia es muy baja.

Las cortinas de aire son una muy buena opción para solucionar este problema. El sistema se basa en inyectar aire a grandes velocidades, evitando las corrientes de aire entre dos estancias separadas o, en este caso, la cámara frigorífica y el exterior. Disminuyen en un 60% las pérdidas de frío<sup>[115]</sup> y evitan la entrada de la humedad ambiente exterior, para así mantener los niveles de humedad relativa deseados en el interior de la cámara. Por otra parte, este ahorro energético implica que la cámara tendrá que realizar un trabajo menor para mantener la temperatura constante, de manera que se alarga la vida útil del equipo.

Tras la inversión en este sistema, el periodo de retorno será de aproximadamente 7 años.

## **7.5 INSTALACIÓN DE VARIADORES DE VELOCIDAD EN LOS MOTORES PRINCIPALES**

Los variadores de velocidad pueden emplearse en distintos equipos con carga variable, como bombas centrífugas, ventiladores, cintas transportadoras o compresores. De esta manera, se pueden emplear para optimizar los sistemas de climatización, agua caliente sanitaria, las cadenas de manipulación y los sistemas de ventilación, entre otros. A continuación, se analiza la utilidad de los variadores de velocidad de algunos de estos sistemas:

- **Control de la presión de agua:** Tradicionalmente, se mide la presión del agua y se varía mediante el arranque y parada de las bombas de agua a caudal aproximadamente constante, lo que supone un gran consumo. Los variadores de velocidad permiten modificar el caudal, modificando la velocidad de las bombas en función de la demanda.
- **Sistemas de ventilación:** El caudal de aire que es necesario extraer e introducir en un recinto depende de su ocupación, estando regulado su magnitud por persona. Los variadores de velocidad permiten modificar el flujo de aire entre el interior y el exterior sin necesidad de encender y apagar los equipos.
- **Compresores:** El rendimiento de los condensadores disminuye al reducirse la producción, por lo que, de no tener variadores de velocidad, es más eficiente disponer de muchos compresores de distintas capacidades que funcionen a plena potencia. No obstante, esto supone una mayor inversión.

Los variadores de velocidad permiten adaptar la velocidad de giro del motor, convirtiendo los parámetros de tensión y frecuencia en variables. Así, el motor se adapta a las necesidades en cada instante, aumentando su rendimiento y disminuyendo su consumo energético. Modificando el voltaje se podrá actuar sobre el par aplicado por el motor, mientras que modificando la frecuencia se puede variar su velocidad. Sin estos equipos, la velocidad y par del motor estarían fijados por la tensión y frecuencia de la red, que son constantes.

El ahorro energético depende de varios factores, como las horas de funcionamiento de los equipos, pero se encuentra entre el 20 y 50%. Así, su periodo de amortización en la mayoría de los casos es menor de un año. Además, tiene un papel fundamental en la reducción de la huella de carbono. La amortización ecológica en términos de la huella de carbono es 0,5 días <sup>[117]</sup>. Es decir, tras medio día funcionando reduce las emisiones de manera que se compensa completamente las emisiones generadas durante su fabricación.

## 7.6 ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA EL CALENTAMIENTO DE AGUA

Tanto en los supermercados como en las centrales hortofrutícolas puede ser necesario emplear agua caliente para varios procesos: agua caliente sanitaria, calefacción, producción de vapor... Como se comentó anteriormente, la normativa europea indica que los edificios de nueva construcción deben contar con sistemas de producción de energía solar térmica con estos fines.

Las centrales termo solares son una fuente de energía renovable constituida por un colector solar, un sistema de almacenamiento, un sistema de transporte de la energía y un sistema de consumo.

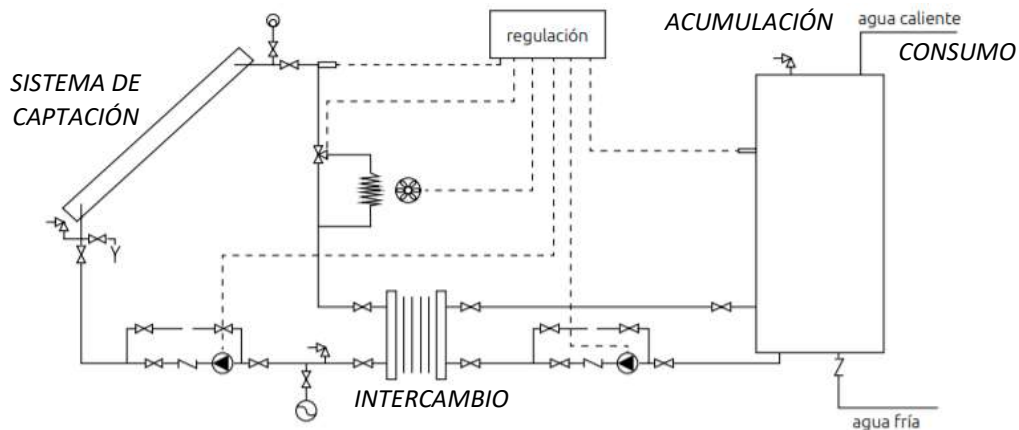


Figura 43: Esquema del sistema de calentamiento de agua mediante energía solar térmica<sup>[98]</sup>

- **SISTEMA DE CAPTACIÓN:** El colector capta la radiación solar y la transforma en energía térmica. En este proceso, se pierde parte de la energía recibida. A mayor temperatura del fluido de trabajo, las pérdidas serán mayores, hasta alcanzar la temperatura de equilibrio a la cual la energía captada es igual a las pérdidas. Así, se obtiene un fluido a temperatura constante que ronda los 150-200°C<sup>[107]</sup>. Para seleccionar los colectores, deben tenerse en cuenta varios factores:

- Rendimiento a la temperatura de trabajo
- Durabilidad
- Integración arquitectónica
- Materiales lo menos contaminantes posibles

Para temperaturas bajas, menores de 100°C, pueden emplearse dos tipos de colectores:

- **Colectores de placas planas.** Pierden más calor al medio. Instalación en superficie horizontal
- **Colectores de tubos de vacío.** Tienen un mayor rendimiento y mayores posibilidades de integración en los edificios. Esto se debe a su mayor flexibilidad de montaje, que permite la instalación en superficies verticales u horizontales.

### *MEDIDAS DE EFICIENCIA CON INVERSIÓN. DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS*

- **SISTEMA DE ACUMULACIÓN:** La producción de energía se concentra en las horas de sol. Así, para adaptarla a la demanda será necesario un sistema de acumulación que permita emplearla en cualquier momento del día.
- **SISTEMA DE INTERCAMBIO:** En el se transfiere la energía de los captadores al agua de consumo. Se trata de un circuito indirecto, es decir, en el que existen un circuito primario que capta la energía y la lleva hasta el intercambiador, y un circuito secundario, que recibe la energía del primario que lleva la energía térmica a los acumuladores y el consumo.

El agua caliente que sale del sistema termo-solar pasa a la entrada de agua fría de la instalación, y posteriormente en el momento del consumo pasará por un sistema de calentamiento tradicional, como una caldera. De esta manera, disminuye el gradiente térmico al que tiene que hacer frente la caldera y, por consiguiente, se reduce su consumo de combustible.

El ahorro energético obtenido depende de varios factores como la demanda de energía, el tamaño de la instalación, la energía que se sustituya y de la climatología de la zona. Habitualmente se ahorra entre un 50 y un 70% de energía térmica. Teniendo en cuenta que la vida útil de estas instalaciones es de aproximadamente 25 años y que los precios de la electricidad y el gas siguen una tendencia ascendente, comenzarán a obtenerse beneficios a partir de los 6-7 años. Este periodo puede reducirse a entre 4 y 5 años si se dispone de una ayuda para su instalación<sup>[118]</sup>.

## **7.7 MEJORA DEL AISLAMIENTO**

Un correcto aislamiento de las instalaciones y equipos es fundamental por cuatro razones:

- **Disminuir el consumo energético:** Se evita el flujo de calor indeseado a través de los materiales, reduciendo las pérdidas energéticas en un 97 o 98% respecto al sistema sin ningún tipo de aislamiento. Además, con ello se alargará la vida de los equipos.<sup>[119]</sup>
- **Protección del personal:** Evitar temperaturas superficiales de los equipos que puedan provocar accidentes en los trabajadores y clientes. Además, las temperaturas superficiales altas aumentan el riesgo de incendio. Se consideran seguras las temperaturas superficiales menores de 50°C, por lo que todas las superficies que tengan una temperatura mayor deberían de estar aisladas.<sup>[119]</sup>
- **Buen desarrollo del proceso:** Evitar transferencias de calor que provoquen problemas en el proceso productivo. Se busca la estabilidad térmica.
- **Reducción de las emisiones:** Al disminuir el consumo energético, disminuyen las emisiones de gases contaminantes, ya que la mayor parte de la energía térmica empleada procede de la combustión de combustibles fósiles.

Existen diversos materiales aislantes que pueden emplearse en función de la temperatura que deban soportar. Su montaje dependerá de si se trata de una superficie

*MEDIDAS DE EFICIENCIA CON INVERSIÓN. DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS*

plana o cilíndrica, como una tubería. En la siguiente tabla se muestra una relación de los principales materiales aislantes, su temperatura máxima y algunas características relevantes<sup>[119]</sup>:

<b>AISLANTE</b>	<b>TEMPERATURA DE TRABAJO</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
Lana Mineral	0 a 800°C	-Aislante térmico y acústico -Protección contra el fuego
Vidrio Celular	-265°C a 430°C	-Aislante térmico -Protección contra el fuego
Espuma Elastomérica	-220°C a 175°C	-Instalaciones de exterior -Barrera de vapor de agua -Reduce riesgos de condensación
Material Microporoso	Hasta 1000°C	
Fibra Cerámica	Hasta 1200°C	
Aerogel	Hasta 1000°C	

*Figura 44: Materiales para Aislamiento*

El estado del aislamiento debe de revisarse de forma periódica para asegurar su correcto funcionamiento.

Tanto en las centrales hortofrutícolas como en los supermercados resulta fundamental un buen aislamiento de las instalaciones para así evitar pérdidas energéticas y condensaciones en las cámaras frigoríficas, en las tuberías de transporte de fluidos, las válvulas, en la climatización y en las calderas. A la hora de elegir el aislante adecuado, debe tenerse en cuenta que debe tener una baja conductividad térmica (no superior a 0,04W/m°C) y que su temperatura de trabajo por lo general se encuentra entre los -50 y 110°C. La inversión inicial necesaria depende de muchos factores, como el material elegido, su espesor y el formato en que se emplee: en rollo, planchas, con autoadhesivos... Por ello el periodo de retorno será muy variable.

## ***7.8 SISTEMAS DE CONTROL DEL CONSUMO ENERGÉTICO***

La optimización de los procesos y la minimización de las pérdidas energéticas en las empresas actuales es muy complicada si no se dispone de la información necesaria, debido a la complejidad de las instalaciones y equipos. De esta manera, la monitorización de los procesos y la recopilación de información resulta fundamental. Con este fin, será necesario un gran número de sensores, así como redes de comunicación interna y softwares específicos para la gestión energética. Como se comentó anteriormente, la certificación ISO 50001 indica la necesidad de disponer de SGE (Sistemas de Gestión de la Energía).



### *MEDIDAS DE EFICIENCIA CON INVERSIÓN. DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS*

Con la implantación de estos sistemas se busca mejorar el rendimiento energético, reduciendo los gastos energéticos en aproximadamente un 10%, para así disminuir la emisión de gases de efecto invernadero<sup>[120]</sup>. Esto se debe a que permite identificar los consumos innecesarios y facilita la implantación de otras medidas de eficiencia. Puede hacerse en cualquier tipo de empresa, sin importar su tamaño o ubicación geográfica. Con ello, se pretende obtener sistemas que estén continuamente mejorando y puedan responder rápidamente a las necesidades.

Para el óptimo funcionamiento del sistema serán necesarios distintos equipos como:

- **Analizador de Red:** Medida de energía, potencia y otras variables eléctricas de cada uno de los equipos
- **Contador de Energía:** Medida de la energía activa y reactiva
- **Centralizador de Impulsos**

Los SGE no solo traen beneficios económicos a medio plazo derivados del ahorro energético, sino que además ayudan a mejorar la imagen de la empresa y, en ocasiones, disponer de la certificación ISO 50001 es un requisito para participar en concursos públicos.

## ***7.9 OPTIMIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN***

Para el máximo confort de los empleados y clientes, el aire ambiente debe encontrarse a una temperatura de aproximadamente 21°C y a una humedad relativa del 50%<sup>[105]</sup>. Para obtener estas condiciones, será necesario emplear un sistema de climatización. Además, debe haber entrada de aire fresco a las instalaciones para mantener unos niveles adecuados de oxígeno, otros gases y partículas. El diseño del sistema debe hacerse teniendo en cuenta que la potencia debe ser suficiente para producir el calor necesario en invierno y el frío necesario en verano. De esta manera, la potencia instalada varía notablemente en función de la localización geográfica del establecimiento.

Los procesos y equipos que pueden provocar un aumento de la temperatura en el recinto son los siguientes:

- Conducción de calor por las paredes, el suelo y el techo
- Infiltraciones de aire exterior a mayor temperatura
- Calor disipado por los productos que entran al establecimiento
- Calor disipado por los equipos
- Calor disipado por los propios clientes y trabajadores. A la hora de regular la temperatura, debe tenerse en cuenta que el cuerpo humano libera energía térmica al medio a una temperatura de aproximadamente 37°C.

Los sistemas de climatización deben constar de:

- Un equipo encargado de producir energía térmica, tanto de frío como de calor. Suelen ser calderas que emplean combustibles, convertidores de electricidad

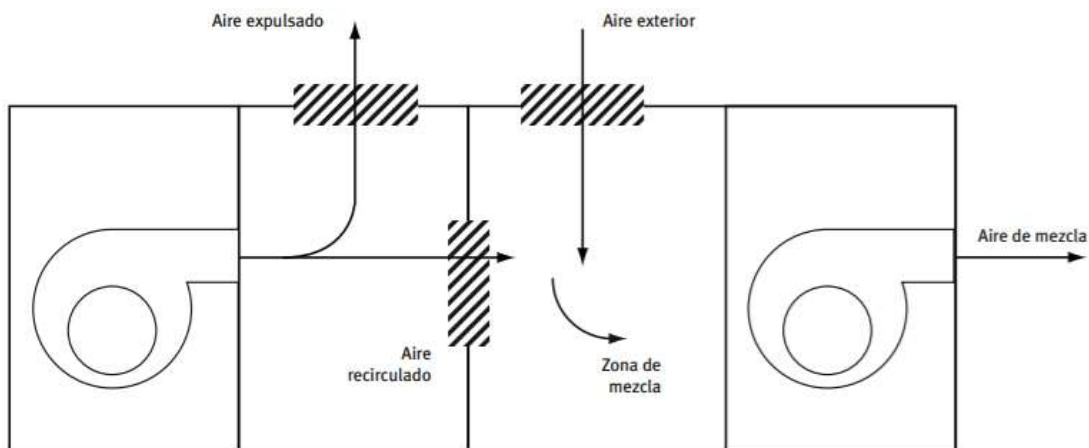
*MEDIDAS DE EFICIENCIA CON INVERSIÓN. DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS*

mediante efecto Joule y sistemas de condensación de gases en ciclos de compresión.

- Un intercambiador de calor que modifica la temperatura del aire ambiente en el interior. Se emplean superficies con aletas y placas para aumentar el área de intercambio térmico y favorecer la convección. También pueden emplearse sistemas de suelo radiante, que aprovecha la gran superficie del pavimento para la convección de calor al medio.
- Una red de distribución de calor y de frío. Transporta el aire frío o caliente desde el equipo que lo produce hasta el consumo.
- Sistemas para la conservación de productos frescos y perecederos.

Para disminuir el consumo de estos sistemas que son imprescindibles tanto en las centrales hortofrutícolas como en los supermercados, existen diversas medidas como el enfriamiento gratuito por aire, por agua y por migración de refrigerante, el enfriamiento evaporativo o la recuperación de calor. A continuación, se explican algunos de ellos.

El **enfriamiento gratuito por aire**, que también recibe el nombre de *free-cooling*, es el sistema que permite un mayor ahorro de energía. Consiste en aprovechar el aire recogido del exterior en vez de únicamente recircular el aire de retorno. Este sistema no puede utilizarse en cualquier situación, no obstante, en lugares que durante el invierno por la naturaleza de los procesos la temperatura interior aumenta, es más económico coger aire frío del exterior que enfriar el aire que circula ya en el interior. Además, este sistema permite mejorar la calidad del aire.



*Figura 45: Free-Cooling con aire<sup>[124]</sup>*

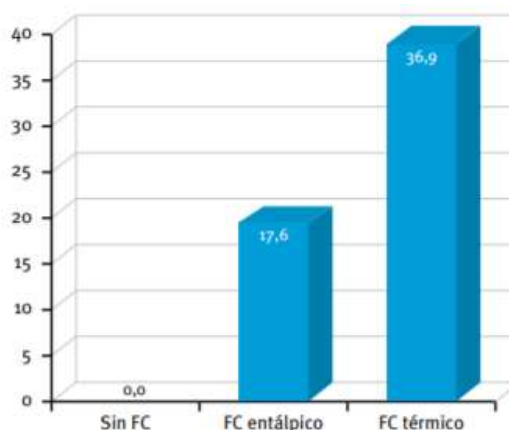
El proceso puede realizarse mediante control térmico o control de la entalpía.

- El control de entalpía consiste en la comparación de las entalpías del aire recirculado y el aire exterior. Si la entalpía del aire exterior es mayor que la del de recirculación se empleará aire recirculado. Por el contrario, si la entalpía del aire exterior es menor se cerrarán las compuertas del aire de recirculación y se empleará únicamente aire exterior.
- El control de temperatura consiste en medir la temperatura del aire exterior y del aire de retorno. Si la exterior es mayor que la de retorno, entonces se

*MEDIDAS DE EFICIENCIA CON INVERSIÓN. DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS*

emplea el aire recirculado. Si, por el contrario, la temperatura exterior es mejor, se empleará el aire exterior.

En la siguiente gráfica se muestra el ahorro asociado a emplear el sistema de free-cooling con cada uno de los sistemas de control:



*Figura 46: Porcentaje de Ahorro de Free-cooling en función de su sistema de control*

Los **recuperadores de calor** permiten aprovechar el calor residual de los procesos. Para su instalación, es necesario realizar un estudio previo de los puntos en que se consume energía térmica y los puntos en que puede ser recuperada. La cantidad energía recuperada del aire que se expulsa al exterior depende de varios factores:

- El causal de aire
- El tiempo de funcionamiento de la instalación
- La estación del año, por la diferencia en el  $\Delta W$  y  $\Delta T$

Los recuperadores más empleados son los recuperadores de placas, los recuperadores rotativos, los tubos de calor, las dobles baterías de agua, las baterías exteriores, las baterías en bucle de agua y la recuperación activa por circuito frigorífico. A pesar de que permiten intercambiar energía entre corrientes de aire, todas las tecnologías citadas provocan una pérdida de carga adicional que incrementa el consumo de energía de los ventiladores para mantener el caudal constante.

## **Capítulo 8. MEDIDAS DE AHORRO Y EFICIENCIA CON BAJA INVERSIÓN**

Una vez conocidas las medidas que necesitan una inversión, se analizan las medidas cuya inversión inicial es mucho menor o incluso nulo. Muchas de ellas no conllevan un gran ahorro energético, no obstante, sí que conllevan un ahorro económico. De esta manera, se ayuda a las empresas a disponer de capital para poder realizar inversiones mayores que sí que conlleven un gran ahorro energético.

### ***8.1 INSTALACIÓN DE REGLETAS QUE ELIMINAN EL MODO STAND-BY EN EQUIPOS INFORMÁTICOS***

Aunque el impacto de esta medida es mínimo, potencia los hábitos de ahorro energético entre los trabajadores. De esta manera, se elimina el consumo innecesario de energía por parte de los equipos cuando se apagan. Dada a su baja inversión, comienzan a obtenerse beneficios a partir de los 6 meses<sup>[5]</sup>.

### ***8.2 MODIFICACIÓN DEL HORARIO DE TRABAJO***

Con el fin de disminuir la factura eléctrica, siempre que sea posible, puede tratar de modificarse el horario de producción. Con ello, se demanda energía a la red durante las horas valle ayudando a la estabilidad del sistema eléctrico. Aunque no aporta ningún ahorro energético, en estos periodos el precio de la electricidad suele ser menor lo que conlleva un ahorro económico con beneficio inmediato, ya que no conlleva inversión inicial.

### ***8.3 OPTIMIZACIÓN DE LA FACTURA ELÉCTRICA***

De nuevo, aunque la optimización de la factura eléctrica no conlleva un ahorro energético, sí que conlleva un ahorro económico considerable. En muchos casos, dicho ahorro puede rondar el 10%<sup>[104]</sup>. Para llevarla a cabo, es necesario conocer algunos términos fundamentales en la factura eléctrica sobre los que se puede actuar:

*MEDIDAS DE AHORRO Y EFICIENCIA CON BAJA INVERSIÓN*

- **Término de potencia:** Es el precio que se paga por la potencia eléctrica contratada, es decir, la máxima energía que la instalación podrá soportar a la vez. Su precio es fijo y depende de la tarifa contratada. Para reducir al máximo su precio, debe ajustarse lo más posible a la máxima potencia que demandan los equipos. Si se tiene contratada una potencia mayor de la necesaria, se está pagando por una potencia que no vamos a emplear, mientras que, si por el contrario contratamos menos potencia de la necesaria, la comercializadora impondrá una penalización económica.
- **Término de energía:** Es el precio que se paga por la energía que consumes. Su precio es variable y depende de la tarifa contratada, por lo que puede negociarse con las distintas comercializadoras. Además, los periodos de permanencia son cortos, lo que permite cambiar la tarifa si surge una que se adapte mejor a nuestras necesidades. En este apartado, resultan de gran importancia aspectos como las franjas horarias.
- **Tarifa de acceso:** Representa los costes asociados al acceso a la red eléctrica. En ocasiones, la potencia necesaria es compatible con tarifas de media y de baja tensión, de distintos periodos. Debe analizarse el consumo en cada periodo de las instalaciones para identificar la más adecuada.

Como se comentó anteriormente, realizar un control de la energía reactiva también es fundamental para reducir el gasto en energía. Si el consumo de reactiva es mayor del 33% de la potencia activa, habrá una penalización económica <sup>[127]</sup>.

## **8.4 BIOMASA**

La biomasa incluye todos los restos de materia orgánica, tanto de origen animal como vegetal. Las instalaciones de biomasa permiten emplear estos elementos como base para generar un combustible no fósil y así reducir las emisiones de dióxido de carbono. Este biocombustible puede emplearse en los sistemas de calefacción y de agua caliente sanitaria. El uso más habitual de la biomasa en supermercados es mediante pellets. Son unos cilindros de pequeño tamaño fabricados a base de restos de madera y serrines prensados que se emplean como combustible en las calderas.

El uso de biomasa en el proceso no conlleva un ahorro energético, sin embargo, permite reducir la huella de carbono de la empresa. Los pellets al granel tienen un precio aproximado de 0.221€/kg, y un poder calorífico inferior de 5,1 kWh/kg. El gasoil tiene un PCI de 10.23Wh/l y un precio de 1,13€/l. De esta manera, se ahorraría un 50% en la compra del combustible<sup>[123]</sup>.

## ***8.5 OTRAS MEDIDAS DE EFICIENCIA EN SUPERMERCADOS***

- Instalación de vidrios dobles o triples en las ventanas del establecimiento e instalación de protectores solares en las orientadas al sudoeste. Analizar su hermeticidad.
- Puerta de acceso al establecimiento con cortina de aire para evitar variaciones de temperatura en el interior. Analizar su hermeticidad cuando se encuentre cerrada.
- Poner puertas en todas las vitrinas de productos refrigerados.
- Poner en marcha la extracción de aire en los lavabos únicamente cuando esté haciéndose uso de ellos.
- Revisar los filtros de aire periódicamente para evitar pérdidas de carga innecesarias

## **Capítulo 9. EJEMPLO DE APLICACIÓN**

Las distintas empresas del sector hortofrutícola y de supermercados deben poner en práctica en la medida de lo posible las estrategias anteriormente expuestas con el fin de mejorar su posicionamiento energético. No obstante, esto supone un esfuerzo económico por parte de la empresa que, como se ha comentado anteriormente, no ofrece una recompensa inmediata. Así, resultan imprescindibles las ayudas expuestas en los capítulos previos, para fomentar la movilización de capital y acelerar la transición energética.

Con la finalidad de conocer qué medidas debe implantar cada empresa y el potencial de ahorro a medio y largo plazo que supondría dicha inversión, es necesario hacer un prediagnóstico de esta. Así, se mostrarán a grandes rasgos la posibilidad de ahorro y de reducción de la huella de carbono en cada caso, para así hacer la inversión en eficiencia más atractiva.

### ***9.1 METODOLOGÍA***

#### **9.1.1 CUESTIONARIO**

En primer lugar, resulta fundamental conocer la situación actual de la empresa. Para ello, es necesario recoger cierta información relativa a su consumo energético y el estado de sus instalaciones y equipos. Con esta finalidad, se proporciona al cliente un cuestionario a rellenar, que puede encontrarse en el Anexo I.

#### **9.1.2 CLASIFICACIÓN DE CLIENTES**

Teniendo en cuenta las respuestas proporcionadas en el cuestionario, los clientes pueden clasificarse en cuatro grupos en función de su nivel de eficiencia energética. Así, los clientes tipo 1 serán los clientes más ineficientes y, por tanto, los que mayor número de medidas deberán aplicar para alcanzar un posicionamiento energético óptimo. Por el contrario, los clientes tipo 4 serán los más eficientes, de manera que será necesario realizar menos cambios en sus infraestructuras y sistemas de producción.

A continuación, se muestra como se hace dicha clasificación, en función de las respuestas posibles a las preguntas recogidas en el cuestionario para algunos casos:

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS**  
**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)**  
**GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES**

*EJEMPLO DE APLICACIÓN*

PREGUNTA	TIPO DE CLIENTE							
	1		2					
<b>3A</b>	NO	SI	NO	NO	NO	NO	SI	SI
<b>3B</b>	NO		NO	NO	NO	SI	NO	NO
<b>3C</b>	NO		SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>3D</b>	NO		SI	SI	NO	NO	NO	SI
<b>3E</b>	NO		NO	NO	NO	NO	NO	NO
<b>3F</b>	Más antiguo del año 2000		2000<Año<2010	Más reciente del 2010	Más reciente del 2010	2000<Año<2010	2000<Año<2010	2000<Año<2010
<b>3G</b>	Más antiguo de 2005		2005<Año<2015	Más reciente del 2015	Más reciente del 2015	2005<Año<2015	2005<Año<2015	2005<Año<2015

*Tabla 16: Clasificación de Clientes Tipo 1 y 2*



**UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS**  
**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)**  
**GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES**

*EJEMPLO DE APLICACIÓN*

PREGUNTA	TIPO DE CLIENTE						
	3						
<b>3A</b>	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI
<b>3B</b>	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO
<b>3C</b>	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
<b>3D</b>	NO	SI	SI	SI	SI	NO	NO
<b>3E</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>3F</b>	2000<Año<2010	2000<Año<2010	2000<Año<2010	Más reciente del 2010	Más antiguo del año 2000	Más reciente del 2010	2000<Año<2010
<b>3G</b>	2005<Año<2015	2005<Año<2015	2005<Año<2015	Más reciente del 2015	Más antiguo del año 2005	Más reciente del 2015	2005<Año<2015

*Tabla 17: Clasificación de Clientes Tipo 3*

PREGUNTA	TIPO DE CLIENTE		
	4		
<b>3A</b>	SI	SI	SI
<b>3B</b>	SI	NO	NO
<b>3C</b>	SI	SI	NO
<b>3D</b>	SI	SI	NO
<b>3E</b>	SI	SI	NO
<b>3F</b>	Más reciente del 2010	Más reciente del 2010	Más reciente del 2010
<b>3G</b>	Más reciente del 2015	Más reciente del 2015	Más reciente del 2015

*Tabla 18: Clasificación de Clientes Tipo 4*

*EJEMPLO DE APLICACIÓN*

Dado que los sistemas de producción principal suponen uno de los mayores consumos energéticos, todos aquellos que los hayan renovado recientemente tendrán una mayor eficiencia y, por tanto, pertenecerán al grupo 3 o 4. Por otra parte, a los clientes que tengan equipos e instalaciones nuevas, no les conviene sustituirlos aún ya que no los han amortizado y, además, igual que ocurre con los sistemas de producción, los equipos nuevos tienen, por lo general, unos mayores niveles de eficiencia.

A continuación, se especifican las características comunes de todos los clientes pertenecientes a un mismo grupo y que son clave para su clasificación:

- **TIPO 1:** Todos los clientes pertenecientes a este grupo tienen como requisito tener equipos muy antiguos y, además, no tener instaladas lámparas LED ni haber renovado los sistemas de producción principal.
- **TIPO 2:** Los clientes tipo 2 son todos aquellos que tengan instaladas placas fotovoltaicas para autoconsumo, pero que no hayan renovado sus sistemas de producción principal.
- **TIPO 3:** En este grupo los clientes han renovado los sistemas de producción principal, pero no tienen instalados paneles solares para autoconsumo.
- **TIPO 4:** Los clientes pertenecientes a este grupo tienen instalaciones y equipos recientes, por lo que probablemente de mayor eficiencia.

Como se puede observar, tanto los datos de facturación como los gastos y las preguntas que implican que el cliente elabore una respuesta más detallada no influyen a la hora de clasificar el tipo de cliente. No obstante, la información recogida en estos apartados será empleada posteriormente para elaborar una respuesta más concreta a las necesidades de la empresa.

### **9.1.3 DISTRIBUCIÓN DE GASTOS Y MEDIDAS DE EFICIENCIA TENIDAS EN CUENTA**

#### *9.1.3.1 SECTOR HORTOFRUTÍCOLA*

Para analizar el consumo energético, se tendrá en cuenta la siguiente distribución de gastos sobre el consumo total de las centrales hortofrutícolas:

- Generación de Frío: 54%
- Manipulación: 14%
- Iluminación: 9%
- Auxiliares: 11%
- Lavado y secado: 8%
- Varios: 4%

*EJEMPLO DE APLICACIÓN*

Para las empresas pertenecientes al sector hortofrutícola se tendrá en cuenta el ahorro asociado a las medidas cuyo potencial de ahorro se muestra a continuación:

1. Instalación de Sistemas de captación solar: 25%
2. Renovación de equipos de producción principal (enfriadores y calderas): 25%
3. Automatización del funcionamiento de las instalaciones: 9%
4. Control del consumo energético: 11%
5. Equipamiento y funcionamiento de las cámaras frigoríficas (temperatura y humedad): 13%
6. Selección y funcionamiento de los equipos secundarios, como motores e iluminación: 10%
7. Aislamiento de tuberías e instalaciones: 7%

Debe tenerse en cuenta que no todos los procesos anteriormente descritos se ven asociados por las medidas de eficiencia seleccionadas. Así, en el siguiente cuadro se muestra dicha relación:

	Generación de Frío	Manipulación	Iluminación	Auxiliares	Lavado y Secado	Varios
1	X	X	X	X	X	X
2	X					
3	X	X	X	X	X	X
4	X	X	X	X	X	X
5	X	X		X	X	
6			X	X		
7	X	X			X	

*Tabla 19: Procesos a los que afectan las medidas de eficiencia en las centrales hortofrutícolas*

### 9.1.3.2 SUPERMERCADOS

En el caso de los supermercados, se emplearán las mismas medidas y, además, no habrá diferencia en el porcentaje de ahorro asociado. No obstante, la distribución de gastos sí que varía con respecto al sector hortofrutícola:

- Refrigeración: 50%
- Climatización: 30%
- Iluminación: 18%
- Otros: 2%

Las medidas asociadas a cada uno de los procesos son las siguientes:

	Refrigeración	Climatización	Iluminación	Otros
1	X	X	X	X
2	X			
3	X	X	X	X
4	X	X	X	X
5	X			
6			X	
7	X	X		

*Tabla 20: Procesos a los que afectan las medidas de eficiencia en los supermercados*

### **9.1.4 DATOS Y FÓRMULAS EMPLEADAS**

El gasto energético total se calculará como la suma del gasto de electricidad, el gasto de gas natural, los gastos energéticos varios, y el gasto de combustible anual, excluyendo el gasto de combustible asociado a los vehículos de transporte.

Tanto en el caso de los supermercados como en el caso del sector hortofrutícola, para calcular el ahorro total asociado a la aplicación de las medidas seleccionadas en cada caso se emplearán los siguientes índices, parámetros variables y ecuaciones:

- **Índices**

i /1,2,3,4,5,6/ Proceso

j /1,2,3,4,5,6,7/ Medida de Eficiencia

- **Parámetros**

P<sub>i</sub>: Porcentaje del gasto energético asociado al proceso i

E<sub>j</sub>: Porcentaje de ahorro posible con la medida j

G: Gasto energético total

- **Variables**

X<sub>i,j</sub> ∈ {0,1}

A: Ahorro total

- **Ecuación**

$$A = \sum_{i,j} X_{i,j} \cdot P_i \cdot E_j \cdot G$$

Por otra parte, para calcular la huella de carbono, se tendrá en cuenta el consumo de gas, electricidad y combustible de la empresa. Se emplearán las tablas incluidas en el Anexo III. Cabe destacar que, como no tenemos datos acerca de la comercializadora, se emplearán los siguientes factores de emisiones, para el mix energético de una comercializadora genérica:

Electricidad	0.357 kgCO <sub>2</sub> /kWh
Gas	0.252 kgCO <sub>2</sub> /kWh
Diesel	2.520 kgCO <sub>2</sub> /l
Gasolina	2.180 kgCO <sub>2</sub> /l

*Tabla 21: Factores de Emisiones*

El precio medio de la gasolina y el diesel serán 1,239€/l y 1,129€/l respectivamente. Se emplearán los siguientes índices, parámetros, variables y ecuaciones:

- **Índices**

i: /Electricidad, Gas, Diesel, Gasolina/ Fuente de Energía

- **Parámetros**

$F_i$  : Factor de Emisiones de  $i$  en  $\text{kgCO}_2/\text{kWh}$  o  $\text{kgCO}_2/\text{l}$

$P_i$  : Precio Anual Pagado por la Fuente de Energía tipo  $i$  en €

$E_i$  : Precio de la Fuente de Energía  $i$  por kWh [Obtenido de las tablas del Anexo III]

- **Variables**

$H$  : Huella de Carbono ( $\text{kg CO}_2$ )

$C_i$  : Consumo de Fuente de Energía  $i$  en kWh o l

- **Ecuaciones**

$$C_i = \frac{P_i}{E_i}$$

$$H = \sum_i C_i \cdot F_i$$

## ***9.2 SECTOR HORTOFRUTÍCOLA***

### **9.2.1 CASO 1**

#### ***9.2.1.1 RESPUESTA AL CUESTIONARIO***

La empresa objeto de estudio pertenece al sector hortofrutícola y ha facilitado las siguientes respuestas a las preguntas recogidas en el cuestionario:

**DATOS DEL CLIENTE:**

Volumen de facturación anual (€):	10.275.145,00 €
Gasto Electricidad Anual (€):	45.916,00 €
Gasto Gas Natural Anual (€):	0,00 €
Gasto Combustible Anual (gasolina, gasóleo...) (€)	112.650,00 € (*)
Gastos Energéticos Varios Anual (gases refrigerantes, otros) (€):	4.000,00 €
Coste de Mantenimiento Anual (€) – si existe (recursos, personal, repuestos...):	16.780,00 €

*Tabla 22: Datos del Cliente 1*

(\*) El Gasto de Combustible Anual facilitado se corresponde con el gasto asociado al transporte

1. “Instalaciones creadas en 2006 con dos cámaras de frío positivo de  $50\text{m}^2$  cada una y un congelador de  $300\text{m}^2$ ”
2. “Principalmente problemas con las fugas de gases refrigerantes”

**3A.** No

**3B.** No

**3C.** No

**3D.** Sí

**3E.** Sí

**3F.** 2000<año de antigüedad<2010

**3G.** 2005<año de antigüedad<2015

### *9.2.1.2 CLASIFICACIÓN DEL CLIENTE*

Observando las tablas anteriores, se concluye que el cliente es de tipo 3, ya que no posee placas fotovoltaicas para autoconsumo, pero sí ha renovado sus sistemas de producción principal recientemente. Además, sus equipos e instalaciones no son nuevos, pero tampoco son demasiado antiguos, de manera que algunos de ellos podrían sustituirse por otros más eficientes.

### *9.2.1.3 MEDIDAS A APLICAR Y CÁLCULOS*

En primer lugar, se planteará la implantación de un sistema de captación solar, para reducir su huella de carbono y su gasto en electricidad. Además, se estudiará la incorporación de un sistema de control del consumo energético, ya que no tienen ningún sistema de gestión de la energía. No se renovarán el equipamiento y las cámaras, ya que no son demasiado antiguas. No obstante, deberán sustituirse en los próximos años por otras más eficientes. Por otra parte, la iluminación de sus instalaciones ya es LED, pero se pueden mejorar otros equipos secundarios como motores. El cliente no indica que sus equipos se accionen de manera manual, por lo que se supone que están automatizados. El aislamiento de sus tuberías e instalaciones cobra especial importancia debido a las fugas de gases refrigerantes.

En conclusión, las medidas a aplicar serán: la instalación de sistemas de captación solar, el control del consumo energético, selección y funcionamiento de equipos secundarios y el aislamiento de las tuberías e instalaciones. A continuación, se muestra el cálculo del potencial de ahorro existente al aplicar dichas medidas.

- El gasto energético total asociado a su proceso productivo será:

$$45.916 + 4000 = 49.916\text{€}$$

- Ahorro asociado a la instalación de un sistema de captación solar:

$$0.25 \cdot 49.916 = 12.479\text{€}$$

- Ahorro asociado al control del consumo energético:

$$0.11 \cdot 49.916 = 5.490,76\text{€}$$

*EJEMPLO DE APLICACIÓN*

- Ahorro asociado al aislamiento de tuberías e instalaciones:

$$0.07 \cdot (0.54 + 0.14 + 0.08) \cdot 49.916 = 2.655,53\text{€}$$

- Ahorro asociado a los equipos secundarios

$$0.1 \cdot (0.11 + 0.08) \cdot 49.916 = 948,404\text{€}$$

- Potencial de ahorro total:

$$12.479 + 5.490,76 + 2655,53 + 948,404 = 21.573,694\text{€}$$

Esto equivale a un ahorro del 43,2% en su gasto energético

En cuanto a su actual huella de carbono, como no conocemos la cantidad exacta de litros de gasóleo y gasolina que consume, emplearemos un factor de emisiones y un precio obtenidos de hacer la media entre ambas fuentes de energía. De esta manera, el precio del combustible será 1,184€/l y su factor de emisiones 2.35 kgCO<sub>2</sub>/l.

Mirando el rango de precios incluido para cada caso en las tablas del Anexo III y sabiendo que el consumo de electricidad anual es de 45.916,00 €, obtenemos que el precio de la electricidad será la media entre el precio del primer y el segundo semestre de 2020 para un consumo de entre 20MWh y 500MWh: 0.17785€/kWh.

- Consumo de las distintas fuentes de energía, incluyendo el asociado al transporte:

- Electricidad:  $\frac{45.916}{0.17785} = 258.172,61 \text{ kWh}$

- Gas Natural: 0 kWh

- Combustible:  $\frac{112.650}{1.184} = 95.143,6 \text{ l}$

- Huella de Carbono:

$$258.172,61 \text{ kWh} \cdot 0,357 \frac{\text{kgCO}_2}{\text{kWh}} + 95.143,6 \cdot 2.35 \frac{\text{kgCO}_2}{\text{l}} = 315.755,04 \text{ kgCO}_2$$

315,75 toneladas de CO<sub>2</sub> al año

Teniendo en cuenta que un árbol maduro es capaz de almacenar 167kg de CO<sub>2</sub> al año<sup>[108]</sup>, serían necesarios 1890 árboles para absorber el CO<sub>2</sub> generado por la empresa. Para poner este dato en perspectiva, un elefante pesa aproximadamente 6 toneladas. Quiere decir que aproximadamente emite el equivalente a 53 elefantes. Con las medidas indicadas, se reduciría la huella de carbono:

$$\frac{45.916 - 21.573,694}{0.17785} \text{ kWh} \cdot 0,357 \frac{\text{kgCO}_2}{\text{kWh}} + 95.143,6 \cdot 2.35 \frac{\text{kgCO}_2}{\text{l}} = 272.450 \text{ kgCO}_2$$

272.45 toneladas de CO<sub>2</sub> al año. Un 13.7% menos.

## **9.2.2 CASO 2**

### *9.2.2.1 RESPUESTA AL CUESTIONARIO*

La empresa objeto de estudio pertenece al sector hortofrutícola y ha facilitado las siguientes respuestas a las preguntas recogidas en el cuestionario:

#### **DATOS DEL CLIENTE:**

Volumen de facturación anual (€):	22.785.761,63 €
Gasto Electricidad Anual (€):	144.362,91 €
Gasto Gas Natural Anual (€):	0,00 €
Gasto Combustible Anual (gasolina, gasóleo...) (€)	75.498,63 €
Gastos Energéticos Varios Anual (gases refrigerantes, otros) (€):	0,00 €
Coste de Mantenimiento Anual (€) – si existe (recursos, personal, repuestos...):	120.000,00 €

*Tabla 23: Datos del Cliente 2*

1. “Superficie útil de 11.500m<sup>2</sup> destinada a la fabricación de conservas vegetales, etiquetado y almacenamiento del producto terminado. La zona de producción consta de una recepción de materias primas, donde se realiza el lavado de estas y, por ejemplo, su posterior desgranado en el caso de las habas; y en la zona de envasado donde se escalfa el producto, se envasa y se cierra. Una vez cerrado el producto se realiza una detección de cuerpos extraños, mediante un equipo de Rayos X, y su posterior esterilización. Entre los equipos principales hay dos cámaras. Una de frío y humedad con una potencia de 15kW actualmente no se usa. La otra cámara es de congelado con un equipo de dos compresores de 29,4kW. La generación de vapor y agua caliente se realiza por dos calderas de vapor de 170.000kcal que suministran 3.000kg de vapor cada una y una potencia de 20kW. La esterilización del producto se realiza mediante 8 autoclaves que tienen una potencia global de 18kW. La potencia de tubo del equipo de Rayos X es de 2kW. La puesta en funcionamiento de los equipos es manual. Las horas medias de funcionamiento de las líneas y equipos es de unas 10h/día en campaña. Se estima que en el año hay 5 meses de campaña”.
2. “El principal problema es la línea de alta tensión que suministra a nuestras instalaciones. Es obsoleta y tiene bastantes abonados, de forma que en días de mal tiempo sufrimos cortes y microcortes eléctricos que pueden afectar principalmente al producto que se está esterilizando en ese momento. Por otra parte, debido a la antigüedad de algunos equipos, lleva un costo periódico de mantenimiento. El quemador de las calderas funciona mediante fuel oil, que es altamente contaminante”.

3A. No

3B. No

3C. No



**3D.** Sí

**3E.** No

**3F.** 2000<año antigüedad<2010

**3G.** 2005<año antigüedad<2015

- 4.** “Las mejoras realizadas en los últimos años han sido la nueva instalación eléctrica de la zona de producción y toda la iluminación LED. Una mejora futura sería el cambio de los quemadores de las calderas por unos eléctricos y la mejora de las distintas líneas de producción, sobre todo en la fase de esterilización. La optimización del funcionamiento de los equipos en un futuro inmediato conllevaría un gran ahorro energético”.

#### *9.2.2.2 CLASIFICACIÓN DEL CLIENTE*

Las instalaciones y equipos empleados por el cliente son relativamente antiguos, de manera que podrían cambiarse para obtener un mayor rendimiento. Además, no tiene implantada ninguna de las medidas de eficiencia recogidas en el cuestionario, salvo la iluminación LED. Esta medida tiene un efecto mucho menor que el resto a la hora de reducir el consumo energético. De esta manera, se concluye que el cliente es bastante ineficiente, y por tanto pertenece al grupo 1.

#### *9.2.2.3 MEDIDAS A APLICAR Y CÁLCULOS*

En primer lugar, destaca el problema con la línea de alta tensión que alimenta las instalaciones. Se plantea la instalación de paneles solares para el autoconsumo, de los que la empresa no dispone actualmente. Dicha medida permitiría mantener en funcionamiento los equipos en las etapas más sensibles, como la esterilización, durante los microcortes eléctricos. Además, contribuiría a reducir los gastos asociados a la electricidad. Por otra parte, el cliente expone que algunos de sus equipos son bastante antiguos, por lo que se propone la renovación de los equipos de producción principal, que son los mayores consumos de energía en las centrales hortofrutícolas. Además, se revisará el equipamiento y funcionamiento de las cámaras frigoríficas, que en su conjunto suponen una potencia instalada de 44,4kW, mucho mayor que el resto de los equipos descritos. Debido a la gran inversión que supondría el resto de las medidas y a que los equipos no son extremadamente antiguos, podría prescindirse de la renovación de los equipos secundarios como los motores, aunque si es posible se recomienda hacerlo para conseguir una central altamente eficiente que no necesite grandes inversiones para su mejora energética en un futuro próximo. Como medida adicional, se aconseja la mejora del aislamiento de tuberías e instalaciones con el fin de reducir el gradiente térmico al que tengan que hacer frente los equipos y, además, asegurar una mejor calidad del producto impidiendo su calentamiento en verano mientras se encuentre en la línea de manipulación. Por otra parte, el cliente indica que sus equipos se accionan de manera manual, por lo que se recomienda la automatización de los mismos con el fin de hacer más eficiente el proceso productivo. Por último, la central no dispone de ningún sistema de gestión de la energía de manera que se propone llevar a cabo un control del consumo energético.

*EJEMPLO DE APLICACIÓN*

En conclusión, el cliente es altamente ineficiente y, además, es una empresa de gran tamaño con un alto volumen de facturación, por lo que se aconseja la implantación de todas las medidas contempladas, para así maximizar los beneficios a largo plazo.

A continuación, se incluye el cálculo del ahorro derivado de la implantación de cada medida.

- Gasto energético total asociado a su proceso productivo  
 $144.362,91 \text{ €} + 75.498,63 \text{ €} = 219.861,54 \text{ €}$
- Ahorro asociado a la instalación de paneles solares para el autoconsumo  
 $0.25 \cdot 219.861,54 = 54.965,385 \text{ €}$
- Ahorro asociado a la renovación de los equipos de producción principal  
 $0.25 \cdot 0.54 \cdot 219.861,54 = 29.681,3 \text{ €}$
- Ahorro asociado a la automatización  
 $0.09 \cdot 219.861,54 = 19.787,53 \text{ €}$
- Ahorro asociado a la implantación de un sistema del control del consumo energético  
 $0.11 \cdot 219.861,54 = 24.184,77 \text{ €}$
- Ahorro asociado a las cámaras frigoríficas  
 $0.13 \cdot (0.54 + 0.14 + 0.11 + 0.08) \cdot 219.861,54 = 24.866,34 \text{ €}$
- Ahorro asociado a la mejora del aislamiento  
 $0.07 \cdot (0.54 + 0.14 + 0.08) \cdot 219.861,54 = 11.696,63 \text{ €}$
- Ahorro asociado a los equipos secundarios  
 $0.1 \cdot (0.09 + 0.11) \cdot 219.861,54 = 4.397,23 \text{ €}$
- Potencial de ahorro total

$$54.965,385 + 29.681,3 + 19.787,53 + 24.184,77 + 24.866,34 + 11.696,63 + 4.397,23 \\ = 169.579,185 \text{ €}$$

Esto equivale a un ahorro del 77% en su gasto energético.

En cuanto a su actual huella de carbono, como no conocemos la cantidad exacta de litros de gasóleo y gasolina que consume, emplearemos un factor de emisiones y un precio obtenidos de hacer la media entre ambas fuentes de energía. De esta manera, el precio del combustible será 1,184€/l y su factor de emisiones 2.35 kgCO<sub>2</sub>/l.

Mirando el rango de precios incluido para cada caso en las tablas del Anexo III y sabiendo que el consumo de electricidad anual es de 144.362,91 €, obtenemos que el precio de la electricidad será la media entre el primer y segundo semestre de 2020 para un consumo de entre 500MWh y 2000MWh: 0.1362€/kWh.

- Consumo de las distintas fuentes de energía:

- Electricidad:  $\frac{144.362,91}{0.1362} = 1.059.933,26 \text{ kWh}$

- Gas:  $0 \text{ kWh}$

- Combustible  $\frac{75498.63}{1.184} = 63.765,73 \text{ l}$

- Huella de carbono:

$$63.765,73 \text{ l} \cdot 2.35 \frac{\text{kgCO}_2}{\text{l}} + 1.059.933,26 \text{ kWh} \cdot 0.357 \frac{\text{kgCO}_2}{\text{kWh}} = 528.245,63 \text{ kgCO}_2$$

*528,24 toneladas de CO<sub>2</sub> anuales*

De nuevo, teniendo en cuenta que un árbol maduro es capaz de almacenar 167kg de CO<sub>2</sub> al año<sup>[108]</sup>, serían necesarios 3.163 árboles para absorber el CO<sub>2</sub> generado por la empresa. Para poner este dato en perspectiva, un elefante pesa aproximadamente 6 toneladas. Quiere decir que aproximadamente emite el equivalente a 88 elefantes. Con las medidas indicadas podría reducirse este dato:

$$\frac{75.498,63 - 29.681,3}{1.184} \cdot 2.35 \frac{\text{kgCO}_2}{\text{l}} + \frac{144.362,91 - 139.897.88}{0.1362} \text{ kWh} \cdot 0.357 \frac{\text{kgCO}_2}{\text{kWh}}$$

$$= 102.641,6 \text{ kgCO}_2$$

*102,64 toneladas de CO<sub>2</sub> anuales. Una reducción del 80%*

## **9.3 SUPERMERCADOS**

### **9.3.1 RESPUESTA AL CUESTIONARIO**

La empresa objeto de estudio pertenece al sector de los supermercados y ha facilitado las siguientes respuestas a las preguntas recogidas en el cuestionario:

#### **DATOS DEL CLIENTE**

Volumen de facturación anual (€):	23.500.000€
Gasto Electricidad Anual (€):	158.520€
Gasto Gas Natural Anual (€):	0,00 €
Gasto Combustible Anual (gasolina, gasóleo...) (€)	3.700€
Gastos Energéticos Varios Anual (gases refrigerantes, otros) (€):	14.900€
Coste de Mantenimiento Anual (€) – si existe (recursos, personal, repuestos...):	147.000€

*Tabla 24: Datos del Cliente 3*

1. “Central de frío de CO2 desde junio de 2020 con una potencia de 123.7MW, 4 equipos de compresión de aceite y enfriamiento, 9 cámaras de frío positivo y 3 cámaras de frío negativo, 10 autónomos”.
  2. “Desde que disponemos de la central de frío ha mejorado nuestro posicionamiento energético. Menor consumo energético y coste de gas mínimo”.
- 3A. Sí
- 3B. No
- 3C. No
- 3D. Sí
- 3E. Sí
- 3F. Más antiguo del año 2000
- 3G. Más reciente del año 2015

### **9.3.2 CLASIFICACIÓN DEL CLIENTE**

El cliente no tiene instaladas placas fotovoltaicas para el autoconsumo, no obstante, sí que tiene iluminación LED y ha renovado los sistemas de producción principal. Además, sus equipos son recientes, aunque sus instalaciones no lo son. Así, se concluye que el cliente es bastante eficiente, aunque podrías realizarse algunas mejoras significativas, por lo que pertenece al grupo de clientes 3.

### **9.3.3 MEDIDAS A APLICAR Y CÁLCULOS**

En primer lugar, se recomienda la instalación de equipos de captación solar y de un sistema de control de energía para reducir aún más su consumo eléctrico. No se indica que los equipos sean manuales, así que se supone que ya están automatizados. Por último, debido a la antigüedad del recinto, se recomienda mejorar su aislamiento para evitar pérdidas y disminuir el consumo de los sistemas de climatización.

A continuación, se incluye el potencial de ahorro derivado de la implantación de cada una de las medidas propuestas:

- Gasto energético total asociado a su actividad:

$$158.520\text{€} + 3.700\text{€} + 14.900\text{€} = 177.120\text{€}$$

- Ahorro asociado a la instalación de un sistema de captación solar:

$$0,25 \cdot 177.120\text{€} = 44.280\text{€}$$

- Ahorro asociado a la implantación de un sistema de control de la energía

$$0,11 \cdot 177.120\text{€} = 19.483,2\text{€}$$

- Ahorro asociado a la mejora del aislamiento

$$0.07 \cdot 0.8 \cdot 177.120\text{€} = 9.918,72\text{€}$$

- Potencial de ahorro total

$$44.280 + 19.483,2 + 9.918,72 = 73.681,92\text{€}$$

Esto equivale a un ahorro del 41% sobre su gasto energético total

En cuanto a su actual huella de carbono, como no conocemos la cantidad exacta de litros de gasóleo y gasolina que consume, emplearemos un factor de emisiones y un precio obtenidos de hacer la media entre ambas fuentes de energía. De esta manera, el precio del combustible será 1,184€/l y su factor de emisiones 2.35 kgCO<sub>2</sub>/l.

Mirando el rango de precios incluido para cada caso en las tablas del Anexo III y sabiendo que el consumo de electricidad anual es de 158.520 €, obtenemos que el precio de la electricidad será la media entre el primer y segundo semestre de 2020 para un consumo de entre 500MWh y 2000MWh: 0.1362€/kWh.

- Consumo de las fuentes de energía:

- Electricidad:  $\frac{158.520}{0.1362} = 1.163.876,65 \text{ kWh}$

- Gas: 0kWh

- Combustible:  $\frac{3700}{1,184} = 3.125 \text{ l}$

- Huella de Carbono:

$$1.163.876,65 \text{ kWh} \cdot 0.357 \frac{\text{kgCO}_2}{\text{kWh}} + 3.125 \text{ l} \cdot 2,35 \frac{\text{kgCO}_2}{\text{l}} = 422.847,71 \text{ kgCO}_2$$

422,847 toneladas de CO<sub>2</sub> al año

*EJEMPLO DE APLICACIÓN*

Una vez más, teniendo en cuenta que un árbol maduro es capaz de almacenar 167kg de CO<sub>2</sub> al año<sup>[108]</sup>, serían necesarios 2.532 árboles para absorber el CO<sub>2</sub> generado por la empresa. Para poner este dato en perspectiva, un elefante pesa aproximadamente 6 toneladas. Quiere decir que aproximadamente emite el equivalente a 70 elefantes. Con las medidas indicadas podría reducirse este dato:

$$\frac{158.520 - 73.681,92}{0.1362} \text{kWh} \cdot 0.357 \frac{\text{kgCO}_2}{\text{kWh}} + 3.125 \text{ l} \cdot 2,35 \frac{\text{kgCO}_2}{\text{l}} = 222.380,28 \text{ kgCO}_2$$

*222,38 toneladas de CO<sub>2</sub> al año. Una reducción del 47,4%*

## Capítulo 10. CONCLUSIONES

Los efectos del cambio climático son cada vez más visibles, de manera que la actuación en este ámbito es cada vez más urgente. La comunidad internacional es consciente de este hecho y ha desarrollado una serie de políticas que resultan fundamentales para la consecución de los objetivos ambientales. Así, para lograr un mayor impacto aquellos sectores que más energía consumen y más gases de efecto invernadero emiten tienen que experimentar un cambio en su modelo económico y ambiental. Entre estos sectores destacan la industria y el transporte. Este proyecto se ha centrado en la industria alimentaria, concretamente en la industria hortofrutícola, y su distribución.

La industria hortofrutícola española es muy importante a nivel internacional. No obstante, la mayoría de las empresas que la conforman son PYMES, lo que limita su capacidad de inversión. Por el contrario, los supermercados en su mayoría son grandes empresas y multinacionales con alto poder de inversión. No obstante, la inversión en eficiencia energética no aporta beneficios a corto plazo, por lo que sin hacer un estudio económico más profundo y a largo plazo no resultan atractivas. Así, los incentivos y ayudas prestadas por los organismos nacionales e internacionales son fundamentales para impulsar el ahorro energético, como los fondos NGEU o las grandes contribuciones de capital privado derivadas de iniciativas como el PNIEC o el Pacto Verde Europeo. Por otra parte, también juegan un papel importante las medidas de ahorro y las medidas de eficiencia con bajo coste como la optimización de la factura eléctrica o la modificación del horario de trabajo. Estas permiten reducir gastos innecesarios para, así, disponer de un capital mayor para invertir en medidas de eficiencias que puedan suponer ahorros mayores a largo plazo.

Existen una gran cantidad de medidas de eficiencia, que abarcan todos los ámbitos de la empresa. En ambos sectores, la refrigeración y climatización de las instalaciones suponen uno de los mayores consumos. Así, medidas como la mejora del aislamiento y la optimización de los equipos que generan energía térmica son fundamentales para disminuir su demanda energética y reducir las pérdidas. No obstante, por mucho que se optimice el consumo la industria siempre conllevará una demanda de energía. Actualmente existen una gran cantidad de tecnologías que permiten producir dicha energía de manera limpia, reduciendo las emisiones de CO<sub>2</sub>. Las más importantes en los sectores estudiados son la energía fotovoltaica, la energía solar térmica y la biomasa.

Los ejemplos de aplicación estudiados muestran la gran heterogeneidad que existe entre las empresas de ambos sectores. Algunas de ellas son muy eficientes mientras que otras lo son muy poco. No obstante, deja en evidencia que en todas se pueden aplicar medidas que conllevarían un ahorro energético y una reducción de su huella de carbono,

*CONCLUSIONES*

en mayor o menor medida. Así, por ejemplo, un cliente tipo 3, es decir, bastante eficiente, como es el supermercado estudiado, con las medidas adecuadas podría reducir sus emisiones hasta un 47% y hasta un 41% en su consumo energético, lo que hace que las inversiones merezcan la pena. No solo por los beneficios directamente derivados de ellos, como la disminución de los gastos energéticos o la ayuda a la recuperación del medioambiente, sino también por otros beneficios indirectos, como puede ser la oportunidad de presentarse a concursos públicos o la mejora de la imagen de la marca, que puede atraer a futuros clientes.

En conclusión, las tecnologías actuales permiten reducir el consumo y las emisiones hasta niveles mucho más respetuosos con el medioambiente. La gran variedad de medidas y tecnologías permiten diseñar un modelo e instalaciones que se adapten a las necesidades de cada empresa en particular. Solo es necesario realizar un estudio previo de las actuaciones que resultarían más favorables y de las ayudas a las que se puede acceder. Así, se logrará su puesta en marcha con la menor inversión posible pero los máximos beneficios.



## Capítulo 11. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Jacobs, P. Greene, T. “2020 Tied for Warmest Year on Record, NASA Analysis Shows” NASA. 14 Enero 2021 <https://www.nasa.gov/press-release/2020-tied-for-warmest-year-on-record-nasa-analysis-shows/#:~:text=Globally%2C%202020%20was%20the%20hottest,degrees%20Fahrenheit%20since%20the%201880s>. [Última consulta: 25 Enero 2021]
- [2] Earth Science Communications Team. “Climate Change: How Do We Know?” NASA Global Climate Change. <https://climate.nasa.gov/evidence/> [Última consulta: 25 Enero 2021]
- [3] “La Energía en España 2018” Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. 2020. <https://energia.gob.es/balances/Balances/LibrosEnergia/Libro-Energia-2018.pdf> [Última consulta: 20 Enero 2021]
- [4] “Data & Trends. EU Food & Drink Industry. 2020 Edition” FoodDrinkEurope. Octubre 2020. <https://www.fooddrinkurope.eu/wp-content/uploads/2021/02/FoodDrinkEurope-Data-Trends-2020-digital.pdf> [Última consulta: 21 Enero 2021]
- [5] “Manual de Ahorro y Eficiencia Energética del Sector. Centrales Hortofrutícolas” Cooperativas Agro-alimentarias. <http://www.agro-alimentarias.coop/ficheros/doc/03201.pdf> [Última consulta: 9 Julio 2021]
- [6] “El sector de los supermercados posee un potencial de ahorro de hasta un 30%” CREARA. Junio 2017 <https://www.creara.es/uncategorized/potencial-ahorro-supermercados?lang=en> [Última consulta: 24 Enero 2021]
- [7] Teba, C. “Eficiencia Energética en Supermercados: Cómo ahorra SPERSPAR+90.000€ en energía”. DEXMA Sensors. Agosto 2018 <https://www.dexma.com/es/blog-es/eficiencia-energetica-supermercados-caso-exito/#:~:text=C%3%B3mo%20consumen%20energ%C3%AD%20a%20los%20supermercados&text=Llega%20a%20rondar%20el%2060%25%20del%20coste%20total%20energ%C3%A9tico.&text=Le%20sigue%20con%20un%2018,techos%20como%20estanter%3%ADas%20y%20expositores>. [Última consulta: 24 Enero 2021]
- [8] “Informe Sectorial de la Economía Española” CESCE. 2018. [http://agricultura.gencat.cat/web/.content/de\\_departament/de02\\_estadistiques\\_observatoris/27\\_butlletins/02\\_butlletins\\_nd/documents\\_nd/fitxers\\_estatics\\_nd/2018/0217\\_2018\\_IA\\_Distribucio\\_Espanya-CESCE-2017.pdf](http://agricultura.gencat.cat/web/.content/de_departament/de02_estadistiques_observatoris/27_butlletins/02_butlletins_nd/documents_nd/fitxers_estatics_nd/2018/0217_2018_IA_Distribucio_Espanya-CESCE-2017.pdf) [Última consulta: 3 Junio 2021 ]
- [9] “Resolución aprobada por la Asamblea General el 25 de septiembre de 2015. 70/1. Transformar nuestro mundo: la Agenda 2010 para el Desarrollo Sostenible” Asamblea General de las Naciones Unidas. 2015. [https://www.un.org/ga/search/view\\_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=S](https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=S) [Última consulta: 5 Junio 2021]

- [10] “*Desarrollo Sostenible*” Asamblea General de las Naciones Unidas. Presidente del 65º Período de sesiones. <https://www.un.org/es/ga/president/65/issues/sustdev.shtml> [Última consulta: 5 Junio 2021]
- [11] “*Objetivos del Desarrollo Sostenible*” Asamblea General de las Naciones Unidas. 2015. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/> [Última consulta: 4 Junio 2021]
- [12] “*Acuerdo de París*” Comisión Europea. [https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris\\_es](https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris_es) [Última consulta: 5 Junio 2021]
- [13] Collins, M., R. Knutti, J. Arblaster, J.-L. Dufresne, T. Fichet, P. Friedlingstein, X. Gao, W.J. Gutowski, T. Johns, G. Krinner, M. Shongwe, C. Tebaldi, A.J. Weaver, M. Wehner. “*Long-term Climate Change: Projections, Commitments and Irreversibility*” Capítulo 12 en *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. 2013. [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5\\_Chapter12\\_FINAL.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_Chapter12_FINAL.pdf) [Última consulta: 5 Junio 2021]
- [14] “*La Política Energética: Principios Generales*”. Parlamento Europeo. 2020. [https://www.europarl.europa.eu/ftu/pdf/es/FTU\\_2.4.7.pdf](https://www.europarl.europa.eu/ftu/pdf/es/FTU_2.4.7.pdf) [Última consulta: 3 Diciembre 2020]
- [15] “*Directiva 93/76/CEE del Consejo*”. Consejo de la Unión Europea. 1993. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/ALL/?uri=CELEX%3A31993L0076> [Última consulta: 3 Diciembre 2020]
- [16] “*Informe de tendencias españolas en I+D+I de tecnologías de eficiencia energética*.” PTE-ee. 2020. <https://static.pte-ee.org/media/files/documentacion/infome-tendencias-espanolas-en-idi-de-tecnologias-de-eficiencia-energetica-2016-2019-kgt.pdf> [Última consulta: 3 Diciembre 2020]
- [17] “*La Eficiencia Energética*”. Parlamento Europeo. 2020. [https://www.europarl.europa.eu/ftu/pdf/es/FTU\\_2.4.8.pdf](https://www.europarl.europa.eu/ftu/pdf/es/FTU_2.4.8.pdf) [Última consulta: 3 Diciembre 2020]
- [18] “*Política. Eficiencia energética*”. Comisión Europea. [https://ec.europa.eu/info/policies/energy-efficiency\\_es#policies](https://ec.europa.eu/info/policies/energy-efficiency_es#policies) [Última consulta: 21 Enero 2021]
- [19] “*La eficiencia energética de los edificios*”. Comisión Europea. 2020. [https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/energy\\_climate\\_change\\_environment/events/documents/in\\_focus\\_energy\\_efficiency\\_in\\_buildings\\_es.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/energy_climate_change_environment/events/documents/in_focus_energy_efficiency_in_buildings_es.pdf) [Última consulta: 27 Enero 2021]
- [20] “*Energy Performance Certificates*”. Comisión Europea. [https://ec.europa.eu/energy/eu-buildings-factsheets\\_en](https://ec.europa.eu/energy/eu-buildings-factsheets_en) [Última consulta: 31 Enero 2021]
- [21] “*Tracking Buildings 2020*” IEA. 2020. <https://www.iea.org/reports/tracking-buildings-2020> [Última consulta: 12 Febrero 2021]
- [22] “*What is the European Green Deal?*” Comisión Europea. 2019. [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/fs\\_19\\_6714](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/fs_19_6714) [Última consulta: 16 Febrero 2021]
- [23] “*COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE, THE COMMITTEE OF THE REGIONS AND THE EUROPEAN INVESTMENT BANK Clean Energy For All*”

- Europeans*". Comisión Europea. 2016. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1575045684774&uri=CELEX:52016DC0860#document2> [Última consulta: 16 Febrero 2021]
- [24] “*World Energy Investment 2020*” IEA. 2020. <https://www.iea.org/reports/world-energy-investment-2020/energy-end-use-and-efficiency#abstract> [Última consulta: 16 Febrero 2021]
- [25] “*Financing energy efficiency*” Comisión Europea. 2021. [https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/financing-energy-efficiency\\_en?redir=1](https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/financing-energy-efficiency_en?redir=1) [Última consulta: 16 Febrero 2021]
- [26] “*ELENA*” European Investment Bank. <https://www.eib.org/en/products/advising/elena/index.htm> [Última consulta: 26 Febrero 2021]
- [27] “*Private Finance for Energy Efficiency PF4EE*”. European Investment Bank. <https://www.eib.org/en/products/mandates-partnerships/pf4ee/index.htm> [Última consulta: 26 Febrero 2021]
- [28] “*Closing the gap on energy efficiency investments*” Comisión Europea. 2020. [https://ec.europa.eu/info/news/closing-gap-energy-efficiency-investments-2020-dec-22\\_en](https://ec.europa.eu/info/news/closing-gap-energy-efficiency-investments-2020-dec-22_en) [Última consulta: 27 Febrero 2021]
- [29] “*On-going activities*” Comisión Europea. EEFIG [https://ec.europa.eu/eefig/going-activities\\_en#ecl-inpage-104](https://ec.europa.eu/eefig/going-activities_en#ecl-inpage-104) [Última consulta: 27 Febrero 2021]
- [30] “*Toolkit Brochure*” Comisión Europea. EEFIG. 2020 [https://ec.europa.eu/eefig/system/files/2020-11/Toolkit\\_Brochure\\_0.pdf](https://ec.europa.eu/eefig/system/files/2020-11/Toolkit_Brochure_0.pdf) [Última consulta: 27 Febrero 2021]
- [31] “*Plan de recuperación para Europa*” Comisión Europea. 2021 [https://ec.europa.eu/info/strategy/recovery-plan-europe\\_es](https://ec.europa.eu/info/strategy/recovery-plan-europe_es) [Última consulta: 25 Marzo 2021]
- [32] Romo, L.. Documentos Ocasionales N°2101. “*Una Taxonomía de Actividades Sostenibles para Europa. 2021*” Banco de España. 2021. <https://www.bde.es/f/webbde/SES/Secciones/Publicaciones/PublicacionesSeridadas/DocumentosOcasionales/20/Files/do2101e.pdf> [Última consulta: 2 Junio 2021]
- [33] “*Taxonomía verde: un paso más hacia la reconstrucción sostenible de Europa*”. Pacto Mundial. Red Española. Enero 2021. <https://www.pactomundial.org/2021/01/taxonomia-verde-un-paso-mas-hacia-la-reconstruccion-sostenible-de-europa/> [Última consulta: 2 Junio 2021]
- [34] “*Descodificando la Taxonomía Baja en Carbono de la Unión Europea. Caso de Estudio*”. Acciona. Mayo 2020. <https://mediacd.accion.com/media/v0jplzi5/eu-taxonomia-caso-de-estudio-accion.pdf> [Última consulta: 2 Junio 2021]
- [35] “*Taxonomía de la UE, divulgación de información corporativa en materia de sostenibilidad, preferencias de sostenibilidad y obligaciones fiduciarias: Orientar la financiación hacia el Pacto Verde Europeo*” Comisión Europea. Abril 2021. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES /ALL/?uri=CELEX:52021DC0188> [Última consulta: 3 Junio 2021]
- [36] “*FAQ: What is the EU Taxonomy and how will it work in practice?*” Comisión Europea. Abril 2021. [https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/business\\_economy\\_euro/banking\\_and\\_finance/documents/sustainable-finance-taxonomy-faq\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/business_economy_euro/banking_and_finance/documents/sustainable-finance-taxonomy-faq_en.pdf) [Última consulta: 3 Junio 2021]

- [37] “ANNEX to the Commission Delegated Regulation (EU) .../... supplementing Regulation (EU) 2020/852 of the European Parliament and of the Council by establishing the technical screening criteria for determining the conditions under which an economic activity qualifies as contributing substantially to climate change mitigation or climate change adaptation and for determining whether that economic activity causes no significant harm to any of the other environmental objectives.” Comisión Europea. 2021. [https://ec.europa.eu/finance/docs/level-2-measures/taxonomy-regulation-delegated-act-2021-2800-annex-2\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/finance/docs/level-2-measures/taxonomy-regulation-delegated-act-2021-2800-annex-2_en.pdf) [Última consulta: 3 Junio 2021]
- [38] Ruiz, C. “El enfoque social dará un nuevo color a la taxonomía europea”. El Economista. Mayo 2021. <https://www.economista.es/inversion-sostenible-asg/noticias/11206381/05/21/El-enfoque-social-dara-un-nuevo-color-a-la-taxonomia-europea.html> [Última consulta: 3 Junio 2021]
- [39] “Horizon 2020” Comisión Europea. [https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/sites/default/files/281113\\_Horizon%202020%20standard%20presentation.pdf](https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/sites/default/files/281113_Horizon%202020%20standard%20presentation.pdf) [Última consulta: 5 Abril 2021]
- [40] “Horizon 2020. Key achievements and impacts” Comisión Europea. 2020. . [https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/sites/default/files/191223\\_horizon\\_2020\\_key\\_achievements\\_and\\_impacts.pdf](https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/sites/default/files/191223_horizon_2020_key_achievements_and_impacts.pdf) [Última consulta: 5 Abril 2021]
- [41] “¿Qué es Horizonte 2020?” Ministerio de Ciencia e Innovación. Gobierno de España. <https://eshorizonte2020.es/que-es-horizonte-2020> [Última consulta: 5 Abril 2021]
- [42] “Energy efficiency targets” Comisión Europea. 2020. [https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/targets-directive-and-rules/eu-targets-energy-efficiency\\_en](https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/targets-directive-and-rules/eu-targets-energy-efficiency_en) [Última consulta: 6 Abril 2021]
- [43] “2019 assessment of the progress made by Member States towards the national energy efficiency targets for 2020 and towards the implementation of the Energy Efficiency Directive as required by Article 24(3) of the Energy Efficiency Directive 2012/27/EU” Comisión Europea. 2020. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1595408944398&uri=CELEX:52020DC0326> [Última consulta. 7 Abril 2021]
- [44] “Europe 2020 headline indicators” Comisión Europea. Eurostat. Agosto 2020. [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Europe\\_2020\\_headline\\_indicators](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Europe_2020_headline_indicators) [Última consulta: 7 Abril 2021]
- [45] “Tracking Europe’s progress on meeting 2020 climate and energy targets”. European Environment Agency. 2018. <https://www.eea.europa.eu/articles/tracking-europe2019s-progress-on-meeting> [Última consulta: 9 Abril 2021]
- [46] “Primary energy consumption and linear trajectory levels to reach 2020 targets”. European Environment Agency. 2020. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/primary-energy-consumption-and-linear> [Última consulta: 9 Abril 2021]
- [47] “Horizonte Europa”. Comisión Europea. 2019. [https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/research\\_and\\_innovation/strategy\\_on\\_research\\_and\\_innovation/presentations/horizon\\_europe\\_es\\_invertir\\_para\\_dar\\_forma\\_a\\_nuestro\\_futuro.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/research_and_innovation/strategy_on_research_and_innovation/presentations/horizon_europe_es_invertir_para_dar_forma_a_nuestro_futuro.pdf) [Última consulta: 9 Abril 2021]

- [48] “*Commission welcomes political agreement on Horizon Europe, the next EU research and innovation programme*”. Comisión Europea. 2020. [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/document/print/en/ip\\_20\\_2345/IP\\_20\\_2345\\_EN.pdf](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/document/print/en/ip_20_2345/IP_20_2345_EN.pdf) [Última consulta: 10 Abril 2021]
- [49] “*Horizon Europe. Strategic plan 2021-2024*”. Comisión Europea. 2021. . <https://op.europa.eu/en/web/eu-law-and-publications/publication-detail/-/publication/3c6ffd74-8ac3-11eb-b85c-01aa75ed71a1#> [Última consulta: 10 Abril 2021]
- [50] “*Stepping up Europe’s 2030 climate ambition*”. Comisión Europea. 2020. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020DC0562> [Última consulta: 11 Abril 2021]
- [51] “*What is the European Green Deal?*” Comisión Europea. 2019. [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/attachment/859152/What\\_is\\_the\\_European\\_Green\\_Deal\\_en.pdf.pdf](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/attachment/859152/What_is_the_European_Green_Deal_en.pdf.pdf) [Última consulta: 11 Abril 2021]
- [52] “*El Pacto Verde Europeo establece cómo hacer de Europa el primer continente climáticamente neutro en 2050 impulsando la economía, mejorando la salud y la calidad de vida de los ciudadanos, protegiendo la naturaleza y no dejando a nadie atrás*”. Comisión Europea. Diciembre 2019. [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/ip\\_19\\_6691](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/ip_19_6691) [Última consulta: 11 Abril 2021]
- [53] Lozano, B. Orteu, E. Vázquez, C. “*El Reglamento de la Unión Europea sobre el marco para las inversiones financieras sostenibles (“Reglamento de Taxonomía”)*”. Gómez-Acebo y Pombo. Junio 2020 <https://www.ga-p.com/wp-content/uploads/2020/06/El-Reglamento-UE-marco-Inversiones-financieras-sostenibles-2-.pdf> [Última consulta: 2 Junio 2021]
- [54] “*REGLAMENTO (UE) 2018/1999 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 11 de diciembre de 2018 sobre la gobernanza de la Unión de la Energía y de la Acción por el Clima, y por el que se modifican los Reglamentos (CE) n.o 663/2009 y (CE) n.o 715/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, las Directivas 94/22/CE, 98/70/CE, 2009/31/CE, 2009/73/CE, 2010/31/UE, 2012/27/UE y 2013/30/UE del Parlamento Europeo y del Consejo y las Directivas 2009/119/CE y (UE) 2015/652 del Consejo, y se deroga el Reglamento (UE) n.o 525/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo*” Parlamento Europeo. Consejo de la Unión Europea. Diciembre 2018. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R1999&from=ES> [Última consulta: 9 Junio 2021]
- [55] “*National Energy and Climate Plans*” European Commission. [https://ec.europa.eu/info/energy-climate-change-environment/implementation-eu-countries/energy-and-climate-governance-and-reporting/national-energy-and-climate-plans\\_en](https://ec.europa.eu/info/energy-climate-change-environment/implementation-eu-countries/energy-and-climate-governance-and-reporting/national-energy-and-climate-plans_en) [Última consulta: 9 Junio 2021]
- [56] “*Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo. 2050*”. MITECO. Noviembre 2020 [https://ec.europa.eu/clima/sites/lts/lts\\_es\\_es.pdf](https://ec.europa.eu/clima/sites/lts/lts_es_es.pdf) [Última consulta: 11 Junio 2021]
- [57] “*Estudio Ambiental Estratégico. Plan Nacional Integrado de Energía y Clima. 2021-2030*” MITECO. Enero 2020. [https://www.miteco.gob.es/images/es/eae\\_pniec\\_tcm30-506493.pdf](https://www.miteco.gob.es/images/es/eae_pniec_tcm30-506493.pdf) [Última consulta: 24 Junio 2021]
- [58] Roca, R. “*España inicia su adiós del carbón: las eléctricas apagan esta noche siete centrales térmicas*” El Periódico de la Energía. 30 Junio 2020 <https://elperiodicodelaenergia.com/espana->

- [inicia-su-adios-del-carbon-las-electricas-apagan-esta-noche-ocho-centrales-termicas/](#) [Última consulta: 12 Junio 2021]
- [59] Fernández, S. “¿Cómo funciona la subasta renovable de España? Te lo explicamos de forma sencilla” Diario Renovables. Mayo 2017. <https://www.diariorenovables.com/2017/05/como-funciona-la-subasta-renovable-de-espana.html> [Última consulta: 13 Junio 2021]
- [60] Roca, R. “El innovador modelo de subasta de renovables que podría colocar a España en la vanguardia de la flexibilidad de la demanda” El Periódico de la Energía. Octubre 2020. <https://elperiodicodelaenergia.com/el-modelo-de-subasta-de-renovables-que-podria-colocar-a-espana-en-la-vanguardia-de-la-flexibilidad-de-la-demanda/> [Última consulta: 13 Junio 2021]
- [61] Robinson, D. , Keay, M. “Glimpses of the future electricity system? Demand flexibility and a proposal for a special auction” The Oxford Institute for Energy Studies. Octubre 2020. <https://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2020/10/Glimpses-of-the-future-electricity-system.pdf> [Última consulta: 14 Junio 2021]
- [62] “Ayudas para fomento del autoconsumo energético en las empresas industriales de la Comunidad de Madrid 2019”. Comunidad de Madrid. 2019. [https://gestionesytramites.madrid.org/cs/Satellite?c=CM\\_ConvocaPrestac\\_FA&cid=1354769035492&noMostrarML=true&pageid=1255430110108&pagename=ServiciosAE%2FCM\\_ConvocaPrestac\\_FA%2FPSAE\\_fichaConvocaPrestac&vest=1255430110108#EpigafeReq](https://gestionesytramites.madrid.org/cs/Satellite?c=CM_ConvocaPrestac_FA&cid=1354769035492&noMostrarML=true&pageid=1255430110108&pagename=ServiciosAE%2FCM_ConvocaPrestac_FA%2FPSAE_fichaConvocaPrestac&vest=1255430110108#EpigafeReq) [Última consulta: 22 Junio 2021]
- [63] Mosquera, P. “El calor industrial compensa; y mucho”. Energías Renovables. Junio 2020. <https://www.energias-renovables.com/solar-termica/el-calor-solar-industrial-compensa-y-mucho-20200618> [Última consulta: 22 Junio 2021]
- [64] “Biomasa: Industria” IDEA. 2008 [https://www.idae.es/sites/default/files/publications/online/32/bimasa%20industria\\_opf\\_files/pdfs/Biomasa-Industria%20A-F-LV.pdf](https://www.idae.es/sites/default/files/publications/online/32/bimasa%20industria_opf_files/pdfs/Biomasa-Industria%20A-F-LV.pdf) [Última consulta: 23 Junio 2021]
- [65] Llopis, G. Rodrigo, V. “Guía de la Energía Geotérmica”. Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid. 2008. <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM005842.pdf> [Última consulta: 23 Junio 2021]
- [66] “Guía Básica de Microcogeneración”. Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid. 2012. <https://www.fenercom.com/wp-content/uploads/2012/02/Guia-Basica-de-Microcogeneracion-fenercom-2012.pdf> [Última consulta: 23 Junio 2021]
- [67] “Plan A. Plan de Calidad del Aire y Cambio Climático de la Ciudad de Madrid”. Ayuntamiento de Madrid. Área de Gobierno de Medio Ambiente y Movilidad. 2019. . <https://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/Sostenibilidad/CalidadAire/Ficheros/PlanACalidadAire2019.pdf> [Última consulta: 23 Junio 2021]
- [68] Ferrari, J. “Madrid Central: un año de la medida medioambiental más ambiciosa, y polémica de la ciudad”. El Economista. Noviembre 2019. <https://www.eleconomista.es/noticias/noticias/10222781/11/19/Madrid-Central-un-ano-de-la-medida-medioambiental-mas-ambiciosa-y-polemica-de-la-ciudad-.html> [Última consulta: 23 Junio 2021]
- [69] Amores, A. Álvarez, L. Chico, J. Ramajo, G. Azabal, I. Urgel, J. “Ciudades Energéticamente sostenibles: la transición energética urbana a 2030”. Monitor Deloitte. Marzo 2019. [https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/es/Documents/estrategia/Deloitte-ES-ciudades-energeticamente-sostenibles.pdf?utm\\_campaign=Descarbonizaci%C3%B3n%202019&utm\\_source=CTA-DTT.com&utm\\_content=descarbonizacion-19](https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/es/Documents/estrategia/Deloitte-ES-ciudades-energeticamente-sostenibles.pdf?utm_campaign=Descarbonizaci%C3%B3n%202019&utm_source=CTA-DTT.com&utm_content=descarbonizacion-19) [Última consulta: 23 Junio 2021]

- [70] “*MOVES II PLAN. Impulso a la movilidad sostenible*” IDAE. Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico. 2020. <https://www.idae.es/en/support-and-funding/mobility-and-vehicles/moves-ii-plan> [Última consulta: 24 Junio 2021]
- [71] “*Plan Estratégico CERCA 2017-2020*” EMT Madrid. <https://www.emtmadrid.es/Ficheros/Plan-Estrategico-2017-2020.aspx> [Última consulta: 24 Junio 2021]
- [72] “*Taxis ECO y CERO*” Ayuntamiento de Madrid. <https://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/Inicio/Movilidad-y-transportes/Madrid-Central-Zona-de-Bajas-Emisiones/Preguntas-frecuentes-Madrid-Central/Taxi/?vgnextfmt=default&vgnextoid=4813dc0bffa41110VgnVCM1000000b205a0aRCRD&vgnnextchannel=3eae96d2742f6610VgnVCM1000001d4a900aRCD&idCapitulo=10371674> [Última consulta: 24 Junio 2021]
- [73] “*Segunda Convocatoria del Programa de Ayudas para Actuaciones de Eficiencia Energética en PYME y Gran Empresa del Sector Industrial*”. IDAE. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. <https://www.idae.es/ayudas-y-financiacion/para-eficiencia-energetica-en-la-industria/convocatorias-cerradas/segunda-convocatoria-ayudas-pyme-fnee> [Última consulta: 24 Junio 2021]
- [74] Estévez, R. “*¿Sabes en qué consiste un sistema de gestión energética?*” Eco inteligencia. Abril 2019. <https://www.ecointeligencia.com/2019/04/sistema-gestion-energetica/> [Última consulta: 24 Junio 2021]
- [75] “*Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética*” BOE. Gobierno de España. Mayo 2021 <https://www.boe.es/eli/es/l/2021/05/20/7/dof/spa/pdf> [Última consulta: 25 Junio 2021]
- [76] “*¿Sabes para qué sirven las centrales hidroeléctricas de bombeo?*” Iberdrola. <https://www.iberdrola.com/medio-ambiente/central-hidroelectrica-bombeo> [Última consulta: 25 Junio 2021]
- [77] “*Spain. Balance (2018)*”. IEA. <https://www.iea.org/sankey/#?c=Spain&s=Balance> [Última consulta: 25 Junio 2021]
- [78] “*Energy 101: Biofuels*”. Office of Energy Efficiency and Renewable Energy. US Department of Energy. Septiembre 2013. <https://www.energy.gov/eere/videos/energy-101-biofuels> [Última consulta: 25 Junio 2021]
- [79] “*Biocombustibles: Qué son, Tipos, Ventajas y Desventajas*”. Primagas. Octubre 2020. <https://blog.primagas.es/biocombustibles> [Última consulta: 25 Junio 2021]
- [80] “*Impacto económico, de empleo, social y sobre la salud pública del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030*”. Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico. Enero 2020. [https://www.miteco.gob.es/images/es/informesocioeconomicopnieccompleto\\_tcm30-508411.pdf](https://www.miteco.gob.es/images/es/informesocioeconomicopnieccompleto_tcm30-508411.pdf) [Última consulta: 26 Junio 2021]
- [81] “*Paquete de recuperación de la UE: el Consejo adopta el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia*”. Consejo de la UE. Febrero 2021. <https://www.consilium.europa.eu/es/press/press-releases/2021/02/11/eu-recovery-package-council-adopts-recovery-and-resilience-facility/> [Última consulta: 26 Junio 2021]
- [82] “*Condiciones y requisitos del Plan de Recuperación para Europa NGEU*”. Bankinter. Diciembre 2020. <https://www.bankinter.com/blog/economia/condiciones-y-requisitos-del-plan-de-recuperacion-para-europa-ngeu> [Última consulta: 26 Junio 2021]

- [83] “*Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia*”. Presidencia del Gobierno. Gobierno de España. Abril 2021. [https://www.lamoncloa.gob.es/temas/fondos-recuperacion/Documents/30042021-Plan\\_Recuperacion\\_%20Transformacion\\_%20Resiliencia.pdf](https://www.lamoncloa.gob.es/temas/fondos-recuperacion/Documents/30042021-Plan_Recuperacion_%20Transformacion_%20Resiliencia.pdf) [Última consulta: 26 Junio 2021]
- [84] “*Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia*”. Presidencia del Gobierno. Gobierno de España. 2021. <https://www.lamoncloa.gob.es/temas/fondos-recuperacion/Documents/06052021-Presentacion-VP4.pdf> [Última consulta: 26 Junio 2021]
- [85] “*Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia: España Puede*”. Presidencia del Gobierno. Gobierno de España. Abril 2021. <https://www.lamoncloa.gob.es/temas/fondos-recuperacion/Paginas/plan-de-recuperacion.aspx> [Última consulta: 26 Junio 2021]
- [86] “*150.000 millones de euros para impulsar la recuperación de España*”. BBVA. <https://www.bbva.es/general/fondos-europeos-next-generation.html> [Última consulta: 26 Junio 2021]
- [87] “*El Sector en Cifras*”. Federación Española de Industrial de Alimentación y Bebidas. <https://fiab.es/sector/> [Última consulta: 26 Junio 2021]
- [88] “*Informe Anual de la Industria Alimentaria Española. Periodo 2019-2020*”. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. [https://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/temas/industria-agroalimentaria/20210429informeanualindustria2019-2020ok\\_tcm30-542507.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/temas/industria-agroalimentaria/20210429informeanualindustria2019-2020ok_tcm30-542507.pdf) [Última consulta: 26 Junio 2021]
- [89] “*Informe Económico 2020*”. Federación Española de Industrial de Alimentación y Bebidas. [https://fiab.es/es/archivos/documentos/INFECO\\_FIAB\\_2020.pdf](https://fiab.es/es/archivos/documentos/INFECO_FIAB_2020.pdf) [Última consulta: 26 Junio 2021]
- [90] “*FruitLogistica2020: European Statistics Handbook*” FRUIT LOGISTICA. [https://www.fruitlogistica.com/FRUIT-LOGISTICA/Downloads-Alle-Sprachen/Auf-einen-Blick/European\\_Statistics\\_Handbook\\_2020.pdf](https://www.fruitlogistica.com/FRUIT-LOGISTICA/Downloads-Alle-Sprachen/Auf-einen-Blick/European_Statistics_Handbook_2020.pdf) [Última consulta: 27 Junio 2021]
- [91] “*El Sector Hortofrutícola ante un escenario de consolidación*”. One to One Corporate Finance. <https://www.onetoonecf.com/es/sector-hortofruticola-se-encuentra-en-consolidacion/> [Última consulta: 27 Junio 2021]
- [92] “*Agroalimentario. Informe Sectorial de la Economía Española. 19-10*”. CESCE. [https://issuu.com/cesce.es/docs/informe\\_sectorial\\_cesce\\_2019\\_agroal](https://issuu.com/cesce.es/docs/informe_sectorial_cesce_2019_agroal) [Última consulta: 27 Junio 2021]
- [93] “*Cifras del sector de Frutas y Hortalizas*” Subdirección General de Frutas y Hortalizas y Vitivinicultura. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Febrero 2019. [https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/producciones-agricolas/cifras\\_del\\_sectorfyh\\_tcm30-502367.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/producciones-agricolas/cifras_del_sectorfyh_tcm30-502367.pdf) [Última consulta: 27 Junio 2021]
- [94] Cano, L. “*Los mapas que dividen a España según sus frutas y animales*” Periódico ABC. Diciembre 2019. [https://www.abc.es/economia/abci-mapas-dividen-espana-segun-frutas-verduras-y-animales-201912191501\\_noticia.html](https://www.abc.es/economia/abci-mapas-dividen-espana-segun-frutas-verduras-y-animales-201912191501_noticia.html) [Última consulta: 27 Junio 2021]
- [95] “*Información sectorial*”. “ASOLIVA”. [http://www.asoliva.com/informacion\\_sectorial](http://www.asoliva.com/informacion_sectorial) [Última consulta: 27 Junio 2021]
- [96] “*El 20% del sector hortofrutícola está en máximo o elevado riesgo de impago*” Iberinform. Septiembre 2020. <https://www.iberinform.es/noticias/detalle/El-20-del-sector-hortofruticola-esta-en-maximo-o-elevado-riesgo-de-impago> [Última consulta: 27 Junio 2021]



- [97] “Informe Sectorial de la Economía Española. Distribución Alimentaria”. CESCE. Julio 2019. [https://issuu.com/cesce.es/docs/informe\\_sectorial\\_cesce\\_2019\\_distri](https://issuu.com/cesce.es/docs/informe_sectorial_cesce_2019_distri) [Última consulta: 28 Junio 2021]
- [98] Latini, A. Corinna, V. Scoccianti, M. Campiotti, C. “Manual de Eficiencia Energética en Centrales Hortofrutícolas” ENEA. Agencia Nacional Italiana para las Nuevas Tecnologías, la Energías y el Desarrollo Económico Sostenible. Mayo 2014. <https://teslaproject.chil.me/download-doc/63912> [Última consulta: 9 Julio 2021]
- [99] Inestroza-Lizardo, C. Voigt, V. Muñiz, A. Gómez-Gómez, H. “Métodos de enfriamiento aplicables a frutas y hortalizas enteras mínimamente procesadas”. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha vol.17, num2. 2016. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/813/81349041003/html/index.html> [Última consulta: 28 Junio 2021]
- [100] “Subproductos Generados en Centrales Hortofrutícolas” CATEX. <https://ctaex.com/transferecia-tecnologica/> [Última consulta: 1 Julio 2021]
- [101] Conesa, E. “Línea de Manipulación: lavado, tratamiento, selección, calibrado y envasado”. Curso de Tecnologías Postcosecha de Cítricos y otros Cultivos Alternativos en la Comunidad Valenciana. FomesaFruitTech. Febrero 2018. <https://www.bibliotecahorticultura.com/wp-content/uploads/2018/01/CONESA-ROCA-Ernesto.-Febrero-2018.-L%C3%ADnea-de-manipulaci%C3%B3n-lavado-tratamiento-selecci%C3%B3n-calibrado-y-ensado-1.Presentaci%C3%B3n-.pdf> [Última consulta: 2 Julio 2021]
- [102] “Cadena de Frío en el Sector Hortofrutícola” Casa Fresca. <https://casafresca.com.ve/cadena-de-frio-en-el-sector-hortofruticola/> [Última consulta: 2 Julio 2021]
- [103] “Precio medio final anual de la electricidad en España de 2010 a 2021” Statista. Junio 2021. <https://es.statista.com/estadisticas/993787/precio-medio-final-de-la-electricidad-en-espana/> [Última consulta: 6 Julio 2021]
- [104] Zariquiegui, I. Ardoiz, D. Osta, D. Herrera, M. Fernández, M. Zubialde, X. “Estudio de Ahorro y Eficiencia Energética en Comunidades de Regantes e Industria Agroalimentaria de la Ribera de Navarra”. Consorcio EDER. 2010. [https://www.consorcioeder.es/wp-content/uploads/2010/12/Informe\\_Final\\_Estudio-Energ%C3%A9tico.pdf](https://www.consorcioeder.es/wp-content/uploads/2010/12/Informe_Final_Estudio-Energ%C3%A9tico.pdf) [Última consulta: 6 Julio 2021]
- [105] de Isabel, J. García, M. Egido, C. “Guía de Auditorías Energéticas en Supermercados”. Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid. Consejería de Economía y Hacienda de la Comunidad de Madrid. 2012. <https://www.fenercom.com/wp-content/uploads/2013/02/guia-de-auditorias-energeticas-en-supermercados-fenercom-2013.pdf> [Última consulta: 6 Julio 2021]
- [106] “Eficiencia energética en supermercados, ¿cómo conseguirlo?” Linkener. <https://blog.linkener.com/blog/eficiencia-energetica-en-supermercados-como-conseguirlo> [Última consulta: 6 Julio 2021]
- [107] “Guía de Ahorro Energético. Instalaciones Industriales” Confederación Empresarial de Madrid CEOE. Consejería de Economía e Innovación Tecnológica de la Comunidad de Madrid. <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM005647.pdf> [Última consulta: 8 Julio 2021]
- [108] “¿Cuánto CO<sub>2</sub> absorbe un árbol?” Selectra <https://climate.selectra.com/es/actualidades/co2-arbol> [Última consulta: 7 Julio 2021]
- [109] Quesada, A. “Auditoría energética de una superficie comercial de 1610m<sup>2</sup>” <https://core.ac.uk/download/pdf/78634621.pdf> [Última consulta: 7 Julio 2021]

- [110] Díaz Pampín, J. Sánchez Mingarro, M. “*CENTRALES y SUBESTACIONES ELÉCTRICAS. Tema 2: Centrales Eléctricas*”. Apuntes Asignatura Centrales y Subestaciones Eléctricas. Universidad Pontificia de Comillas. ICAI. 2020. [Última consulta: 8 Julio 2021]
- [111] “¿Cómo instalar placas solares y cuánto me cuesta?” Selectra. <https://selectra.es/autoconsumo/info/instalacion> [Última consulta: 8 Julio 2021]
- [112] “*Iluminación LED industrial y sus Ventajas de Seguridad*” Guía LED. Febrero 2019. <https://www.guialed.com/iluminacion-led-industrial-y-sus-ventajas-de-seguridad/> [Última consulta: 8 Julio 2021]
- [113] Serrano-Tierz, A. Martínez-Iturbe, A. Guarddon-Muñoz, O. Santolaya-Sáenz, J. “*Analysis of energy saving in industrial LED lighting: A case study*” Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. Facultad de Minas. Septiembre 2014. <https://www.redalyc.org/pdf/496/49639089029.pdf> [Última consulta: 8 Julio 2021]
- [114] “*Batería de Condensadores Eléctricos para la Eficiencia Energética*” Semsur. Diciembre 2017. <https://semsur.es/bateria-de-condensadores-electricos/> [Últimas consulta: 8 Julio 2021]
- [115] “*Cortinas de Aire para Cámaras Frigoríficas*”. Bernad Refrigeración. <https://www.josebernad.com/cortinas-de-aire-camaras-frigorificas/> [Última consulta: 9 Julio 2021]
- [116] “*Ahorro de Energía con Variadores de Frecuencia*” Instalaciones y Eficiencia Energética. Noviembre 2016. <https://instalacionesyeficienciaenergetica.com/variador-de-frecuencia-ahorro-energia/> [Última consulta: 9 Julio 2021]
- [117] “*Una inversión rentable y responsable*”. ABB. <https://new.abb.com/drives/es/eficiencia-energetica/inversion-rentable-responsable> [Última consulta: 9 Julio 2021]
- [118] Polo Amblar, P. “*Energía Solar Térmica en el sector empresarial*”. ASIT. Comunidad de Madrid. [https://www.comunidad.madrid/sites/default/files/doc/energia\\_solar\\_termica\\_en\\_el\\_sector\\_empresarial\\_0.pdf](https://www.comunidad.madrid/sites/default/files/doc/energia_solar_termica_en_el_sector_empresarial_0.pdf) [Última consulta: 9 Julio 2021]
- [119] “*Guía de Buenas Prácticas: Aislamiento Térmico en la Industria*” AFELMA y ANDIMA. 2020. <https://afelma.org/wp-content/uploads/2020/10/Gu%C3%ADa-Buenas-Pr%C3%A1cticas-Aislamiento-en-la-Industria.pdf> [Última consulta: 9 Julio 2021]
- [120] “*La importancia de un Sistema de Gestión de Energía para la Optimización de Recursos*” AP INGENIERÍA. Abril 2019. <https://www.apingenieria.com/la-importancia-de-un-sistema-de-gestion-de-energia/> [Última consulta: 9 Julio 2021]
- [121] “*5 argumentos para convencer a tu empresa de implantar un Sistema de Gestión de la Energía según ISO 50001*” CREARA. Mayo 2018. <https://www.creara.es/post/ventajas-implantar-sistema-gestion-energia-iso-50001?lang=en> [Última consulta: 9 Julio 2021]
- [122] “¿Cuánto cuestan los pellets de biomasa?” Hargassner. Abril 2018. <https://www.hargassner.es/2018/04/23/cuanto-cuestan-pellets-de-biomasa/#:~:text=Precio%20medio%20anual%20de%20un,era%20de%204%2C21%20euros.&text=Precio%20de%20los%20pellets%20a,221%2C61%20euros%20la%20tonelada.> [Última consulta: 9 Julio 2021]
- [123] “*Rendimiento energético del pellet*” Pellet Cantabria <https://www.pelletcantabria.com/rendimiento-energetico-del-pellet/> [Última consulta: 9 Julio 2021]
- [124] “*Guía técnica: Ahorro y recuperación de energía en instalaciones de climatización*”. ATECYR. IDEA. [https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/publicaciones\\_idae/documentos\\_09\\_guia\\_tecnica\\_ahorro\\_y\\_recuperacion\\_de\\_energia\\_en\\_instalaciones\\_de\\_climatizacion\\_dd65072a.pdf](https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/publicaciones_idae/documentos_09_guia_tecnica_ahorro_y_recuperacion_de_energia_en_instalaciones_de_climatizacion_dd65072a.pdf) [Última consulta: 9 Julio 2021]

- [125] “¿Qué es el término de potencia?” Endesa. <https://www.endesa.com/es/te-ayudamos/diccionario/diccionario-de-energia-endesa/termino-potencia> [Última consulta: 10 Julio 2021]
- [126] “Término de potencia y término de energía: Qué son y qué conceptos incluyen” Energya VM. Noviembre 2018. <https://www.energyavm.es/termino-de-potencia-y-termino-de-energia-que-son-y-que-conceptos-incluyen/> [Última consulta: 10 Julio 2021]
- [127] Buera, J. “Análisis y optimización de la factura eléctrica como ejemplo de servicio energético de consultoría” IDRA INGENIEROS. <http://www.idra.es/blog/wp-content/uploads/comunicacion-ii-congresos-de-servicios-energeticos.pdf> [Última consulta: 10 Julio 2021]
- [128] “Guía para el Cálculo de la Huella de Carbono y para la Elaboración de un Plan de Mejora de una organización” Oficina Española de Cambio Climático. Ministerio para la Transición Ecológica. [https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/guia\\_huella\\_carbono\\_tcm30-479093.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/guia_huella_carbono_tcm30-479093.pdf) [Última consulta: 30 Junio 2021]
- [129] “Electricity prices for non-household consumers – bi-annual data (from 2007 onwards)” EUROSTAT [https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?query=BOOKMARK\\_DS-052782\\_QID\\_-679E51F7\\_UID\\_-3F171EB0&layout=TIME,C,X,0;CONSUM,L,Y,0;PRODUCT,L,Z,0;GEO,L,Z,1;UNIT,L,Z,2;TAX,L,Z,3;CURRENCY,L,Z,4;INDICATORS,C,Z,5;&zSelection=DS-052782INDICATORS,OBS\\_FLAG;DS-052782PRODUCT,6000;DS-052782CURRENCY,EUR;DS-052782TAX,I\\_TAX;DS-052782GEO,ES;DS-052782UNIT,KWH;&rankName1=TAX\\_1\\_2\\_-1\\_2&rankName2=UNIT\\_1\\_2\\_-1\\_2&rankName3=GEO\\_1\\_2\\_0\\_1&rankName4=CURRENCY\\_1\\_2\\_-1\\_2&rankName5=INDICATORS\\_1\\_2\\_-1\\_2&rankName6=PRODUCT\\_1\\_2\\_-1\\_2&rankName7=TIME\\_1\\_0\\_0\\_0&rankName8=CONSUM\\_1\\_2\\_0\\_1&sortC=ASC\\_-1\\_FIRST&rStp=&cStp=&rDCh=&cDCh=&rDM=true&cDM=true&footnes=false&empty=false&wai=false&time\\_mode=ROLLING&time\\_most\\_recent=false&lang=EN&cfo=%23%23%23%2C%23%23%23.%23%23%23](https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?query=BOOKMARK_DS-052782_QID_-679E51F7_UID_-3F171EB0&layout=TIME,C,X,0;CONSUM,L,Y,0;PRODUCT,L,Z,0;GEO,L,Z,1;UNIT,L,Z,2;TAX,L,Z,3;CURRENCY,L,Z,4;INDICATORS,C,Z,5;&zSelection=DS-052782INDICATORS,OBS_FLAG;DS-052782PRODUCT,6000;DS-052782CURRENCY,EUR;DS-052782TAX,I_TAX;DS-052782GEO,ES;DS-052782UNIT,KWH;&rankName1=TAX_1_2_-1_2&rankName2=UNIT_1_2_-1_2&rankName3=GEO_1_2_0_1&rankName4=CURRENCY_1_2_-1_2&rankName5=INDICATORS_1_2_-1_2&rankName6=PRODUCT_1_2_-1_2&rankName7=TIME_1_0_0_0&rankName8=CONSUM_1_2_0_1&sortC=ASC_-1_FIRST&rStp=&cStp=&rDCh=&cDCh=&rDM=true&cDM=true&footnes=false&empty=false&wai=false&time_mode=ROLLING&time_most_recent=false&lang=EN&cfo=%23%23%23%2C%23%23%23.%23%23%23) [Última consulta: 30 Junio 2021]
- [130] “Gas prices for non-household consumers – bi-annual data (from 2007 onwards)” EUROSTAT [https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?query=BOOKMARK\\_DS-052778\\_QID\\_-83BC3BD\\_UID\\_-3F171EB0&layout=TIME,C,X,0;CONSUM,L,Y,0;PRODUCT,L,Z,0;GEO,L,Z,1;UNIT,L,Z,2;TAX,L,Z,3;CURRENCY,L,Z,4;INDICATORS,C,Z,5;&zSelection=DS-052778PRODUCT,4100;DS-052778TAX,I\\_TAX;DS-052778INDICATORS,OBS\\_FLAG;DS-052778UNIT,KWH;DS-052778CURRENCY,EUR;DS-052778GEO,ES;&rankName1=TAX\\_1\\_2\\_-1\\_2&rankName2=UNIT\\_1\\_2\\_-1\\_2&rankName3=CURRENCY\\_1\\_2\\_-1\\_2&rankName4=INDICATORS\\_1\\_2\\_-1\\_2&rankName5=PRODUCT\\_1\\_2\\_-1\\_2&rankName6=GEO\\_1\\_2\\_0\\_1&rankName7=TIME\\_1\\_0\\_0\\_0&rankName8=CONSUM\\_1\\_2\\_0\\_1&sortC=ASC\\_-1\\_FIRST&rStp=&cStp=&rDCh=&cDCh=&rDM=true&cDM=true&footnes=false&empty=false&wai=false&time\\_mode=ROLLING&time\\_most\\_recent=false&lang=EN&cfo=%23%23%23%2C%23%23%23.%23%23%23](https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?query=BOOKMARK_DS-052778_QID_-83BC3BD_UID_-3F171EB0&layout=TIME,C,X,0;CONSUM,L,Y,0;PRODUCT,L,Z,0;GEO,L,Z,1;UNIT,L,Z,2;TAX,L,Z,3;CURRENCY,L,Z,4;INDICATORS,C,Z,5;&zSelection=DS-052778PRODUCT,4100;DS-052778TAX,I_TAX;DS-052778INDICATORS,OBS_FLAG;DS-052778UNIT,KWH;DS-052778CURRENCY,EUR;DS-052778GEO,ES;&rankName1=TAX_1_2_-1_2&rankName2=UNIT_1_2_-1_2&rankName3=CURRENCY_1_2_-1_2&rankName4=INDICATORS_1_2_-1_2&rankName5=PRODUCT_1_2_-1_2&rankName6=GEO_1_2_0_1&rankName7=TIME_1_0_0_0&rankName8=CONSUM_1_2_0_1&sortC=ASC_-1_FIRST&rStp=&cStp=&rDCh=&cDCh=&rDM=true&cDM=true&footnes=false&empty=false&wai=false&time_mode=ROLLING&time_most_recent=false&lang=EN&cfo=%23%23%23%2C%23%23%23.%23%23%23) [Última consulta: 30 Junio 2021]
- [131] Histórico de Precios. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico <https://sedeaplicaciones.minetur.gob.es/shpcarburantes/> [Última consulta: 30 Junio 2021]
- [132] “Objetivo 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna” Naciones Unidas. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/energy/> [Última consulta: 25 Enero 2021]
- [133] “Objetivo 9: Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación” Naciones Unidas. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/infrastructure/> [Última consulta: 25 Enero 2021]

- [134] “*Objetivo 11: Lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles*” Naciones Unidas. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/> [Última consulta: 4 Junio 2021]
- [135] “*Objetivo 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles*”. Naciones Unidas. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-consumption-production/> [Última consulta: 4 Junio 2021]
- [136] “*Objetivo 13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos*”. Naciones Unidas. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/climate-change-2/> [Última consulta: 9 Junio 2021]

## ANEXO I

### DATOS DE CLIENTE

Volumen de facturación anual (€):	
Gasto Electricidad Anual (€):	
Gasto Gas Natural Anual (€):	
Gasto Combustible Anual (gasolina, gasóleo...) (€)	
Gastos Energéticos Varios Anual (gases refrigerantes, otros) (€):	
Coste de Mantenimiento Anual (€) – si existe (recursos, personal, repuestos...):	

**1. Breve descripción de las instalaciones.**

*Incluir datos relevantes, por ejemplo, si arranque de los equipos es manual, número y potencia de cámaras frigoríficas y sistemas de producción de frío y calor, o el horario de funcionamiento de las instalaciones.*

**2. Breve descripción de los problemas energéticos de la empresa.**

*Por ejemplo, si los equipos son antiguos o hay problemas con el cumplimiento de la normativa de gases refrigerantes.*

**3. Marque la casilla que más se ajuste a su situación:**

	SI	NO
<b>3A.</b> ¿Han realizado alguna auditoría energética?		
<b>3B.</b> ¿Tienen implantado un sistema de gestión de la energía (ISO 50001)?		
<b>3C.</b> ¿Tienen instaladas placas fotovoltaicas para autoconsumo?		
<b>3D.</b> ¿Han instalado iluminación LED en las instalaciones?		
<b>3E.</b> ¿Han renovado los sistemas de producción principal (Producción Frío/Calor)?		

**3F.** ¿De qué año es el inmueble en que realiza la actividad?

Más antiguo del año 2000	
2000 < año de antigüedad < 2010	
Más reciente del año 2010	

**3G.** ¿De qué año de media son sus equipos?

Más antiguo del año 2005	
2005 < año de antigüedad < 2015	
Más reciente del año 2015	

**4. ¿Desea añadir algo?**

*Por ejemplo, medidas de eficiencia llevadas a cabo y que no se encuentren entre las anteriormente mencionadas, si tiene especial interés en implantar alguna tecnología o medida de eficiencia como paneles solares, vehículos eléctricos, instalaciones de geotermia, o si desea acceder a algún tipo de subvención.*

## ANEXO II

En el año 2015 la Unión Europea definió los 17 Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS), a cumplir por los estados miembros para el año 2030. El presente proyecto pretende ayudar a la consecución de cinco de ellos: los números 7, 9, 11, 12 y 13 todos explicados a continuación.



Figura 47: ODS con los que se alinea el proyecto (ONU)

El ODS 7 “Energía Asequible y No Contaminante” es quizás el objetivo con el que más se corresponde el proyecto. Abarca distintos propósitos relacionados con el ámbito de la energía, siendo dos de ellos de especial relevancia ya que se corresponden con los principales objetivos del estudio. En primer lugar, este ODS aspira a la consecución de un incremento considerable en el porcentaje de renovables empleadas para la obtención de energía, así como en el aumento de la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética, con el fin de duplicar las cifras actuales. Además, pretende aumentar la infraestructura y mejorar las tecnologías empleadas para así brindar servicios energéticos más modernos y sostenibles.

Esta última idea se corresponde además con el ODS 9 “Industria innovación e infraestructura”. Entre los propósitos incluidos en este ODS cabe destacar la modernización de la infraestructura y la reconversión de las industrias para que sean sostenibles, promoviendo una mayor eficacia en el uso de los recursos y la puesta en marcha de procesos menos perjudiciales para el medio ambiente.

El ODS 11 “Ciudades y Comunidades Sostenibles” es un objetivo muy amplio que hace referencia a todo lo que ocurre en las ciudades, desde sus edificios y transportes, hasta el derecho a una vivienda o la inclusión social. El proyecto se alinea con un aspecto concreto de este objetivo, que es reducir el impacto ambiental negativo de las ciudades, ayudando a mejorar la calidad de aire. De esta manera, mediante la implantación de medidas de eficiencia energética se pretende reducir la huella de carbono de los supermercados, situados en las ciudades, y en las centrales hortofrutícolas, normalmente situadas a las afueras.

Entre las metas pertenecientes al ODS 12 “Producción y Consumo Responsables” se encuentra fortalecer la capacidad tecnológica para alcanzar modelos de producción y consumo más sostenibles. Así, de nuevo el trabajo se alinea con este objetivo, ya que la implantación de medidas de eficiencia en las centrales haría el proceso productivo más eficiente y sostenible.

Por último, el ODS 13 “Acción por el clima”, entre otras cosas, hace referencia a aquellas acciones que ayuden a poner en marcha medidas de mitigación de los efectos del cambio climático. Además, hace referencia a la introducción de medidas referentes al cambio climático en las políticas nacionales e internacionales. Las estrategias vigentes en la actualidad tanto en España como a nivel europeo se tratan al inicio del trabajo.

En conclusión, el proyecto trata de mejorar la infraestructura y tecnologías de las centrales hortofrutícolas y supermercados, introduciendo diversas medidas de eficiencia energética y reduciendo el consumo energético de estos, de manera que disminuya su impacto medioambiental y con ello, su huella de carbono.



## ANEXO III

Time	CONSUM/TIME	Min Range kWh	Max Range kWh	Price €/kWh	Min Price €	Max Price €
2020S1	Band I1 : Consumption < 1 000 GJ	0	277770	0,0499	0,00	13860,723
2020S1	Band I2 : 1 000 GJ < Consumption < 10 000 GJ	277770	2777700	0,0429	11916,33	119163,33
2020S1	Band I3 : 10 000 GJ < Consumption < 100 000 GJ	2777700	27777000	0,0347	96386,19	963861,9
2020S1	Band I4 : 100 000 GJ < Consumption < 1 000 000 GJ	27777000	277770000	0,0286	794422,20	7944222
2020S1	Band I5 : 1 000 000 GJ < Consumption < 4 000 000 GJ	277770000	1111080000	0,0253	7027581,00	28110324
2020S1	Band I6 : Consumption > 4 000 000 GJ	1111080000	2777700000	0,0238	26443704,00	66109260

2020S2	Band I1 : Consumption < 1 000 GJ	0	277770	0,414	0,00	114996,78
2020S2	Band I2 : 1 000 GJ < Consumption < 10 000 GJ	277770	2777700	0,0394	10944,14	109441,38
2020S2	Band I3 : 10 000 GJ < Consumption < 100 000 GJ	2777700	27777000	0,0284	78886,68	788866,8
2020S2	Band I4 : 100 000 GJ < Consumption < 1 000 000 GJ	27777000	277770000	0,0241	669425,70	6694257
2020S2	Band I5 : 1 000 000 GJ < Consumption < 4 000 000 GJ	277770000	1111080000	0,0212	5888724,00	23554896
2020S2	Band I6 : Consumption > 4 000 000 GJ	1111080000	2777700000	0,0182	20221656,00	50554140

Tabla 25: Precio del Gas Natural <sup>[130]</sup>

Time	CONSUM/TIME	Min Range kWh	Max Range kWh	Price €/kWh	Min Price €	Max Price €
2020S1	Band IA : Consumption < 20 MWh	0	20000	0,3031	0	6062
2020S1	Band IB : 20 MWh < Consumption < 500 MWh	20000	500000	0,1767	3534	88350
2020S1	Band IC : 500 MWh < Consumption < 2 000 MWh	500000	2000000	0,1302	65100	260400
2020S1	Band ID : 2 000 MWh < Consumption < 20 000 MWh	2000000	20000000	0,1017	203400	2034000
2020S1	Band IE : 20 000 MWh < Consumption < 70 000 MWh	20000000	70000000	0,0853	1706000	5971000
2020S1	Band IF : 70 000 MWh < Consumption < 150 000 MWh	70000000	150000000	0,0742	5194000	11130000
2020S1	Band IG : Consumption > 150 000 MWh	150000000	1000000000	0,0608	9120000	60800000

2020S2	Band IA : Consumption < 20 MWh	0	20000	0,2941	0	5882
2020S2	Band IB : 20 MWh < Consumption < 500 MWh	20000	500000	0,179	3580	89500
2020S2	Band IC : 500 MWh < Consumption < 2 000 MWh	500000	2000000	0,1422	71100	284400
2020S2	Band ID : 2 000 MWh < Consumption < 20 000 MWh	2000000	20000000	0,1016	203200	2032000
2020S2	Band IE : 20 000 MWh < Consumption < 70 000 MWh	20000000	70000000	0,0881	1762000	6167000
2020S2	Band IF : 70 000 MWh < Consumption < 150 000 MWh	70000000	150000000	0,0785	5495000	11775000
2020S2	Band IG : Consumption > 150 000 MWh	150000000	1000000000	0,0655	9825000	65500000

Tabla 26: Precio de la Electricidad <sup>[129]</sup>

<b>Fecha</b>	<b>Precio €</b>
may.-19	1,341
jun.-19	1,308249
jul.-19	1,31631
ago.-19	1,309748
sep.-19	1,305288
oct.-19	1,298623
nov.-19	1,294306
dic.-19	1,30197
ene.-20	1,315194
feb.-20	1,294792
mar.-20	1,208824
abr.-20	1,105364
may.-20	1,083433
jun.-20	1,123954
jul.-20	1,159391
ago.-20	1,162237
sep.-20	1,161728
oct.-20	1,155176
nov.-20	1,150566
dic.-20	1,177488
ene.-21	1,20826
feb.-21	1,251584
mar.-21	1,302978
abr.-21	1,314182
may.-21	1,34097

*Tabla 27: Histórico de Precios de Gasolina 95 <sup>[131]</sup>*

<b>Fecha</b>	<b>Precio</b>
may.-19	1,241
jun.-19	1,203847
jul.-19	1,206543
ago.-19	1,200383
sep.-19	1,211854
oct.-19	1,210808
nov.-19	1,211809
dic.-19	1,222928
ene.-20	1,239714
feb.-20	1,200668
mar.-20	1,113187
abr.-20	1,020831
may.-20	0,992753
may.-20	1,004
jun.-20	1,025707
jul.-20	1,058219
ago.-20	1,060159
sep.-20	1,039094
oct.-20	1,026686
nov.-20	1,027423
dic.-20	1,062578
ene.-21	1,093965
feb.-21	1,136013
mar.-21	1,179187
abr.-21	1,178303
may.-21	1,202773

*Tabla 28: Histórico de Precios Gasóleo A <sup>[131]</sup>*