



Universidad de Oviedo

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE GIJÓN  
GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA INDUSTRIAL

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA Y TECNOLOGÍA DEL MEDIO AMBIENTE

TRABAJO FIN DE GRADO

# **IMPACTOS MEDIOAMBIENTALES DERIVADOS DEL SECTOR DE LA RESTAURACIÓN EN ASTURIAS**

AUTORA: Marina Eirín García  
TUTORA: Amanda Laca Pérez

NOVIEMBRE, 2024

*“Quisiera agradecer su apoyo al Ayuntamiento de Ribera de Arriba, a Lluís Nel Estrada, director de la “Escuela Popular de Gastronomía Sostenible de La Ribera” y, especialmente, a Cristina y Rosa de “Casa Cristina”, sin cuya colaboración este TFG no hubiese sido posible.”*

## ÍNDICE

RESUMEN .....	4
ABSTRACT .....	5
LISTADO DE FIGURAS .....	6
LISTADO DE TABLAS .....	9
LISTADO DE ABREVIATURAS .....	12
1. Introducción y objetivos .....	13
2. Consideraciones teóricas .....	15
2.1. Sector de la restauración en Asturias .....	15
2.2. Herramientas de gestión ambiental.....	19
2.2.1. Análisis de ciclo de vida.....	21
2.2.2. Indicadores ambientales .....	28
2.3. Impactos ambientales en el sector de la restauración .....	31
3. Caso de estudio: “Casa Cristina” .....	36
3.1. Descripción del restaurante objeto de estudio .....	36
3.2. Definición de objetivos y alcance.....	37
3.3. Análisis de inventario .....	38
3.4. Metodología.....	77
4. Resultados y discusión .....	79
4.1. Impactos ambientales .....	79
4.2. Huella de carbono .....	96
5. Conclusiones.....	103
6. Bibliografía.....	105

---

## RESUMEN

En los últimos años, el sector de la restauración ha experimentado un notable crecimiento en España, convirtiéndose en un pilar fundamental de la economía del país. En el contexto actual, donde la preocupación por el medio ambiente y la sostenibilidad son aspectos cada vez más relevantes, este crecimiento plantea grandes desafíos y oportunidades en el avance hacia un desarrollo sostenible. Así, resulta imprescindible disponer de herramientas que permitan evaluar de manera objetiva los impactos ambientales asociados a un determinado producto, proceso o servicio, siendo la metodología del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) clave en este aspecto.

En el presente trabajo, se evaluaron los impactos ambientales asociados al sector de la restauración en Asturias utilizando como caso de estudio un establecimiento de cocina tradicional asturiana situado en una zona rural. Con este fin, se llevó a cabo un ACV aplicando los métodos ReCiPe 2016 midpoint (H) V1.01 y GreenHouse Gas Protocol V1.02., empleando como unidad funcional “un menú servido en el establecimiento” y considerando una perspectiva “de la cuna a la tumba”.

Los resultados indicaron que el subsistema con mayores impactos ambientales en las 18 categorías analizadas fue el consumo de materias primas con porcentajes entre 63% y 99,5%, según la categoría considerada. Esto se atribuye fundamentalmente al elevado uso de carne en los menús servidos, debido a los mayores impactos asociados con la obtención de productos animales en comparación con los vegetales. Asimismo, las materias primas, también fueron las principales responsables del valor de la Huella de Carbono (HC) calculada (aproximadamente 7,3 kg de CO<sub>2</sub> eq por unidad funcional). Se encontraron pequeñas diferencias entre los meses analizados, debido fundamentalmente al uso de Bonito del Norte en los menús de septiembre.

Las alternativas de mejora podrían ir enfocadas a sustituir en los menús, en la medida de lo posible, productos de origen animal por otros de origen vegetal, así como reducir el consumo de ciertos productos, como el bonito. Asimismo, ajustar el tamaño de las raciones y minimizar el uso de combustibles fósiles, también podrían ser estrategias efectivas a la hora de mejorar el desempeño medioambiental del establecimiento.

**ABSTRACT**

In recent years, restaurant business has grown significantly in Spain, becoming a fundamental pillar of the country's economy. In the current context, where environmental and sustainability are increasingly relevant concerns, this growth presents challenges and opportunities to moving forward sustainable development. Therefore, it is essential to have tools that allow an objective assessment of the environmental impacts associated with a product, process or service. Life Cycle Assessment (LCA) methodology is key in this regard.

In this work, an evaluation of the environmental impacts associated with restaurant business in Asturias was carried out. A traditional Asturian restaurant located in a rural area was employed as case study. For that purpose, a LCA was conducted using the ReCiPe 2016 midpoint (H) V1.01 and GreenHouse Gas Protocol V1.02. methods. The functional unit was 'a menu served at the establishment' and a 'cradle to grave' perspective was considered.

The results indicated that the subsystem with the highest environmental impacts in the 18 categories analysed was the consumption of raw materials with values between 63.0% and 99.5%, depending on the category considered. This is mainly due to the high amount of meat included in the menus served, since animal products have higher impacts than vegetable products. The raw materials were also the principal responsible for the Carbon Footprint (CF) value obtained (approximately 7.3 kg CO<sub>2</sub> eq per functional unit). Small differences were found among the months analysed, and those differences were mainly originated by the use of White Tuna in the September menus.

Improvement alternatives could focus on substituting animal products for vegetable products, as far as possible, on menus, as well as reducing the consumption of certain products, such as tuna. In addition, adjusting ration sizes and minimising the use of fossil fuels could also be effective strategies to enhance the environmental performance of the establishment.

**LISTADO DE FIGURAS**

Figura 2.1. Número de restaurantes y puestos de comidas en España en enero de 2022, por comunidades autónomas (Statista, 2023) .....	16
Figura 2.2. Modelo de Economía Circular (Servicio de Investigación del Parlamento Europeo, 2023) .....	19
Figura 2.3. Fases de la vida de un producto, proceso o servicio en el ACV (CIC energiGune, 2021) .....	22
Figura 2.4. Etapas del ACV (Norma UNE-EN ISO 14040:2006).....	22
Figura 2.5. Posibles alcances de un ACV (Gutiérrez & Villena, 2021).....	23
Figura 2.6. Esquema de un sistema para realización del análisis de inventario (Fuente: Elaboración propia) .....	24
Figura 2.7. Relaciones entre impactos ambientales (intervenciones), impactos de efectos intermedios, impactos de efectos finales y áreas de protección. (Antón Vallejo, 2004)	27
Figura 2.8. Representación gráfica de la evolución de la Huella Ecológica a escala global (dividida en seis subhuellas) desde 1960 hasta 2005 según IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (Schneider & Samaniego, 2009).....	29
Figura 2.9. Representación gráfica de los alcances de la Huella de Carbono (CSR Consulting, 2023) .....	30
Figura 2.10. Equilibrio social, económico y ambiental para alcanzar un turismo sostenible (Fernández, 2015).....	33
Figura 2.11. Indicadores de sostenibilidad (Fernández, 2015).....	34
Figura 3.1. Concejo de Ribera de Arriba, Principado de Asturias. (Fuente: elaboración propia).....	36
Figura 3.2. Logotipo de “Casa Cristina” .....	37
Figura 3.3. Esquema de las entradas y salidas al sistema. (Fuente: Elaboración propia)	38
Figura 4.1. Resultados de caracterización de impactos ambientales asociados a “un menú servido en el establecimiento” en el mes de septiembre, según el método ReCiPe 2016 Midpoint (H). Las “E” hacen referencia a las entradas y las “S” a las salidas, tal y como se y como se detalla en el apartado 3.3.....	80
Figura 4.2. Diagrama de árbol obtenido según el método ReCiPe 2016 Midpoint (H). Categoría de toxicidad humana cancerígena. Valor de corte: 40%. Las “E” hacen	

---

referencia a las entradas y las “S” a las salidas, tal y como se detalla en el apartado 3.3.  
..... 84

Figura 4.3. Diagrama de árbol obtenido según el método ReCiPe 2016 Midpoint (H).  
Categoría de toxicidad humana no cancerígena. Valor de corte: 10%. Las “E” hacen  
referencia a las entradas y las “S” a las salidas, tal y como se detalla en el apartado 3.3.  
..... 85

Figura 4.4. Resultados de caracterización de impactos ambientales asociados a “un menú  
servido en el establecimiento” en el mes de octubre, según el método ReCiPe 2016  
Midpoint (H). Las “E” hacen referencia a las entradas y las “S” a las salidas, tal y como  
se detalla en el apartado 3.3..... 86

Figura 4.5. Diagrama de árbol obtenido según el método ReCiPe 2016 Midpoint (H).  
Categoría de toxicidad humana no cancerígena. Valor de corte: 5%. Las “E” hacen  
referencia a las entradas y las “S” a las salidas, tal y como se detalla en el apartado 3.3.  
..... 89

Figura 4.6. Diagrama de árbol obtenido según el método ReCiPe 2016 Midpoint (H).  
Categoría de Agotamiento de recursos fósiles. Valor de corte: 10%. Las “E” hacen  
referencia a las entradas y las “S” a las salidas, tal y como se detalla en el apartado 3.3.  
..... 90

Figura 4.7. Resultados de caracterización de impactos ambientales asociados a “un menú  
servido en el establecimiento” en el mes de noviembre, según el método ReCiPe 2016  
Midpoint (H). Las “E” hacen referencia a las entradas y las “S” a las salidas, tal y como  
se detalla en el apartado 3.3..... 91

Figura 4.8. Diagrama de árbol obtenido según el método ReCiPe 2016 Midpoint (H).  
Categoría de Toxicidad humana no cancerígena. Valor de corte: 5%. Las “E” hacen  
referencia a las entradas y las “S” a las salidas, tal y como se detalla en el apartado 3.3.  
..... 94

Figura 4.9. Comparativa de los resultados de caracterización asociados a “un menú  
servido en el establecimiento” obtenidos para los meses de septiembre, octubre y  
noviembre, según el método ReCiPe 2016 Midpoint (H) ..... 95

Figura 4.10. Huella de Carbono de “un menú servido en el establecimiento” en el mes de  
septiembre, obtenida mediante el método Greenhouse Gas Protocol ..... 96

---

Figura 4.11. Huella de Carbono de “un menú servido en el establecimiento” en el mes de octubre, obtenida mediante el método Greenhouse Gas Protocol..... 98

Figura 4.12. Huella de Carbono de “un menú servido en el establecimiento” en el mes de noviembre, obtenida mediante el método Greenhouse Gas Protocol..... 99

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 3.1. Materias primas (alimentos) consumidas en Casa Cristina en septiembre....	39
Tabla 3.2. Materias primas (bebidas) consumidas en Casa Cristina en septiembre .....	41
Tabla 3.3. Productos de limpieza utilizados por Casa Cristina en septiembre .....	42
Tabla 3.4. Material de limpieza utilizado por Casa Cristina en septiembre .....	43
Tabla 3.5. Recursos energéticos utilizados por Casa Cristina en septiembre .....	44
Tabla 3.6. Recursos hídricos utilizados por Casa Cristina en septiembre .....	44
Tabla 3.7. Material de cocina y baño empleado por Casa Cristina en septiembre .....	44
Tabla 3.8. Residuos generados por Casa Cristina en septiembre .....	46
Tabla 3.9. Botellas de cristal generadas en septiembre .....	46
Tabla 3.10. Botellas de plástico generadas en septiembre.....	46
Tabla 3.11. Emisiones a la atmósfera generadas por Casa Cristina en septiembre .....	47
Tabla 3.12. Agua residual generada por Casa Cristina en septiembre.....	48
Tabla 3.13. Materias primas (alimentos) consumidas en Casa Cristina en octubre .....	48
Tabla 3.14. Materias primas (bebidas) consumidas en Casa Cristina en octubre.....	50
Tabla 3.15. Productos de limpieza utilizados por Casa Cristina en octubre.....	51
Tabla 3.16. Material de limpieza utilizado por Casa Cristina en octubre.....	52
Tabla 3.17. Recursos energéticos utilizados por Casa Cristina en octubre .....	52
Tabla 3.18. Recursos hídricos utilizados por Casa Cristina en octubre.....	53
Tabla 3.19. Material de cocina y baño empleado por Casa Cristina en octubre.....	53
Tabla 3.20. Residuos generados por Casa Cristina en octubre .....	54
Tabla 3.21. Botellas de cristal generadas en octubre .....	55
Tabla 3.22. Botellas de plástico generadas en octubre .....	55
Tabla 3.23. Emisiones a la atmósfera generadas por Casa Cristina en octubre.....	56
Tabla 3.24. Agua residual generada por Casa Cristina en octubre .....	56
Tabla 3.25. Materias primas (alimentos) consumidas en Casa Cristina en noviembre ..	57
Tabla 3.26. Materias primas (bebidas) consumidas en Casa Cristina en noviembre.....	58
Tabla 3.27. Productos de limpieza utilizados por Casa Cristina en noviembre.....	60
Tabla 3.28. Material de limpieza utilizado por Casa Cristina en noviembre.....	61
Tabla 3.29. Recursos energéticos utilizados por Casa Cristina en noviembre .....	61
Tabla 3.30. Recursos hídricos utilizados por Casa Cristina en noviembre.....	62

---

---

Tabla 3.31. Material de cocina y baño empleado por Casa Cristina en noviembre.....	62
Tabla 3.32. Residuos generados por Casa Cristina en noviembre.....	63
Tabla 3.33. Botellas de cristal generadas en noviembre.....	63
Tabla 3.34. Botellas de plástico generadas en noviembre .....	64
Tabla 3.35. Emisiones a la atmósfera generadas por Casa Cristina en noviembre.....	64
Tabla 3.36. Agua residual generada por Casa Cristina en noviembre .....	65
Tabla 3.37. Materias primas (alimentos) expresadas por UF. Septiembre .....	65
Tabla 3.38. Materias primas (bebidas) expresadas por UF. Septiembre.....	67
Tabla 3.39. Productos de limpieza expresados por UF. Septiembre.....	68
Tabla 3.40. Recursos energéticos expresados por UF. Septiembre .....	68
Tabla 3.41. Recursos hídricos expresados por UF. Septiembre.....	68
Tabla 3.42. Material de cocina y baño expresado por UF. Septiembre .....	68
Tabla 3.43. Residuos expresados por UF. Septiembre.....	69
Tabla 3.44. Emisiones a la atmósfera expresadas por UF. Septiembre .....	69
Tabla 3.45. Agua residual expresada por UF. Septiembre.....	69
Tabla 3.46. Materias primas (alimentos) expresadas por UF. Octubre.....	69
Tabla 3.47. Materias primas (bebidas) expresadas por UF. Octubre .....	71
Tabla 3.48. Productos de limpieza expresados por UF. Octubre .....	72
Tabla 3.49. Recursos energéticos expresados por UF. Octubre.....	72
Tabla 3.50. Recursos hídricos expresados por UF. Octubre .....	72
Tabla 3.51. Material de cocina y baño expresado por UF. Octubre.....	72
Tabla 3.52. Residuos expresados por UF. Octubre .....	73
Tabla 3.53. Emisiones a la atmósfera expresadas por UF. Octubre.....	73
Tabla 3.54. Agua residual expresada por UF. Octubre .....	73
Tabla 3.55. Materias primas (alimentos) expresadas por UF. Noviembre.....	73
Tabla 3.56. Materias primas (bebidas) expresadas por UF. Noviembre .....	75
Tabla 3.57. Productos de limpieza expresados por UF. Noviembre .....	76
Tabla 3.58. Recursos energéticos expresados por UF. Noviembre.....	76
Tabla 3.59. Recursos hídricos expresados por UF. Noviembre.....	76
Tabla 3.60. Material de cocina y baño expresado por UF. Noviembre .....	76
Tabla 3.61. Residuos expresados por UF. Noviembre.....	77

---

Tabla 3.62. Emisiones a la atmósfera expresadas por UF. Noviembre.....	77
Tabla 3.63. Agua residual expresada por UF. Noviembre .....	77
Tabla 4.1. Contribuciones más relevantes de los subsistemas en el mes de septiembre a las categorías de impacto ambiental analizadas según el método ReCiPe 2016 Midpoint (H) (Figura 4.1) .....	81
Tabla 4.2. Contribuciones más relevantes de los subsistemas en el mes de octubre a las categorías de impacto ambiental analizadas según el método ReCiPe 2016 Midpoint (H) (Figura 4.4).....	87
Tabla 4.3. Contribuciones más relevantes de los subsistemas en noviembre a las categorías de impacto ambiental analizadas según el método ReCiPe 2016 Midpoint (H) (Figura 4.7).....	92
Tabla 4.4. Contribuciones más significativas de los subsistemas en el análisis de la Huella de Carbono obtenido mediante el método Greenhouse Gas Protocol (septiembre) (Figura 4.10).....	97
Tabla 4.5. Contribuciones más significativas de los subsistemas en el análisis de la Huella de Carbono obtenido mediante el método Greenhouse Gas Protocol (octubre) (Figura 4.11).....	98
Tabla 4.6. Contribuciones más significativas de los subsistemas en el análisis de la Huella de Carbono obtenido mediante el método Greenhouse Gas Protocol (noviembre) (Figura 4.12).....	100

## LISTADO DE ABREVIATURAS

*ACV: Análisis Ciclo de Vida*

*CNAE: Clasificación Nacional de Actividades Económicas*

*EMAS: Eco-Management and Audit Scheme (Reglamento Comunitario de Ecogestión y Ecoauditoría)*

*EN: European Norme (Norma Europea)*

*Eq: Equivalente*

*FEDER: Fondo Europeo de Desarrollo Regional*

*FSE: Fondo Social Europeo*

*GEI: Gases de Efecto Invernadero*

*GHG: Greenhouse Gas Protocol (Protocolo de Gases Efecto Invernadero)*

*HC: Huella de Carbono*

*HE: Huella Ecológica*

*HFCs: Hidrofluorocarbonos*

*HH: Huella Hídrica*

*IPPC: Intergovernmental Panel on Climate Change (Panel Intergubernamental del Cambio Climático)*

*ISO: International Organization for Standardization (Organización Internacional de Normalización)*

*OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico*

*OMS: Organización Mundial de la Salud*

*OMT: Organización Mundial del Turismo*

*OTEA: Asociación de Hostelería y Turismo de Asturias*

*PFCs: Perfluorocarbonos*

*UNE: Una Norma Española*

---

# 1. Introducción y objetivos

España apuesta por convertirse en un referente de la restauración a nivel internacional, destacando por la capacidad de innovar y desarrollar una base de negocios sostenibles, responsables y rentables (TURESPAÑA, 2024) exprimiendo al máximo las experiencias de los clientes. En España, el sector de la restauración destaca a nivel económico, donde juega un papel muy importante, tanto por su contribución, generando el 9% de la facturación anual del sector servicios (Statista, 2023), como por su empleabilidad, constituyendo un 7% del tejido empresarial nacional (Álvarez, 2024). La crisis sanitaria provocada por la COVID-19 supuso un gran cambio en los hábitos de consumo. Se ha observado un auge en la demanda de actividades de ocio y entretenimiento, favoreciendo a la inmejorable recuperación de la crisis, que supuso dicha pandemia, al aumentar un 18% la facturación anual del sector (Álvarez, 2024).

La gastronomía española es reconocida a nivel mundial por su riqueza y diversidad, ofreciendo una amplia gama de platos y productos autóctonos que la convierten en una experiencia única, donde, además, gracias a la diversidad orográfica y climática del país, existe una gran variedad de cocinas regionales, cada una con sus especialidades basadas en los productos locales (Rebón, 2024).

La cocina asturiana juega un papel fundamental en enriquecer la diversidad gastronómica de España. Asturias es reconocida por su riqueza natural y paisajística, así como por su tradición gastronómica, caracterizada por una variedad de alimentos y platos típicos. Entre ellos se distingue la fabada, el “pitu caleya” o la sidra (Turismo Asturias, 2024).

La conciencia ambiental cada vez más presente en diversos sectores, incluyendo el gastronómico, hace de la sostenibilidad un elemento crucial para el éxito de los establecimientos. Este enfoque no solo responde a las demandas de consumidores, sino que también enfatiza las ventajas a nivel socioeconómico y ambiental (Barcellos de Paula, 2011). Desde esta perspectiva, el sector de la restauración asturiano ha experimentado una transformación significativa. Existe una clara tendencia hacia la búsqueda de una

---

mayor sostenibilidad, por lo que muchos negocios tratan de integrar prácticas innovadoras y respetuosas con el medioambiente (Eteria, 2024), sin dejar de lado la esencia tradicional de la cocina asturiana. En este contexto, las herramientas que permitan “medir la sostenibilidad” de una manera objetiva resultan clave. Una de las metodologías más eficaces en este sentido es el Análisis del Ciclo de Vida (ACV), una técnica que permite evaluar los impactos ambientales asociados a productos, procesos o servicios a lo largo de su ciclo de vida (EPLCA, 2024).

Así, asegurar la posición de mercado del sector gastronómico español requiere la incorporación de la sostenibilidad como factor crítico en su desarrollo (Campos et al., 2023). Sin embargo y, a pesar de la creciente importancia de la gastronomía a nivel mundial, hasta la fecha existe poca información sobre los impactos ambientales de los restaurantes (Costa & Bexiga, 2023; Madanaguli et al., 2022). Por tanto, el objetivo de este trabajo ha sido estudiar los impactos ambientales derivados del sector de la restauración en Asturias mediante la metodología del ACV, empleando para ello como caso de estudio un establecimiento de comida tradicional ubicado en la zona rural de esta región. La actividad del restaurante fue evaluada durante tres meses (septiembre, octubre y noviembre de 2022), considerando como unidad funcional “un menú servido en el establecimiento” y una perspectiva “de la cuna a la tumba”, a fin de identificar los aspectos responsables de los mayores impactos y proponer, en caso de que fuese posible, alternativas de mejora que puedan implementarse como prácticas sostenibles.

## 2. Consideraciones teóricas

### 2.1. Sector de la restauración en Asturias

Según la Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE), se define la restauración como el conjunto de actividades desarrolladas en un establecimiento que ofrece al público un servicio de comida y bebida para consumir en el propio local o fuera (INE, 2024).

El sector de la restauración en España se ha consolidado como un referente tanto a nivel nacional como internacional, destacando por la capacidad para innovar y marcar tendencias gastronómicas. Basado en una sólida cultura culinaria y una diversidad de ofertas gastronómicas, este sector demuestra una notable capacidad de adaptación y evolución constante para lograr satisfacer las cambiantes preferencias de los consumidores y mantenerse firme ante las nuevas tendencias del mercado global (Gestor de Cocina, 2024).

Desde un punto de vista económico, el sector de la restauración en España experimentó un notable repunte en el año 2022, con un incremento aproximadamente del 30% en ventas respecto al año anterior, alcanzando una facturación superior a los 37.500 millones de euros, acercándose así a los niveles de ingresos observados antes de la pandemia (Statista, 2023). Así, el sector de la restauración en España ha evolucionado hasta convertirse en uno de los pilares fundamentales de la economía y cultura del país, adaptándose a los cambios y desafíos a lo largo del tiempo.

Actualmente, en el año 2024, el sector de la restauración ya supone un 3,9% de la economía española generando un 9% de la facturación anual del sector servicios (HOSTELTUR, 2024).

Esta cifra se apoya en la amplia infraestructura de establecimientos de bebidas, restaurantes y puestos de comida distribuidos por todo el país (*Figura 2.1*), que suman más de 279.000 locales (Statista, 2023). Además de su importancia económica, esta

industria juega un papel sumamente relevante en el mercado laboral español, incrementando el número de trabajadores en un 15,3% desde el año 2021 y proporcionando en la actualidad empleo a más de 1,3 millones de personas en los diferentes servicios de alimentación y bebidas (HOSTELTUR, 2024).

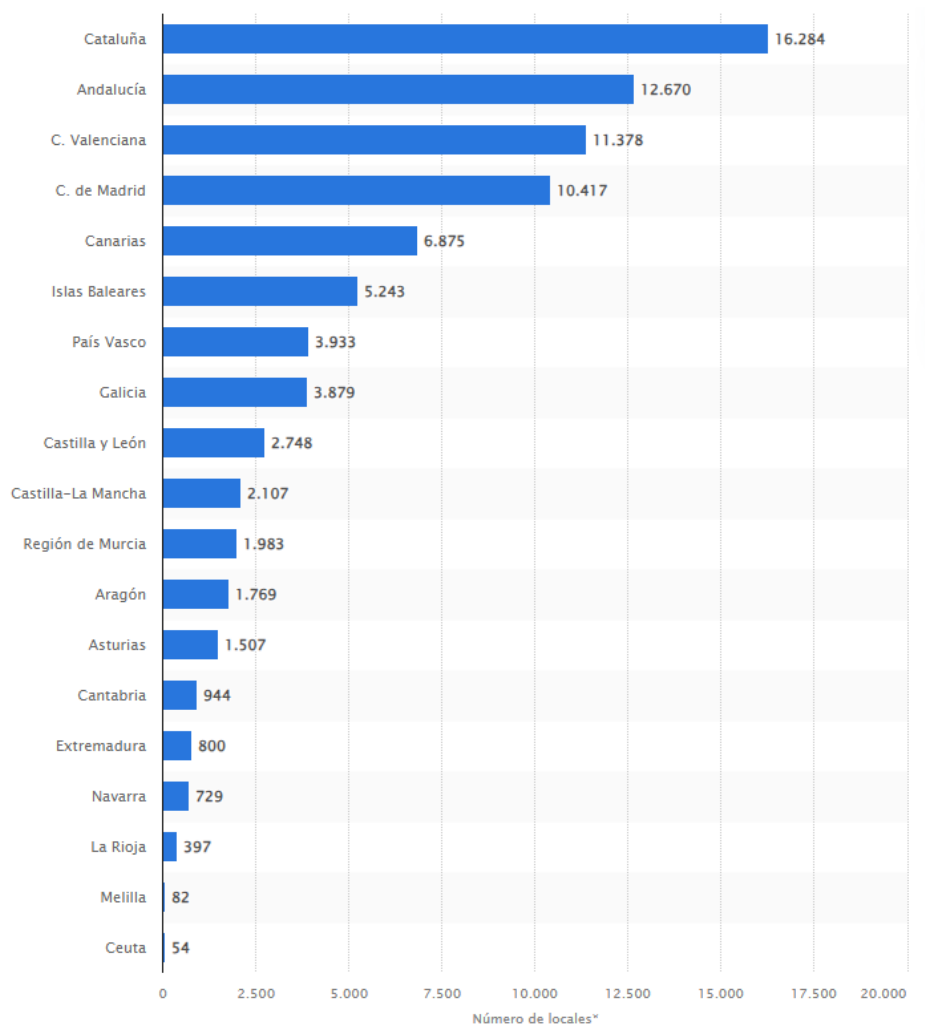


Figura 2.1. Número de restaurantes y puestos de comidas en España en enero de 2022, por comunidades autónomas (Statista, 2023)

La gastronomía española es reconocida a nivel mundial por su riqueza y diversidad, ofreciendo una amplia gama de platos y productos autóctonos que la convierten en una experiencia única y fascinante. La privilegiada posición geográfica de España ha favorecido que el sector gastronómico se haya enriquecido con la influencia de diversas

---

tradiciones culinarias. Asimismo, la diversidad orográfica y la variabilidad climática han contribuido a la conformación de un variado repertorio culinario, dotando a la gastronomía española de una notable variedad de cocinas regionales, cada una con sus especialidades basadas en los productos locales (Rebón, 2024).

En relación al ranking de los destinos gastronómicos favoritos de los españoles a nivel provincial, los destinos favoritos son, por este orden, Asturias, Guipúzcoa y La Coruña (Dinamiza, 2024). La gastronomía asturiana, un estilo culinario único en cuanto a sabor y tradición, refleja la identidad cultural y geográfica de la región (Turismo Asturias, 2024).

En el capítulo III de la Ley del Principado de Asturias 7/2001, se considera la restauración como una actividad turística que comprende: restaurantes, cafeterías, bares y catering.

El sector de la restauración en Asturias está basado principalmente en la tradición gastronómica que marca la región, donde se ofrece una gran diversidad de comidas, desde platos autóctonos hasta productos de alta calidad. Combinando tradición e innovación, en este sector se encuentran platos tradicionales como la fabada, el pote asturiano o el cachopo, a la vez que incorpora fusiones creativas y técnicas modernas. Además, uno de los elementos claves de la cultura asturiana es la sidra. Un elemento distintivo con su propia cultura de elaboración y consumo, que, junto con la gastronomía, contribuyen a que el sector de la restauración en esta comunidad autónoma sea tan destacado (Turismo Asturias, 2024).

La restauración en Asturias es un componente clave del sector de servicios, teniendo gran importancia en la economía asturiana. Mediante un análisis del sector turístico en Asturias, se estima que el empleo en la actividad de la restauración, hostelería, alojamiento y comercio se incrementó en un 16,2% desde 2015 hasta 2019 (Estrategia de turismo 2020-2030, 2024).

La Asociación de Hostelería y Turismo de Asturias (OTEA) estima que la región perdió entre 2020 y 2021 un total de 186 establecimientos hosteleros a consecuencia de la COVID-19. Sin embargo, la clave del éxito de la restauración en el Principado de Asturias es la constante evolución para adaptarse a los cambios y desafíos, como la citada

pandemia o las cambiantes preferencias del cliente. Como prueba de ello, recientemente, Oviedo ha sido distinguida como “Capital Española de la Gastronomía 2024”, un reconocimiento que resalta la riqueza de la gastronomía asturiana y que promueve un atractivo turístico para la comunidad autónoma (Oviedo Capital Gastronómica, 2024).

Además, la creciente tendencia hacia una alimentación más sostenible y saludable ha dejado su huella en la gastronomía española, y también asturiana, centrándose en los últimos años en el uso de productos autóctonos frescos y de temporada, favoreciendo así, la sostenibilidad.

Las practicas sostenibles en el sector de la restauración no solo contribuyen a minimizar su huella medioambiental, también repercuten positivamente en la reducción de costes para los empresarios.

En un contexto donde las expectativas de los consumidores hacia los establecimientos están en constante evolución, ser sostenible supone una ventaja significativa para aquellos establecimientos que la incorporan en su modelo de negocio (ITH, 2024).



Figura 2.2. Modelo de Economía Circular (Servicio de Investigación del Parlamento Europeo, 2023)

La incorporación del ecodiseño en la fase de creación de los locales, junto con la implementación de buenas prácticas en la gestión de recursos permite disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub> y el desperdicio alimentario. Al mismo tiempo, estas estrategias contribuyen a la optimización del consumo energético e hídrico, resultando en una disminución de los costes operativos del establecimiento. Otras prácticas, como el fomento de la economía circular, enfocada a maximizar el uso de los recursos y minimizar la generación de residuos (Figura 2.2) (Parlamento europeo, 2023) o el uso de formatos “cero envases”, ayudan a los locales a comenzar su tránsito desde un modelo lineal a uno circular. Por tanto, las herramientas de gestión ambiental resultan clave en el contexto actual (Eurofins, 2023).

## 2.2. Herramientas de gestión ambiental

La gestión ambiental se define como “el plan de actuación que contribuye a reducir el impacto de la actividad humana sobre el medio ambiente e impulsar la sostenibilidad y el

equilibrio entre los intereses económicos del ser humano y la conservación del medio”. La gestión ambiental se apoya fundamentalmente en tres principios generales (Pošiváková et al., 2018):

- Previsión y prevención: vigilar con antelación los efectos nocivos de los impactos ambientales a largo plazo.
- Lucha integrada contra la contaminación: establecer medidas proactivas relacionadas con los impactos ambientales dañinos.
- Optimización del uso de recursos: sostenibilidad.

Para que las organizaciones, empresas e instituciones adopten un enfoque sistemático en cuanto a la gestión ambiental, se han desarrollado normas, como la ISO 14001:2015, que definen los requisitos para establecer e integrar un Sistema de Gestión Ambiental cuyo objetivo es proporcionar un marco de referencia para proteger el medio ambiente mediante (ISO 14001:2015):

- El apoyo en el cumplimiento de los requisitos legales.
- La mitigación de efectos potencialmente adversos de las condiciones ambientales.
- La protección del medio ambiente.
- La mejora del desempeño ambiental.
- La comunicación de la información ambiental a las partes interesadas pertinentes.
- El control sobre la forma en la que se lleva a cabo la disposición final de productos o servicios mediante un estudio de ciclo de vida.

La gestión ambiental es, por tanto, un factor decisivo en las organizaciones, empresas e instituciones, de manera que existen diversas herramientas de gestión ambiental diseñadas para desarrollar una buena dinámica medioambiental. A continuación, se citan algunas de dichas herramientas que pueden clasificarse en tres grupos:

- Herramientas preventivas, como las normativas.
- Herramientas correctivas, como las auditorías ambientales.
- Herramientas auxiliares, como el control analítico de la contaminación.

La elección de las herramientas dependerá fundamentalmente de los objetivos específicos de la organización.

### **2.2.1.    Análisis de ciclo de vida**

El Análisis Ciclo de Vida (ACV) es una herramienta de gestión ambiental que se emplea para evaluar los impactos ambientales asociados a productos, procesos o servicios a lo largo de su ciclo de vida, desde la obtención de las materias primas hasta su gestión final como residuo, teniendo en cuenta todas las fases intermedias como preparación de las materias primas (adquisición, manufactura y procesado), transporte, distribución, uso y reciclado (comprendiendo desde la recogida del residuo hasta el proceso de fabricación del nuevo producto) (*Figura 2.3*). Es decir, es una metodología que permite cuantificar de manera objetiva los efectos ambientales relacionados con la vida de un producto, proceso o servicio (Laca et al., 2021). Debe señalarse que, en el contexto del ACV, es necesario definir un impacto ambiental como cualquier cambio, ya sea adverso o beneficioso, en el medio ambiente.

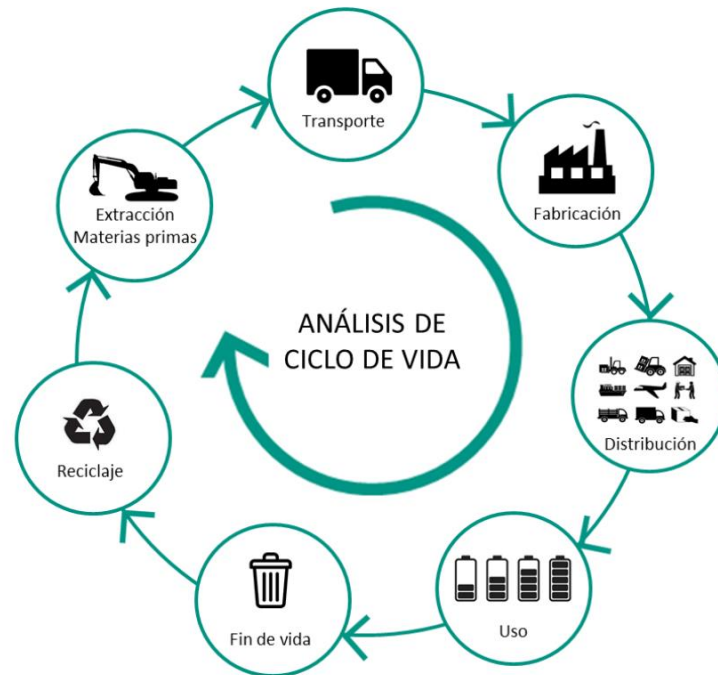


Figura 2.3. Fases de la vida de un producto, proceso o servicio en el ACV (CIC energiGune, 2021)

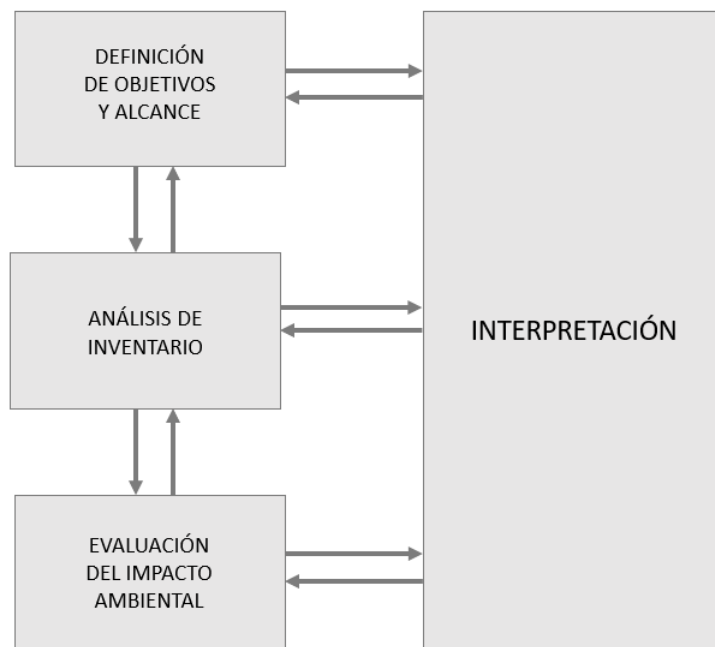


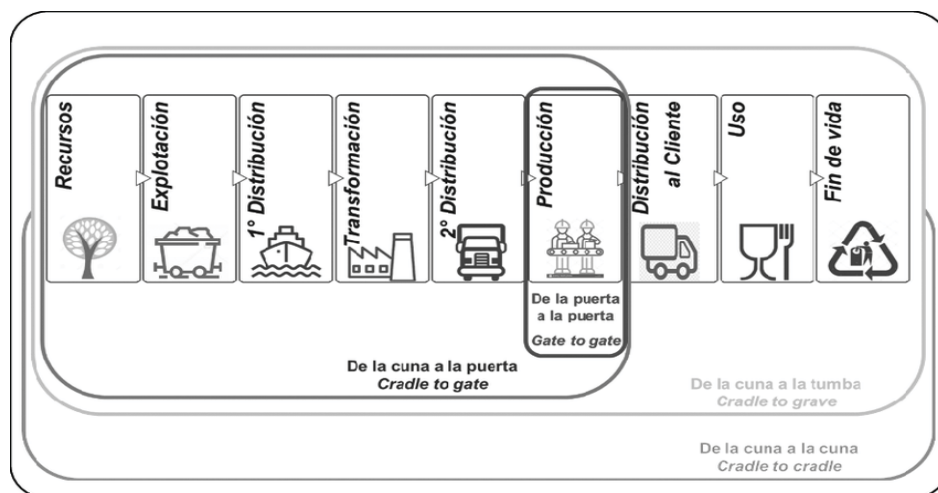
Figura 2.4. Etapas del ACV (Norma UNE-EN ISO 14040:2006)

El Análisis Ciclo de Vida se rige según la norma UNE-EN ISO 14040:2006, que establece las directrices para realizarlo siguiendo unas etapas concretas (Rodríguez, 2003) (*Figura 2.4.*):

- Definición de objetivos y alcance.
- Análisis de inventario del ciclo de vida.
- Evaluación de impactos ambientales del ciclo de vida.
- Interpretación de los resultados.

### Etapa 1. Definición de objetivos y alcance del ACV

Se define el tema de estudio y las causas para llevarlo a cabo. Es primordial especificar los objetivos y entender cuáles son los límites y el alcance del estudio, ya que en rasgos generales un Análisis Ciclo de Vida puede abarcar muchos factores y no siempre será efectivo tenerlo todo en cuenta, por tanto, se establece la extensión, profundidad y detalle del estudio.



*Figura 2.5. Posibles alcances de un ACV (Gutiérrez & Villena, 2021)*

Es necesario señalar los límites del sistema, es decir, detallar que procesos y etapas del sistema van a estar incluidos en el proceso. Así, según la perspectiva considerada, se pueden definir diferentes alcances a la hora de desarrollar un ACV (*Figura 2.5.*).

Esos límites vienen determinados por los criterios de exclusión de datos, las hipótesis planteadas, limitaciones económicas, tiempo para realizar el estudio y el destinatario. El objetivo del estudio y el alcance marcado deben ser acordes a los límites previstos (Antón Vallejo, 2004).

Además, en esta primera fase del ACV se establece la unidad funcional, unidad a la que irán referidos todos los datos junto con un balance de entradas y salidas del sistema (insumos y emisiones) que servirán posteriormente para interpretar los resultados y poder realizar comparaciones entre diferentes estudios (Haya, 2016).

## Etapa 2. Análisis de inventario

Tras definir en una primera etapa el sistema referido al objeto de estudio, especificando las entradas y salidas, se realiza una recopilación de datos y se desarrollan los cálculos y estimaciones necesarias para cuantificar las entradas y salidas de cada subsistema, siempre referidos a la unidad funcional establecida (*Figura 2.6*).



*Figura 2.6. Esquema de un sistema para realización del análisis de inventario (Fuente: Elaboración propia)*

Según la norma UNE-EN ISO 14044:2006, para realizar el análisis de inventario es recomendable obtener los datos directamente a partir de medidas “in situ” o entrevistas

personales, si no es posible pueden emplearse otras vías secundarias como los balances de materia y energía y fuentes bibliográficas.

Además, con el fin de redefinir los límites del sistema y dar una visión global del producto, proceso o servicio, se recomienda tener en cuenta lo siguiente (Haya, 2016):

- Diagrama de flujo del sistema, indicando las relaciones que existen entre los subsistemas.
- Descripción del método de recogida de datos primarios junto con los cálculos y estimaciones requeridos para obtener los datos secundarios.
- Listado detallado de los datos recogidos, además de la especificación de las unidades de medida empleadas para cada parámetro.
- Especificación de las fuentes de los datos, suposiciones realizadas y del criterio empleado para la exclusión de datos, siendo coherentes en todo momento.

Habitualmente, es necesario revisar el análisis de inventario una vez realizado, en base a la unidad funcional, para así comprobar que todas las etapas del ciclo de vida o subsistemas de las entradas y salidas consideradas son lo suficientemente relevantes, o en su defecto, carecen de la importancia necesaria para tenerlos en cuenta. Esto se puede llevar a cabo, por ejemplo, estableciendo un criterio basado en un porcentaje mínimo sobre el total, para validar si los datos obtenidos son coherentes con los objetivos y alcance definidos para el ACV (Cardim de Carvalho Filho, 2001).

Una vez recogidos los datos del inventario, existen diferentes softwares para llevar a cabo el Análisis Ciclo de Vida, algunas de los más destacados se citan a continuación:

- GaBi
- LCAiT
- TEAM
- SimaPro

Estos programas disponen, además, de potentes bases de datos integradas que pueden ser empleadas en el estudio. Entre dichos software, destaca SimaPro que es líder tanto en el

mundo académico como a nivel industrial, con usuarios en más de 80 países alrededor del mundo (Anthesis, 2024).

### **Etapas 3. Evaluación del impacto ambiental**

Durante la tercera etapa del ACV se valoran los resultados obtenidos en el análisis de inventario, cuantificando los posibles efectos medioambientales, con el objetivo de determinar la importancia de los impactos generados.

Según la norma UNE-EN ISO 14044:2006, la evaluación del impacto ambiental consta de cuatro etapas, tres de ellas obligatorias:

- **Selección y definición de las categorías de impacto ambiental, incluyendo los indicadores de categorías y modelos de caracterización:** se distinguen las categorías de impacto básicas (cambio climático, agotamiento del ozono estratosférico, acidificación, etc.) y las categorías de impacto específicas (impactos del uso del suelo, ruido, olor, etc.), según el caso.
- **Clasificación:** se agrupan las cargas ambientales generadas por cada subsistema en función de los efectos o consecuencias ambientales que produce cada una de ellas y se asignan a una categoría de impacto (por ejemplo, cambio climático).
- **Caracterización:** se calculan los indicadores ambientales de cada categoría de impacto ambiental mediante los factores de ponderación o factores equivalentes. Es decir, cada categoría de impacto ambiental (por ejemplo: cambio climático) se cuantifica con un indicador (por ejemplo: emisión de CO<sub>2</sub> equivalente).

Por último, en función de los objetivos definidos en la primera etapa del ACV, se pueden desarrollar alguna de las siguientes etapas opcionales:

- **Normalización:** cálculo de la magnitud de los indicadores de categoría de un sistema respecto a uno referencial para entender la magnitud relativa de cada indicador. El sistema de referencia debe ser acorde al estudiado.
- **Agrupación:** se organizan los grupos de las categorías de impacto bajo un juicio de valor personal.

- **Ponderación:** se determinan unos factores que permiten calcular los indicadores ambientales de forma relativa respecto al resto de indicadores, para posteriormente sumarlos y obtener un único indicador ambiental global del sistema.
- **Análisis adicional de la calidad de los datos de la evaluación de los impactos ambientales:** mediante técnicas como el análisis de gravedad, el análisis de incertidumbre o el análisis de sensibilidad.

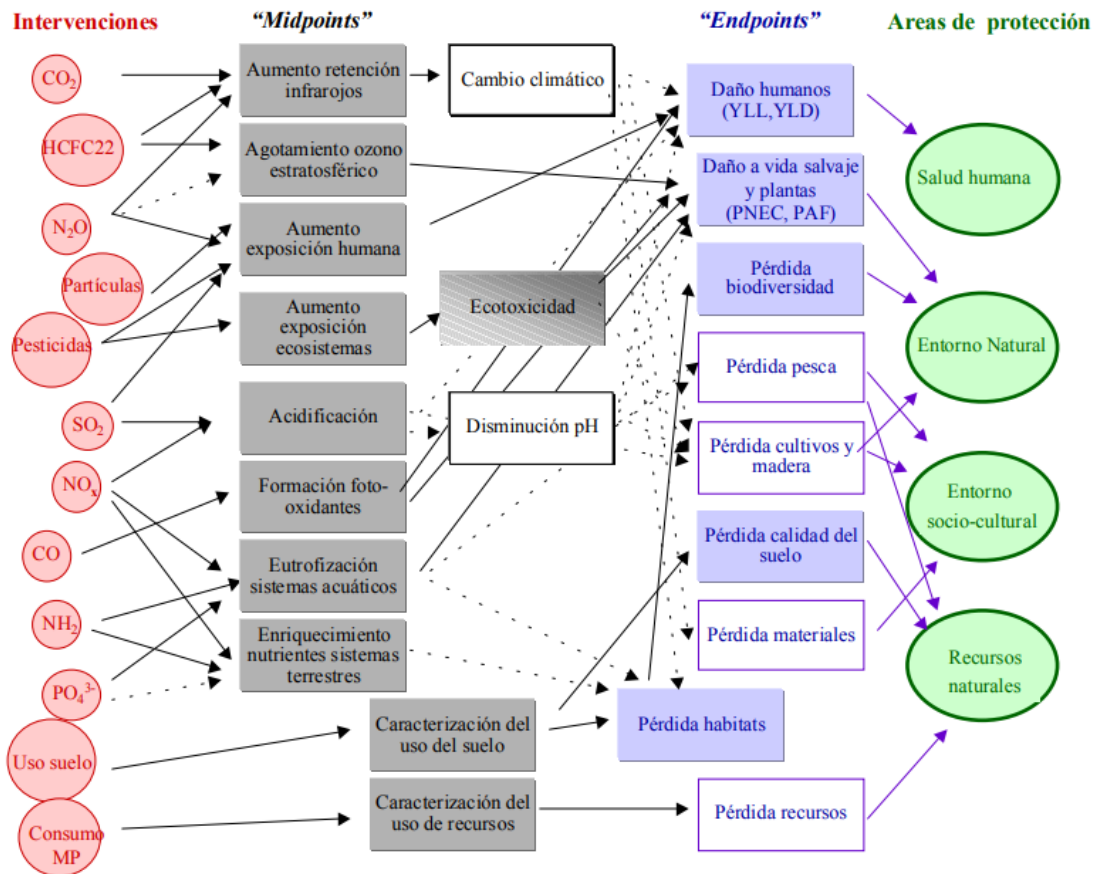


Figura 2.7. Relaciones entre impactos ambientales (intervenciones), impactos de efectos intermedios, impactos de efectos finales y áreas de protección. (Antón Vallejo, 2004)

Para llevar a cabo la evaluación de impactos ambientales existen diferentes métodos. O bien, se tienen en cuenta los efectos intermedios del impacto ambiental, conocido como

“midpoints” o bien, se tiene en cuenta únicamente el efecto final del impacto ambiental, que se denomina “endpoints”. Entendiendo los impactos de efectos intermedios (“midpoints”) como aquellos que afectan directamente al medio ambiente, mientras que, los impactos de efectos finales (“endpoints”) afectan directamente a la sociedad considerando un punto de vista más global. (Antón Vallejo, 2004). En la *Figura 2.7* se representa una esquematización de las relaciones entre las categorías de impacto, los impactos de efectos intermedios, los impactos de efectos finales y las áreas de protección establecidas.

#### **Etapas 4. Interpretación y revisión de los resultados**

En esta última etapa del ACV se combina la información recogida durante el análisis de inventario y la evaluación de los impactos ambientales, para proceder a la realización del análisis y revisión de los resultados, que deben ser coherentes con los objetivos y alcance definidos inicialmente.

Los resultados del análisis pueden determinar en qué fases del ciclo de vida del producto, proceso o servicio se generan los principales impactos ambientales e incluirá, si procede, posibles alternativas de mejora.

##### **2.2.2. Indicadores ambientales**

Un indicador ambiental es una herramienta de medición del estado del medio ambiente que se emplea para evaluar la condición y evolución de diversos aspectos ambientales. Permiten comprender el impacto ambiental que está sufriendo el entorno a causa, principalmente, de las actividades humanas (Consejería de Transición Ecológica y Energía, Gobierno de Canarias, 2023).

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), organización internacional formada por un conjunto de 34 países miembros cuya misión es diseñar políticas que favorezcan la prosperidad, igualdad, oportunidades y bienestar, ha estado años trabajando en políticas ambientales y en la recogida de información que ha servido para definir el uso de los indicadores ambientales.

Mediante dichas políticas ambientales se pretende armonizar iniciativas de los países miembros, desarrollar un conjunto base fiable de indicadores ambientales y verificar el progreso medio ambiental (Polanco, 2006).

Los indicadores ambientales más utilizados son:

- Huella Ecológica (HE)
- Huella de Carbono (HC)
- Huella Hídrica (HH)

En los años noventa, William Rees y Mathis Wackernagel (University of British Columbia) desarrollaron el concepto de la Huella Ecológica como una herramienta para estimar la superficie de terreno ecológicamente productiva (excluyendo desiertos, polos, áreas no productivas y biomasa que no sea utilizada por el ser humano) necesaria para obtener los recursos empleados por una determinada población y asimilar los residuos producidos. Mediante la Huella Ecológica se estima “la magnitud de consumo humano que excede la capacidad de regeneración de la biosfera” (Carballo Penela et al., 2008). La HE se mide en hectáreas globales y estudia seis tipos de subhuellas: **cultivos, pastos, bosques, mar, asentamientos humanos y energía** (Figura 2.8) y, además, se consideran seis categorías de consumo: alimentación, hogar, transporte, bienes de consumo y servicios (Schneider & Samaniego, 2009).

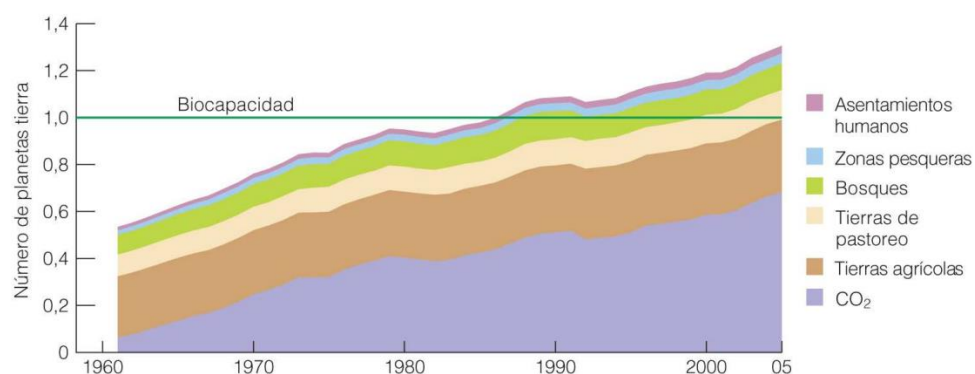


Figura 2.8. Representación gráfica de la evolución de la Huella Ecológica a escala global (dividida en seis subhuellas) desde 1960 hasta 2005 según IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (Schneider & Samaniego, 2009)

En el año 1997, con la preocupación internacional por las consecuencias adversas del cambio climático surge el Protocolo de Kyoto (Acuerdo internacional de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático), aunque entra en vigor en 2005, nace con el objetivo de reducir y mitigar las emisiones de los principales gases de efecto invernadero (dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, hidrofluorocarbonos (HFCs), perfluorocarbonos (PFCs) y hexafluoruro de azufre).

Para el estudio de la evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) surge la Huella de Carbono (HC), que se define como la totalidad de gases de efecto invernadero emitidos, de manera directa o indirecta, por un individuo u organización. La HC se mide en masa de CO<sub>2</sub> equivalentes (Schneider & Samaniego, 2009).

Las emisiones directas son aquellas que provienen de fuentes controladas por el individuo u organización (consumo de combustibles fósiles...), sin embargo, las emisiones indirectas surgen de fuentes no controladas (combustible de transportes, gestión de residuos...) (Frohmann et al., 2012).

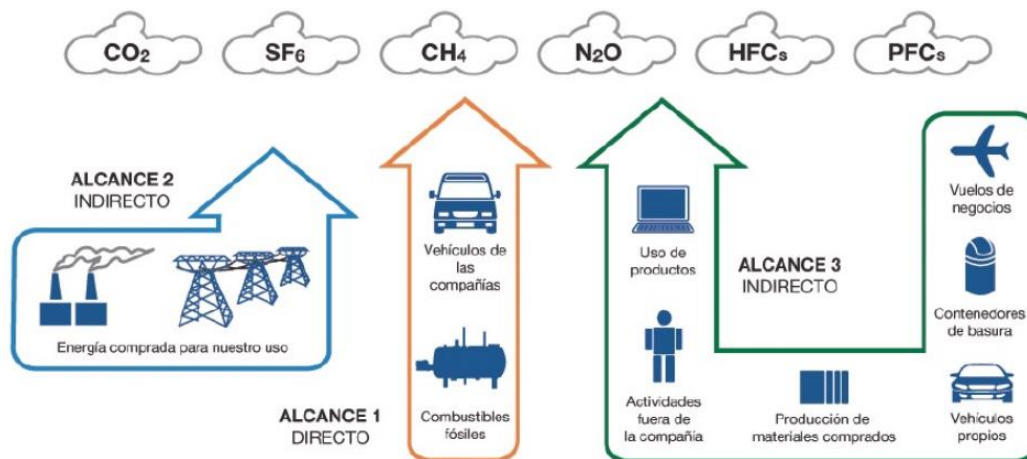


Figura 2.9. Representación gráfica de los alcances de la Huella de Carbono (CSR Consulting, 2023)

Cabe indicar, que las emisiones asociadas a una organización se dividen en tres alcances para facilitar su detección y cuantificación (Ministerio para la Transición Ecológica y el

Reto Demográfico. Guía para el cálculo de la Huella De Carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización, 2023) (*Figura 2.9*):

- Alcance 1: emisiones directas de GEI, es decir, de fuentes controladas por la organización.
- Alcance 2: emisiones indirectas de GEI asociadas a la electricidad adquirida y consumida por la organización.
- Alcance 3: otras emisiones indirectas de GEI emitidas en fuentes externas a la organización o controladas por otras empresas.

El cálculo de la Huella de Carbono, de manera simplificada, se basa en aplicar la siguiente fórmula:

$$\text{Huella de Carbono} = \text{Dato de Actividad} \times \text{Factor de Emisión}$$

Siendo:

- Dato de Actividad: parámetro que define el grado de las emisiones de GEI.
- Factor de Emisión: cantidad de GEI emitidos por cada unidad del parámetro “Dato de Actividad”.

En 2002, Arjen Hoekstra definió la Huella Hídrica como el volumen total de agua dulce utilizada para producir bienes y servicios. Es un indicador que refleja la demanda hídrica y se mide en litros o metros cúbicos. Conciernen tres tipos de uso del agua: **huella hídrica azul** (volumen de agua dulce que se evapora durante un proceso de producción, se absorbe o se vierte al mar), **huella hídrica verde** (volumen de agua pluviales almacenada en la tierra que se evapora, transpira o es absorbida por campos de cultivo y vegetación) y **huella hídrica gris** (volumen de agua contaminada) (Schneider & Samaniego, 2009).

### 2.3. Impactos ambientales en el sector de la restauración

El sector turístico, una de las industrias más grandes a nivel mundial, presenta un aspecto preocupante debido a su impacto negativo en el medio ambiente. Según la Organización Mundial del Turismo (OMT), el 5% de las emisiones humanas están vinculadas al

---

turismo. Dadas las previsiones del crecimiento del sector turístico a escala mundial, se prevé que esas emisiones sean del 5,3% en el año 2030. En España, las emisiones asociadas a dicho sector alcanzan el valor medio estimado de 38.254.491 toneladas de CO<sub>2</sub>, lo que supone un 9% de las emisiones generadas en el país anualmente (Ministerio de Industria y Turismo, 2022).

A continuación, se comentan brevemente algunos de los impactos negativos más destacados, generados por el turismo (Fernández, 2015):

- Explotación insostenible de recursos hídricos, generando daños ecológicos, económicos y conflictos sociales.
- Incremento de la generación de residuos y vertidos, sin la infraestructura adecuada para su gestión, concretamente, en la depuración de aguas residuales en zonas costeras.
- Consecuencias adversas en los recursos naturales derivados del consumo energético insostenible.
- Contaminación acústica y atmosférica derivada de la alta concentración de vehículos en los destinos turísticos populares.
- Invasión masiva de espacios naturales, resultando en la destrucción de hábitats y pérdida parcial de la biodiversidad en algunas zonas.
- Deterioro significativo del paisaje, causado por la proliferación de infraestructuras, construcciones y acumulación de desechos.

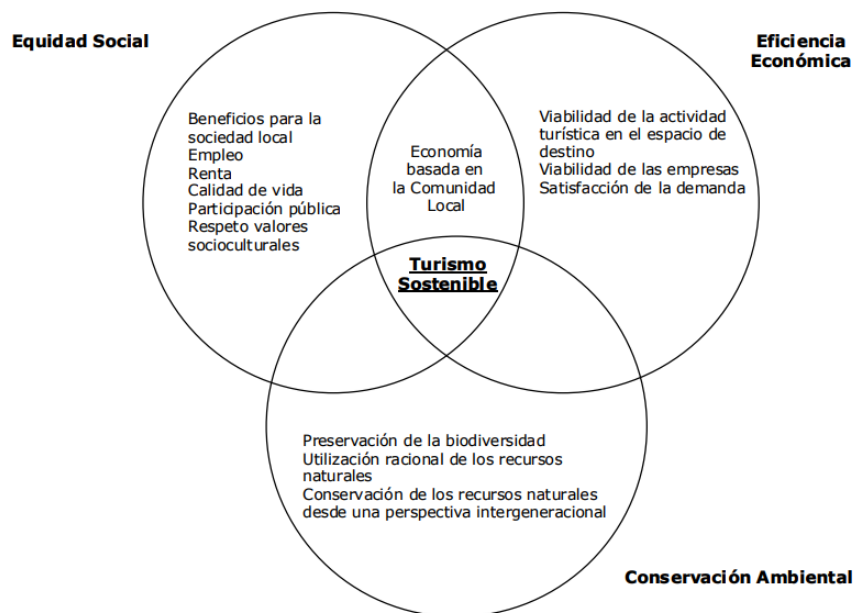


Figura 2.10. Equilibrio social, económico y ambiental para alcanzar un turismo sostenible (Fernández, 2015)

Esta problemática ha dado origen a la búsqueda de nuevos criterios de sostenibilidad que permitan mitigar los efectos negativos causados por dicha industria sobre el medio ambiente, dando lugar al denominado turismo sostenible. La industria turística sostenible debe impulsarse como un nuevo sistema innovador para la gestión de los recursos a través de aspectos sociales, económicos y ambientales (Figura 2.10) (Campos Herrero et al., 2022).

Para fortalecer el turismo sostenible, se desarrollan herramientas capaces de evaluar los impactos asociados al sector e identificar qué acciones se están abordando actualmente para lograr la sostenibilidad deseada. A continuación, se muestran algunas de las herramientas que pueden ser empleadas con este propósito (Fernández, 2015):

- Instrumentos legislativos y de gestión: pueden ser a **nivel internacional** (Convenio Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, Convenio de Naciones Unidas de la Ley del Mar, etc.), a **nivel europeo** (Directiva Comunitaria sobre la recogida y el tratamiento de aguas residuales y urbanas, Sistema

Comunitario de Gestión y Auditoría Ambiental (EMAS), etc.) o a **nivel nacional** (La Agenda 21, Carta de Aalborg, Carta del Turismo Sostenible, etc.)

- Instrumentos de Planificación: indicadores de sostenibilidad (Figura 2.10)
- Instrumentos Financieros y de Apoyo (Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), Fondo Social Europeo (FSE), etc.)
- Innovación

Asimismo, la Estrategia de Turismo de la Agenda 2020-2030 del Principado de Asturias establece una serie de objetivos de desarrollo para Asturias basados en el criterio fundamental de la sostenibilidad, es decir, el sector de la restauración pretende trabajar para satisfacer las necesidades del presente sin perjudicar el compromiso y las necesidades del futuro, garantizando así el crecimiento económico mediante un escenario de mejoras, desarrollo social y protección medioambiental (Estrategia de Turismo 2030 del Principado de Asturias).

Indicador	Medidas específicas
Protección del sitio	Categoría de protección según las establecidas por la UICN
Estrés del lugar	Número de turistas visitando la zona (por año, por meses)
Intensidad de uso	Intensidad de uso en períodos punta (temporada alta)
Impacto social	Relación turistas/residentes
Control del desarrollo	Existencia de procedimientos para un control del desarrollo
Gestión de residuos	Porcentaje de residuos tratados
Grado de planificación	Existencia de planes organizados para el desarrollo turístico regional
Ecosistemas críticos	Número de especies amenazadas
Satisfacción consumidor	Nivel de satisfacción visitante
Satisfacción local	Nivel de satisfacción poblacional
Contribución del turismo a la economía local	Proporción de la actividad turística en la economía

*Figura 2.11. Indicadores de sostenibilidad (Fernández, 2015)*

Debida a la elevada importancia del turismo en la economía de la región asturiana, se llevan a cabo medidas para mitigar y adaptar los impactos ambientales generados. El estudio se desarrolla en el marco del Panel de Expertos CLIMAS, promovido por el Principado de Asturias, con el objetivo de conocer el alcance del cambio climático en el sector turístico. (Peláez et al., 2011).

CLIMAS es una iniciativa llevada a cabo por la Consejería de Medio Ambiente del Principado de Asturias en 2008, que reunió a más de cuarenta expertos para realizar un análisis multidisciplinar que permitía comprender el cambio climático en Asturias. En el informe presentado en 2009, se determinó que el cambio climático debía ser considerado obligatoriamente en la gestión turística (CLIMAS, 2009).

Considerando que el sector de la restauración forma parte de la industria turística, cabe señalar que los impactos medioambientales asociados afectan de manera simultánea a ambos sectores. Sin embargo, dichos impactos proceden de fuentes diversas y diferenciadas.

En el caso del sector de la restauración, la producción de alimentos es la principal contribuyente a la problemática del cambio climático, la pérdida de la biodiversidad, la contaminación y el agotamiento de los recursos naturales (Coderch, 2016). Además, la actividad de un establecimiento de restauración implica la prestación de servicios a los comensales, para ello se preparan las materias primas (limpieza y cocción de alimentos), se lava la vajilla, se limpian las distintas partes del local, etc. En consecuencia, el consumo de recursos energéticos, la utilización de combustibles fósiles y el empleo de recursos hídricos adquieren una significativa relevancia en el análisis de los impactos medioambientales asociados a este sector.

## 3.Caso de estudio: “Casa Cristina”

### 3.1. Descripción del restaurante objeto de estudio

Casa Cristina es el restaurante objeto de estudio para la realización del ACV. Es una casa de comidas de cocina tradicional asturiana localizada en el pueblo de Tellego, en el concejo de Ribera de Arriba (*Figura 3.1*). Ribera de Arriba es una región montañosa situada en la comarca de la Cuenca del Nalón que limita al norte y al este con el concejo de Oviedo, al oeste con el concejo de Santo Adriano y al sur con los concejos de Mieres y Morcín.



*Figura 3.1. Concejo de Ribera de Arriba, Principado de Asturias. (Fuente: elaboración propia)*

Dada su localización, Ribera de Arriba ofrece múltiples actividades de ocio al aire libre como senderismo, ciclismo y escalada, además de diversos lugares de interés cultural. A pesar de encontrarse en un idílico entorno rural, su cercanía a grandes ciudades del Principado hace que el concejo sea punto de encuentro para disfrutar de su gran oferta gastronómica. Asimismo, en el concejo, se encuentra ubicada la Escuela Popular de Gastronomía Sostenible de La Ribera, un espacio de innovación culinaria basado en la

gastronomía local, enfocado en el estudio de prácticas alimentarias saludables y sostenibles fáciles de implementar en el ámbito doméstico.

Casa Cristina (*Figura 3.2*) es un proyecto familiar que abre sus puertas en 1981 y actualmente se conoce como un referente de la gastronomía tradicional asturiana. Cuenta con dos comedores (el principal y uno auxiliar) y una amplia terraza. Funciona mediante cocina de gas natural y ofrece un menú tradicional empleando productos de cercanía, es decir, aquellos que se cultivan o se producen en el área local. En dicho menú se incluyen platos tan típicos como fabada asturiana, pote asturiano, *pitu caleya* o cordero guisado.



*Figura 3.2. Logotipo de “Casa Cristina”*

### **3.2. Definición de objetivos y alcance**

El presente estudio tiene como objetivo realizar un análisis de ciclo de vida (ACV) al restaurante Casa Cristina para determinar los impactos ambientales derivados de la actividad de este establecimiento, identificando los aspectos que resulten más impactantes y proponer, si procede, posibles alternativas de mejora que puedan implementarse como prácticas sostenibles.

Para llevar a cabo el estudio, la unidad funcional considerada es “un menú servido en el restaurante” y se consideraron los datos recogidos durante tres meses de actividad del restaurante, en concreto, septiembre, octubre y noviembre de 2022. Se empleó una

---

perspectiva “de la cuna a la tumba”, en consecuencia, los límites del sistema se establecen desde la obtención de materias primas hasta la gestión de los residuos generados (Haya, 2016).

Se consideran como entradas al sistema: las materias primas necesarias para la elaboración del menú (incluyendo tanto alimentos como bebidas), los productos de limpieza requeridos para el mantenimiento adecuado del local, los recursos energéticos (gas natural, electricidad y combustible, en concreto, gasoil empleado en la producción de agua caliente y calefacción), los recursos hídricos y otros (que engloba diversos materiales empleados en cocina y baños, tales como papel, envases, bolsas de basura...).

En cuanto a las salidas del sistema, se tienen en cuenta los residuos sólidos producidos durante la actividad del restaurante (envases, botellas, papel y cartón, etc.), las emisiones a la atmósfera derivadas del uso de energía y el agua residual, así como el menú servido. Debe señalarse que, en este estudio, no se incluye el transporte de los diferentes elementos considerados en las entradas y salidas del sistema. En la *Figura 3.3* se muestran esquemáticamente las entradas y salidas al sistema analizado como caso de estudio.



*Figura 3.3. Esquema de las entradas y salidas al sistema. (Fuente: Elaboración propia)*

### 3.3. Análisis de inventario

Esta etapa del ACV consiste en la recogida de los datos brutos de las entradas y salidas del sistema estudiado. Dichos datos, correspondientes a tres meses de actividad

(septiembre, octubre y noviembre), fueron recopilados mediante entrevistas con el personal del establecimiento.

Posteriormente, los datos se tratan de modo que todos los productos de cada subsistema estén expresados en las mismas unidades, lo que permite calcular el porcentaje de cada producto respecto al total. En todos los subsistemas considerados se excluyeron del análisis aquellos materiales cuya aportación al total es inferior al 1%, estos datos omitidos se presentan en color rojo en las tablas correspondientes al inventario que se recoge a continuación. Asimismo, se describen detalladamente los datos recopilados en los tres meses evaluados, así como los cálculos y estimaciones empleadas para el tratamiento de dichos datos.

SEPTIEMBRE

A lo largo del mes de septiembre se sirven 1218 menús.

**ENTRADAS**

- **MATERIAS PRIMAS**: el subsistema de materias primas incluye alimentos y bebidas, y se resume en las *Tablas 3.1 y 3.2*.

*Tabla 3.1. Materias primas (alimentos) consumidas en Casa Cristina en septiembre*

MATERIAS PRIMAS			TOTAL (%)
<b>CARNES</b>			
Tenera	40,00	kg	2,49
Cordero	180,00	kg	11,19
Cerdo	90,00	kg	5,59
Pollo	160,00	kg	9,94
<b>PESCADOS</b>			
Almejas	18,00	kg	1,12
Bonito	48,00	kg	2,98
<b>FRUTAS - VERDURAS</b>			
Berza	40,00	kg	2,49
Cebolla	80,00	kg	4,97
Ajo	10,00	kg	0,62
Tomate	7,00	kg	0,44

Patata	300,00	kg	18,65
Alubias	150,00	kg	9,32
<b>LÁCTEOS</b>			
Leche	103,00	kg	6,40
Queso Crema	6,00	kg	0,37
Margarina	1,50	kg	0,09
<b>OTROS</b>			
Azúcar	48,00	kg	2,98
Arroz	25,00	kg	1,55
Sal	12,00	kg	0,75
Condimento	0,30	kg	0,02
Aceite	138,00	kg	8,58
Pan	124,24	kg	7,72
Café	14,00	kg	0,87
Huevos	13,92	kg	0,87
<b>TOTAL</b>	<b>1608,96</b>	<b>kg</b>	<b>100,00</b>

- ❖ El dato relativo a la cantidad de ciertos alimentos, como la leche o el aceite, se recoge inicialmente en litros, empleando la densidad de dichos productos se obtiene la cantidad expresada en kilogramos, tal y como se detalla a continuación.

– Leche (Guignon, 2012):

$$100 \text{ l leche} \times \frac{0,001 \text{ m}^3 \text{ leche}}{1 \text{ l leche}} \times \frac{1030 \text{ kg leche}}{1 \text{ m}^3 \text{ leche}} = 103 \text{ kg leche}$$

– Aceite (Carrillo, 2020):

$$150 \text{ l aceite} \times \frac{0,001 \text{ m}^3 \text{ aceite}}{1 \text{ l aceite}} \times \frac{920 \text{ kg aceite}}{1 \text{ m}^3 \text{ aceite}} = 138 \text{ kg aceite}$$

- ❖ La masa de huevos empleados durante el mes de septiembre se obtiene a partir del peso medio de un huevo de categoría A (huevos frescos) clasificado por su peso como mediano (INPROVO, 2022).

$$240 \text{ uds. huevos} \times \frac{58 \text{ g huevo}}{1 \text{ huevo}} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 13,92 \text{ kg huevos}$$

- ❖ El valor de carne de cerdo se obtiene a partir del sumatorio de 26 kg de chorizo, 28 kg de morcilla y 36 kg de panceta.

- ❖ Se considera como condimentos el perejil, la guindilla y el pimentón.

*Tabla 3.2. Materias primas (bebidas) consumidas en Casa Cristina en septiembre*

MATERIAS PRIMAS					TOTAL (%)
BEBIDAS					
Sidra	96	Uds.	70,56	kg	6,27
Vino	410	Uds.	305,35	kg	27,13
Agua Mineral	480	l	478,56	kg	42,53
Refrescos	163,50	l	163,00	kg	14,48
Cerveza	292	Uds.	96,00	kg	8,53
Bebidas destiladas	15	l	11,85	kg	1,05
<b>TOTAL</b>			<b>1125,32</b>	<b>kg</b>	<b>100,00</b>

- ❖ De manera análoga al aceite y la leche y, teniendo en cuenta el volumen de las botellas (70 cl. para la sidra, 75 cl. para el vino, 1 l para el agua, 33 cl. para las latas de refrescos, 1 l para las botellas de gaseosa, 33 cl. para la cerveza y 1 l para las bebidas destiladas), se calculan los kilogramos empleados de cada bebida:

- Sidra (Fernández, 2020):

$$96 \text{ uds. sidra} \times \frac{0,70 \text{ l sidra}}{1 \text{ botella}} \times \frac{0,001 \text{ m}^3 \text{ sidra}}{1 \text{ l sidra}} \times \frac{1050 \text{ kg sidra}}{1 \text{ m}^3 \text{ sidra}} = 70,56 \text{ kg sidra}$$

- Vino (García Cazorla, 2005):

$$410 \text{ uds. vino} \times \frac{0,75 \text{ l vino}}{1 \text{ botella}} \times \frac{0,001 \text{ m}^3 \text{ vino}}{1 \text{ l vino}} \times \frac{993 \text{ kg vino}}{1 \text{ m}^3 \text{ vino}} = 305,35 \text{ kg vino}$$

- Agua mineral (Pineda, 2010):

$$480 \text{ l agua mineral} \times \frac{0,001 \text{ m}^3 \text{ agua}}{1 \text{ l agua}} \times \frac{997 \text{ kg agua}}{1 \text{ m}^3 \text{ agua}} = 478,56 \text{ kg agua mineral}$$

- ❖ En los refrescos se incluyen las latas de refrescos y botellas de gaseosa. La cantidad de refrescos consumidos se obtiene a partir de la densidad del agua (Pineda, 2010), ya que conforma más del 90% de los refrescos.

$$162 \text{ uds. refrescos} \times \frac{0,33 \text{ l refresco}}{1 \text{ ud.}} = 53,46 \text{ l refrescos}$$

$$53,46 \text{ l refrescos} + 110 \text{ l gaseosa} = 163,50 \text{ l refrescos}$$

$$163,50 \text{ l refrescos} \times \frac{0,001 \text{ m}^3 \text{ refrescos}}{1 \text{ l refrescos}} \times \frac{997 \text{ kg refrescos}}{1 \text{ m}^3 \text{ refrescos}} = 163 \text{ kg refrescos}$$

- ❖ La cantidad de cerveza consumida se calcula mediante la densidad del agua, que conforma más del 90% del contenido de la cerveza (Pineda, 2010).

$$292 \text{ cervezas} \times \frac{0,33 \text{ l cerveza}}{1 \text{ cerveza}} \times \frac{0,001 \text{ m}^3}{1 \text{ l}} \times \frac{997 \text{ kg cerveza}}{1 \text{ m}^3 \text{ cerveza}} = 96 \text{ kg cerveza}$$

- ❖ Las bebidas destiladas se obtienen considerando los licores y el vermut servido. Debido a su mayor contenido en alcohol, la cantidad de bebida destilada consumida se obtiene mediante la densidad del etanol (UNIIQUIM, 2016):

$$15 \text{ l bebida} \times \frac{0,001 \text{ m}^3}{1 \text{ l}} \times \frac{789 \text{ kg bebida}}{1 \text{ m}^3 \text{ bebida}} = 11,85 \text{ kg bebidas destiladas}$$

- MATERIAL DE LIMPIEZA: se detalla en la *Tabla 3.3.* y, en este caso, se han tenido en cuenta los principios activos mayoritarios de los diferentes productos empleados.

*Tabla 3.3. Productos de limpieza utilizados por Casa Cristina en septiembre*

MATERIAL DE LIMPIEZA					TOTAL (%)
Lejía	12	l	3,120	kg	70,03
Lavavajillas	5	l	0,835	kg	18,74
Fairy	4,92	l	0,500	kg	11,22
<b>TOTAL</b>			<b>4,46</b>	<b>kg</b>	<b>100,00</b>

- ❖ Para calcular la cantidad de lejía consumida, se parte de la densidad del compuesto mayoritario. En este caso, tal y como indica la etiqueta de la botella de lejía utilizada por el establecimiento, se considera el cloro activo como componente mayoritario encontrándose en una disolución de 39 g/l. Además, debido a las bases de datos disponibles en el software, se estima una solución de cloro activo al 15%.

$$12 \text{ l lejía} \times \frac{39 \text{ g cloro activo}}{1 \text{ l}} \times \frac{1 \text{ l cloro activo}}{150 \text{ g cloro activo}} = 3,120 \text{ l cloro activo}$$

A pesar de que la medida inicial es en litros, para el tratamiento de los datos se interpreta la cantidad en kilogramos, al considerar que la diferencia sería despreciable.

- ❖ De manera análoga, el lavavajillas empleado en el restaurante cuenta con un 10% del compuesto mayoritario, en este caso el ácido nitrilotriacético (VWR, 2024).

$$5 \text{ l lavavajillas} \times 0,10 \times \frac{0,001 \text{ m}^3}{1 \text{ l}} \times \frac{1670 \text{ kg ácido}}{1 \text{ m}^3 \text{ lavavajillas}} = 0,835 \text{ kg ácido}$$

- ❖ Por último, en cuanto al fairy, se consideran como compuesto mayoritario los tensioactivos no iónicos (10%). Durante el mes de septiembre se usaron 6 botellas de 820 ml de fairy (4,92 l de fairy) (Jofisa S.L., 2024).

$$4,92 \text{ l fairy} \times 0,10 \times \frac{0,001 \text{ m}^3}{1 \text{ l}} \times \frac{1020 \text{ kg tensioactivos}}{1 \text{ m}^3 \text{ fairy}} = 0,50 \text{ kg tensioactivos}$$

- ❖ En el inventario también se recogieron los productos de limpieza reflejados en la *Tabla 3.4*, pero finalmente se descartan para el estudio, debido a que fueron empleados en cantidades muy pequeñas y a que su naturaleza hace que sus potenciales efectos nocivos puedan considerarse despreciables.

*Tabla 3.4. Material de limpieza utilizado por Casa Cristina en septiembre*

MATERIAL DE LIMPIEZA		
Fregonas	2	Uds.
Bayetas	7	Uds.
Escobas	1	Uds.
Guantes	40	Uds.
Estropajos	5	Uds.

- **RECURSOS ENERGÉTICOS:** los recursos energéticos empleados en el mes de septiembre se recogen en la *Tabla 3.5*. Para poder evaluar los impactos medioambientales generados por el gas natural y el gasoil utilizando las bases de datos disponibles en el software, se obtiene la masa consumida de dichos recursos.

*Tabla 3.5. Recursos energéticos utilizados por Casa Cristina en septiembre*

RECURSOS ENERGÉTICOS				
Electricidad	285,00	kWh	-	-
Gas Natural	2168,00	kWh	171,06	kg
Gasoil	200,00	l	180	kg

- ❖ En el caso del gas natural, se aplica un factor de conversión para determinar la masa de gas natural empleada, en función de los kWh registrados (Department for Energy Security and Net Zero, 2024).

$$2168 \text{ kWh Gas} \times \frac{0,20264 \text{ kg CO}_{2,\text{eq}}}{1 \text{ kWh}} \times \frac{1000 \text{ kg gas natural}}{2568,1644 \text{ kg CO}_{2,\text{eq}}} = 171,06 \text{ kg gas}$$

- ❖ La masa de gasoil consumido se obtiene mediante la densidad del gasoil tipo C a 15°C (Real Decreto 61/2006, Anexo III BIS):

$$200 \text{ l gasoil} \times \frac{1 \text{ m}^3 \text{ gasoil}}{1000 \text{ l gasoil}} \times \frac{900 \text{ kg gasoil}}{1 \text{ m}^3 \text{ gasoil}} = 180 \text{ kg gasoil}$$

- **RECURSOS HÍDRICOS:** respecto a los recursos hídricos se incluye únicamente el agua de grifo empleada en el restaurante y se indica en la *Tabla 3.6*.

*Tabla 3.6. Recursos hídricos utilizados por Casa Cristina en septiembre*

RECURSOS HÍDRICOS		
Agua	35,00	m <sup>3</sup>

- **OTROS: MATERIAL DE COCINA Y BAÑO:** en este subsistema se recogen aquellos materiales empleados en la cocina y el baño que no han sido incluidos en el subsistema de los materiales de limpieza, puesto que se emplean en mayor cantidad y, por ello, han sido incluidos en el estudio (*Tabla 3.7*).

*Tabla 3.7. Material de cocina y baño empleado por Casa Cristina en septiembre*

OTROS: MATERIAL COCINA Y BAÑO					TOTAL (%)
Manteles Papel	500	Uds.	5,50	kg	16,36
Servilletas	2400	Uds.	12,00	kg	35,70

Papel higiénico	95	Uds.	9,50	kg	28,27
Mandril - Papel higiénico	95	Uds.	0,38	kg	1,13
Bolsas	100	Uds.	1,70	kg	5,06
Bolsas Basura	34	Uds.	1,53	kg	4,55
Envases	75	Uds.	3,00	kg	8,93
<b>TOTAL</b>			<b>33,61</b>	<b>kg</b>	<b>100,00</b>

- ❖ Para calcular la masa del material empleado en cocina y baño, se pesó cada uno de los diferentes productos obteniendo así el peso unitario.

$$500 \text{ uds. mantel} \times \frac{11 \text{ g mantel}}{1 \text{ ud}} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 5,50 \text{ kg manteles papel}$$

$$2400 \text{ uds. servilletas} \times \frac{5 \text{ g servilleta}}{1 \text{ ud}} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 12 \text{ kg de servilletas}$$

- ❖ En el inventario se recoge el uso de 95 rollos de papel higiénico a lo largo del mes de septiembre, cada rollo pesa 104 gramos y cada mandril de cartón pesa 4 gramos, por tanto:

$$104 \text{ g rollo papel higiénico} - 4 \text{ g mandril} = 100 \text{ g papel higiénico}$$

$$95 \text{ uds. papel higiénico} \times \frac{100 \text{ g papel}}{1 \text{ rollo}} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 9,50 \text{ kg de papel higiénico}$$

$$95 \text{ uds. papel higiénico} \times \frac{4 \text{ g cartón (mandril)}}{1 \text{ rollo}} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 0,38 \text{ kg mandril}$$

$$100 \text{ uds. bolsas} \times \frac{17 \text{ g bolsa}}{1 \text{ bolsa}} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 1,70 \text{ kg bolsas}$$

$$34 \text{ uds. bolsas basura} \times \frac{45 \text{ g bolsa}}{1 \text{ bolsa}} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 1,53 \text{ kg bolsas de basura}$$

$$75 \text{ uds. envases} \times \frac{40 \text{ g envase}}{1 \text{ envase}} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 3 \text{ kg envases}$$

### **SALIDAS**

- **RESIDUOS:** los residuos generados se recogen en la *Tabla 3.8*.

*Tabla 3.8. Residuos generados por Casa Cristina en septiembre*

RESIDUOS					TOTAL (%)
Residuos Sólidos Urbanos	-	-	360,00	kg	59,54
Botellas de Cristal	720	Uds.	231,48	kg	38,28
Botellas de Plástico	430	Uds.	13,16	kg	2,18
<b>TOTAL</b>			<b>604,64</b>	<b>kg</b>	<b>100,00</b>

- ❖ El restaurante únicamente recicla las botellas de cristal y de plástico, es decir, el resto de los residuos generados (papel, cartón y cristal) se recogen mezclados como residuos sólidos urbanos.
- ❖ Para realizar el cálculo del peso de las botellas de cristal se pesa cada tipo de botella y se multiplica por las unidades servidas en el restaurante (*Tabla 3.9*). Cabe destacar que las botellas de sidra consumidas son recogidas por la empresa distribuidora para su posterior reacondicionamiento y uso, por tanto, no se tienen en cuenta como residuos.

*Tabla 3.9. Botellas de cristal generadas en septiembre*

BOTELLAS DE CRISTAL					
BOTELLA	BOTELLA VACÍA		CANTIDAD	PESO TOTAL	
Vino	0,408	kg	410 Uds.	167,28	kg
Cerveza	0,185	kg	292 Uds.	54,02	kg
Licor	0,411	kg	9 Uds.	3,7	kg
Vermut	0,72	kg	9 Uds.	6,48	kg
<b>TOTAL</b>			<b>720 Uds.</b>	<b>231,48</b>	<b>kg</b>

- ❖ De la misma manera, se presentan los cálculos realizados para obtener el peso total de las botellas de plástico (*Tabla 3.10*). En este caso, solo se tienen en cuenta las botellas de agua y de gaseosa, ya que las latas de refrescos se desechan tirándolas a los residuos sólidos urbanos, es decir, no se reciclan.

*Tabla 3.10. Botellas de plástico generadas en septiembre*

BOTELLAS DE PLÁSTICO					
BOTELLA	BOTELLA VACÍA		CANTIDAD	PESO TOTAL	
Agua Mineral	0,026	kg	320 Uds.	8,32	kg

Gaseosa	0,044	kg	110 Uds.	4,84	kg
<b>TOTAL</b>			<b>430 Uds.</b>	<b>13,16</b>	<b>kg</b>

- EMISIONES A LA ATMÓSFERA: indicadas detalladamente en la *Tabla 3.11*.

*Tabla 3.11. Emisiones a la atmósfera generadas por Casa Cristina en septiembre*

EMISIONES A LA ATMÓSFERA		
GAS NATURAL	439,32	kg CO <sub>2</sub> eq/mes
	576,20	kg CO <sub>2</sub> /mes
GASOIL	0,0778	kg CH <sub>4</sub> /mes
	0,0046	kg N <sub>2</sub> O /mes

- ❖ Para calcular las emisiones a la atmósfera originadas por la combustión del gas natural, se aplica un factor de conversión que permite obtener los kilogramos de CO<sub>2</sub> equivalentes, considerados como el sumatorio de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O generados en función de los kWh registrados (Department for Energy Security and Net Zero, 2024).

$$2168 \text{ kWh Gas} \times \frac{0,20264 \text{ kg CO}_2\text{eq}}{1 \text{ kWh}} = 439,32 \text{ kg CO}_2\text{eq}$$

- ❖ Por otro lado, para calcular las emisiones a la atmósfera originadas por el uso de gasoil tipo C, se aplican los factores de emisión indicados por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO, 2022), mediante los cuales se obtienen las emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O.

$$\frac{200 \text{ l Gasoil}}{\text{septiembre}} \times \frac{2,881 \text{ kg CO}_2}{1 \text{ l Gasoil}} = 576,20 \text{ kg CO}_2/\text{septiembre}$$

$$\frac{200 \text{ l Gasoil}}{\text{septiembre}} \times \frac{0,000389 \text{ kg CH}_4}{1 \text{ l Gasoil}} = 0,0778 \text{ kg CH}_4/\text{septiembre}$$

$$\frac{200 \text{ l Gasoil}}{\text{septiembre}} \times \frac{0,000023 \text{ kg N}_2\text{O}}{1 \text{ l Gasoil}} = 0,0046 \text{ kg N}_2\text{O}/\text{septiembre}$$

- **AGUA RESIDUAL:** se considera que el agua residual generada es la misma que la consumida, ya que es recogida por la red de alcantarillado para su posterior tratamiento como agua residual urbana (*Tabla 3.12*).

*Tabla 3.12. Agua residual generada por Casa Cristina en septiembre*

RECURSOS HÍDRICOS		
Agua Residual	35,00	m <sup>3</sup>

OCTUBRE

A lo largo del mes de octubre se sirven 1280 menús. El procesado de los datos recolectados en octubre sigue el mismo procedimiento que el descrito anteriormente para el mes de septiembre.

**ENTRADAS**

- **MATERIAS PRIMAS:** el subsistema de materias primas incluye alimentos y bebidas y se resume en las *Tablas 3.13. y 3.14.*

*Tabla 3.13. Materias primas (alimentos) consumidas en Casa Cristina en octubre*

MATERIAS PRIMAS			TOTAL (%)
<b>CARNES</b>			
Tenera	42,00	kg	2,47
Cordero	200,00	kg	11,74
Cerdo	94,00	kg	5,52
Pollo	165,00	kg	9,69
<b>PESCADOS</b>			
Almejas	18,00	kg	1,06
Bonito	0,00	kg	0,00
<b>FRUTAS - VERDURAS</b>			
Berza	50,00	kg	2,94
Cebolla	80,00	kg	4,70
Ajo	10,00	kg	0,59
Patata	350,00	kg	20,55
Alubias	170,00	kg	9,98
<b>LÁCTEOS</b>			
Leche	113,30	kg	6,65

Queso Crema	6,00	kg	0,35
Margarina	1,50	kg	0,09
<b>OTROS</b>			
Azúcar	50,00	kg	2,94
Arroz	24,00	kg	1,41
Sal	14,00	kg	0,82
Condimento	0,35	kg	0,02
Aceite	156,40	kg	9,18
Pan	130,56	kg	7,67
Café	14,00	kg	0,82
Huevos	13,92	kg	0,82
<b>TOTAL</b>	<b>1703,03</b>	<b>kg</b>	<b>100,00</b>

- ❖ Nuevamente, el dato relativo a la cantidad de la leche y el aceite se recoge expresado en litros, empleando la densidad se obtiene la cantidad expresada en kilogramos, tal y como se detalla a continuación.

– Leche (Guignon, 2012):

$$110 \text{ l leche} \times \frac{0,001 \text{ m}^3 \text{ leche}}{1 \text{ l leche}} \times \frac{1030 \text{ kg leche}}{1 \text{ m}^3 \text{ leche}} = 113,30 \text{ kg leche}$$

– Aceite (Carrillo, 2020):

$$170 \text{ l aceite} \times \frac{0,001 \text{ m}^3 \text{ aceite}}{1 \text{ l aceite}} \times \frac{920 \text{ kg aceite}}{1 \text{ m}^3 \text{ aceite}} = 156,40 \text{ kg aceite}$$

- ❖ La masa de huevos empleados durante el mes de septiembre se obtiene a partir del peso medio de un huevo de categoría A (huevos frescos) clasificado por su peso como mediano (INPROVO, 2022).

$$240 \text{ uds. huevos} \times \frac{58 \text{ g huevo}}{1 \text{ huevo}} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 13,92 \text{ kg huevos}$$

- ❖ El valor de carne de cerdo se obtiene a partir del sumatorio de 28 kg de chorizo, 30 kg de morcilla y 36 kg de panceta.
- ❖ Se considera como condimentos el perejil, la guindilla y el pimentón.

Tabla 3.14. Materias primas (bebidas) consumidas en Casa Cristina en octubre

MATERIAS PRIMAS					TOTAL (%)
BEBIDAS					
Sidra	68	Uds.	49,98	kg	4,70
Vino	480	Uds.	357,50	kg	33,64
Agua Mineral	400	l	398,80	kg	37,53
Refrescos	125,60	l	125,21	kg	11,78
Cerveza	372	Uds.	122,40	kg	11,52
Bebidas destiladas	11,00	l	8,69	kg	0,82
<b>TOTAL</b>			<b>1062,58</b>	<b>kg</b>	<b>100,00</b>

- ❖ De manera análoga al aceite y la leche y, teniendo en cuenta el volumen de las botellas (70 cl. para la sidra, 75 cl. para el vino, 1 l para el agua, 33 cl. para las latas de refrescos, 1 l para las botellas de gaseosa, 33 cl. para la cerveza y 1 litro para las bebidas destiladas), se calculan los kilogramos servidos de cada bebida:

- Sidra (Fernández, 2020):

$$68 \text{ uds. sidra} \times \frac{0,70 \text{ l sidra}}{1 \text{ botella}} \times \frac{0,001 \text{ m}^3 \text{ sidra}}{1 \text{ l sidra}} \times \frac{1050 \text{ kg sidra}}{1 \text{ m}^3 \text{ sidra}} = 49,98 \text{ kg sidra}$$

- Vino (García Cazorla, 2005):

$$480 \text{ uds. vino} \times \frac{0,75 \text{ l vino}}{1 \text{ botella}} \times \frac{0,001 \text{ m}^3 \text{ vino}}{1 \text{ l vino}} \times \frac{993 \text{ kg vino}}{1 \text{ m}^3 \text{ vino}} = 357,50 \text{ kg vino}$$

- Agua mineral (Pineda, 2010):

$$400 \text{ l agua mineral} \times \frac{0,001 \text{ m}^3 \text{ agua}}{1 \text{ l agua}} \times \frac{997 \text{ kg agua}}{1 \text{ m}^3 \text{ agua}} = 398,80 \text{ kg agua mineral}$$

- ❖ En los refrescos se incluyen las latas de refrescos y botellas de gaseosa. La cantidad de refrescos consumidos se obtiene a partir de la densidad del agua (Pineda, 2010), ya que conforma más del 90% de los refrescos.

$$123 \text{ uds. refrescos} \times \frac{0,33 \text{ l refresco}}{1 \text{ ud.}} = 40,60 \text{ l refrescos}$$

$$40,60 \text{ l refrescos} + 85 \text{ l gaseosa} = 125,60 \text{ l refrescos}$$

$$125,60 \text{ l refrescos} \times \frac{0,001 \text{ m}^3}{1 \text{ l}} \times \frac{997 \text{ kg refrescos}}{1 \text{ m}^3 \text{ refrescos}} = 125,21 \text{ kg refrescos}$$

- ❖ La cantidad de cerveza consumida se obtiene mediante la densidad del agua, ya que conforma más del 90% del contenido de la cerveza (Pineda, 2010).

$$372 \text{ cervezas} \times \frac{0,33 \text{ l cerveza}}{1 \text{ cerveza}} \times \frac{0,001 \text{ m}^3}{1 \text{ l}} \times \frac{997 \text{ kg cerveza}}{1 \text{ m}^3 \text{ cerveza}} = 122,40 \text{ kg cerveza}$$

- ❖ Las bebidas destiladas se obtienen considerando los licores y el vermut servido, Debido a su mayor contenido en alcohol, la cantidad de bebidas destiladas consumidas se obtiene mediante la densidad del etanol (UNIIQUIM, 2016). En este caso, las bebidas destiladas no se tienen en cuenta ya que conforman un 0,82% del total de bebidas.

$$11 \text{ l bebida} \times \frac{0,001 \text{ m}^3}{1 \text{ l}} \times \frac{789 \text{ kg bebida}}{1 \text{ m}^3 \text{ bebida}} = 8,69 \text{ kg bebidas destiladas}$$

- MATERIAL DE LIMPIEZA: se detalla en la *Tabla 3.15* y, en este caso, se han tenido en cuenta los principios activos mayoritarios de los diferentes productos empleados.

*Tabla 3.15. Productos de limpieza utilizados por Casa Cristina en octubre*

MATERIAL DE LIMPIEZA					TOTAL (%)
Lejía	15	l	3,900	kg	72,16
Lavavajillas	5	l	0,835	kg	15,45
Fairy	6,56	l	0,670	kg	12,40
<b>TOTAL</b>			<b>5,405</b>	<b>kg</b>	<b>100,00</b>

- ❖ Para calcular la cantidad de lejía consumida, se parte de la densidad del compuesto mayoritario, siendo el cloro activo en una solución de 39 g/l. Además, debido a las bases de datos disponibles en el software, se estima una solución de cloro activo al 15%.

$$15 \text{ l lejía} \times \frac{39 \text{ g cloro activo}}{1 \text{ l}} \times \frac{1 \text{ l cloro activo}}{150 \text{ g cloro activo}} = 3,900 \text{ l cloro activo}$$

A pesar de que la medida inicial es en litros, para el tratamiento de los datos se interpreta la cantidad en kilogramos, al considerar que la diferencia sería despreciable.

- ❖ De manera análoga, el lavavajillas empleado en el restaurante cuenta con un 10% del compuesto mayoritario, en este caso el ácido nitrilotriacético (VWR, 2024).

$$5 \text{ l lavavajillas} \times 0,10 \times \frac{0,001 \text{ m}^3}{1 \text{ l}} \times \frac{1670 \text{ kg ácido}}{1 \text{ m}^3 \text{ lavavajillas}} = 0,835 \text{ kg ácido}$$

- ❖ Por último y de la misma manera, en cuanto al fairy se consideran como compuesto mayoritario los tensioactivos no iónicos (10%). Durante el mes de octubre se usaron 8 botellas de 820 ml de fairy, es decir, 6,56 l de fairy (Jofisa S.L., 2024).

$$6,56 \text{ l fairy} \times 0,10 \times \frac{0,001 \text{ m}^3}{1 \text{ l}} \times \frac{1020 \text{ kg tensioactivos}}{1 \text{ m}^3 \text{ fairy}} = 0,670 \text{ kg tensioactivos}$$

- ❖ En el inventario también se recogieron los productos de limpieza reflejados en la *Tabla 3.16*, pero finalmente se descartaron para el estudio, debido a que fueron empleados en muy pequeña cantidad y a que su naturaleza hace que sus potenciales efectos nocivos puedan considerarse despreciables.

*Tabla 3.16. Material de limpieza utilizado por Casa Cristina en octubre*

MATERIAL DE LIMPIEZA			
Fregonas	2	Uds.	
Bayetas	8	Uds.	
Estropajos	4	Uds.	

- **RECURSOS ENERGÉTICOS:** los recursos energéticos empleados en el mes de octubre se recogen en la *Tabla 3.17*. Para poder evaluar los impactos medioambientales generados por el gas natural y el gasoil utilizando las bases de datos disponibles en el software, se obtiene la masa consumida de dichos recursos.

*Tabla 3.17. Recursos energéticos utilizados por Casa Cristina en octubre*

RECURSOS ENERGÉTICOS				
Electricidad	285,00	kWh	-	-
Gas Natural	1544,00	kWh	121,828	kg
Gasoil	250,00	l	225	kg

- ❖ En el caso del gas natural, se aplica un factor de conversión para determinar la masa de gas natural empleada, en función de los kWh registrados (Department for Energy Security and Net Zero, 2024).

$$1544 \text{ kWh Gas} \times \frac{0,20264 \text{ kg CO}_{2,\text{eq}}}{1 \text{ kWh}} \times \frac{1000 \text{ kg gas natural}}{2568,1644 \text{ kg CO}_{2,\text{eq}}} = 121,828 \text{ kg gas}$$

- ❖ La masa de gasoil consumido se obtiene mediante la densidad del gasoil tipo C a 15°C (Real Decreto 61/2006, Anexo III BIS):

$$250 \text{ l gasoil} \times \frac{1 \text{ m}^3 \text{ gasoil}}{1000 \text{ l gasoil}} \times \frac{900 \text{ kg gasoil}}{1 \text{ m}^3 \text{ gasoil}} = 225 \text{ kg gasoil}$$

- **RECURSOS HÍDRICOS:** respecto a los recursos hídricos se incluye únicamente el agua de grifo empleada en el restaurante y se indica en la *Tabla 3.18*.

*Tabla 3.18. Recursos hídricos utilizados por Casa Cristina en octubre*

RECURSOS HÍDRICOS		
Agua	42,00	m <sup>3</sup>

- **OTROS: MATERIAL DE COCINA Y BAÑO:** en este subsistema se recogen aquellos materiales empleados en la cocina y el baño que no han sido incluidos en el subsistema de los materiales de limpieza, puesto que se emplean en mayor cantidad y, por ello, han sido incluidos en el estudio (*Tabla 3.19*).

*Tabla 3.19. Material de cocina y baño empleado por Casa Cristina en octubre*

OTROS: MATERIAL COCINA Y BAÑO					TOTAL (%)
Manteles Papel	500	Uds.	5,50	kg	17,20
Servilletas	2300	Uds.	11,50	kg	35,96
Papel higiénico	96	Uds.	9,60	kg	30,02
Mandril - Papel higiénico	96	Uds.	0,38	kg	1,20
Bolsas Basura	40	Uds.	1,80	kg	5,63
Envases	80	Uds.	3,20	kg	10,01
<b>TOTAL</b>			<b>31,98</b>	<b>kg</b>	<b>100,00</b>

- ❖ Para calcular la masa del material empleado en cocina y baño, se pesó cada uno de los diferentes productos obteniendo así el peso unitario de cada uno de ellos.

$$500 \text{ uds. mantel} \times \frac{11 \text{ g mantel}}{1 \text{ ud}} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 5,50 \text{ kg manteles papel}$$

$$2300 \text{ uds. servilletas} \times \frac{5 \text{ g servilleta}}{1 \text{ ud}} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 11,50 \text{ kg de servilletas}$$

- ❖ En el inventario se recoge el uso de 96 rollos de papel higiénico a lo largo del mes de septiembre, cada rollo pesa 104 gramos y cada mandril pesa 4 gramos, por tanto:

$$104 \text{ g rollo papel higiénico} - 4 \text{ g mandril} = 100 \text{ g papel higiénico}$$

$$96 \text{ uds. papel higiénico} \times \frac{100 \text{ g papel}}{1 \text{ rollo}} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 9,60 \text{ kg de papel higiénico}$$

$$96 \text{ uds. papel higiénico} \times \frac{4 \text{ g cartón (mandril)}}{1 \text{ rollo}} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 0,38 \text{ kg mandril}$$

$$40 \text{ uds. bolsas basura} \times \frac{45 \text{ g bolsa}}{1 \text{ bolsa}} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 1,80 \text{ kg bolsas de basura}$$

$$80 \text{ uds. envases} \times \frac{40 \text{ g envase}}{1 \text{ envase}} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 3,20 \text{ kg envases}$$

### SALIDAS

- RESIDUOS: los residuos generados se recogen en la *Tabla 3.20*.

*Tabla 3.20. Residuos generados por Casa Cristina en octubre*

RESIDUOS					TOTAL (%)
Residuos Sólidos Urbanos	-	-	420,00	kg	59,76
Botellas de Cristal	865	Uds.	272,17	kg	38,72
Botellas de Plástico	352	Uds.	10,68	kg	1,52
<b>TOTAL</b>			<b>702,85</b>	<b>kg</b>	<b>100,00</b>

- ❖ El restaurante únicamente recicla las botellas de cristal y de plástico, es decir, el resto de los residuos generados (papel, cartón y cristal) se recogen mezclados como residuos sólidos urbanos.
- ❖ Para realizar el cálculo del peso de las botellas de cristal se pesa cada tipo de botella y se multiplica por las unidades servidas en el restaurante (*Tabla 3.21*). De manera análoga al mes anterior, las botellas de sidra consumidas son recogidas por la empresa distribuidora para su posterior reacondicionamiento y uso, por tanto, no se tienen en cuenta como residuos.

*Tabla 3.21. Botellas de cristal generadas en octubre*

BOTELLAS DE CRISTAL					
BOTELLA	BOTELLA VACÍA		CANTIDAD	PESO TOTAL	
Vino	0,408	kg	480 Uds.	195,84	kg
Cerveza	0,185	kg	372 Uds.	68,82	kg
Licor	0,411	kg	6 Uds.	2,47	kg
Vermut	0,72	kg	7 Uds.	5,04	kg
<b>TOTAL</b>			<b>865 Uds.</b>	<b>272,17</b>	<b>kg</b>

- ❖ Se presentan los cálculos realizados para obtener el peso total de las botellas de plástico (*Tabla 3.22*). En este caso, solo se tienen en cuenta las botellas de agua y de gaseosa, ya que las latas de refrescos las desechan tirándolas a los residuos sólidos urbanos, es decir, no se reciclan.

*Tabla 3.22. Botellas de plástico generadas en octubre*

BOTELLAS DE PLÁSTICO					
BOTELLA	BOTELLA VACÍA		CANTIDAD	PESO TOTAL	
Agua Mineral	0,026	kg	267 Uds.	6,94	kg
Gaseosa	0,044	kg	85 Uds.	3,74	kg
<b>TOTAL</b>			<b>352 Uds.</b>	<b>10,68</b>	<b>kg</b>

- EMISIONES A LA ATMÓSFERA: indicadas detalladamente en la *Tabla 3.23*.

Tabla 3.23. Emisiones a la atmósfera generadas por Casa Cristina en octubre

EMISIONES A LA ATMÓSFERA		
GAS	312,87	kg CO <sub>2</sub> eq/mes
	720,25	kg CO <sub>2</sub> /mes
GASOIL	0,09725	kg CH <sub>4</sub> /mes
	0,00575	kg N <sub>2</sub> O /mes

- ❖ Para calcular las emisiones a la atmósfera originadas por la combustión del gas natural, se aplica un factor de conversión que permite obtener los kilogramos de CO<sub>2</sub> equivalentes, considerados como el sumatorio del CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O generados, en función de los kWh registrados (Department for Energy Security and Net Zero, 2024).

$$1544 \text{ kWh Gas} \times \frac{0,20264 \text{ kg CO}_2\text{eq}}{1 \text{ kWh}} = 312,87 \text{ kg CO}_2\text{eq}$$

- ❖ Por otro lado, para calcular las emisiones a la atmósfera originadas por el uso de gasoil tipo C, se aplican los factores de emisión indicados por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO, 2022), mediante los cuales se obtienen las emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O.

$$\frac{250 \text{ l Gasoil}}{\text{octubre}} \times \frac{2,881 \text{ kg CO}_2}{1 \text{ l Gasoil}} = 720,25 \text{ kg CO}_2/\text{octubre}$$

$$\frac{250 \text{ l Gasoil}}{\text{octubre}} \times \frac{0,000389 \text{ kg CH}_4}{1 \text{ l Gasoil}} = 0,09725 \text{ kg CH}_4/\text{octubre}$$

$$\frac{250 \text{ l Gasoil}}{\text{octubre}} \times \frac{0,000023 \text{ kg N}_2\text{O}}{1 \text{ l Gasoil}} = 0,00575 \text{ kg N}_2\text{O}/\text{octubre}$$

- AGUA RESIDUAL: se considera que el agua residual generada es la misma que la consumida, ya que es recogida por la red de alcantarillado para su posterior tratamiento como agua residual urbana (Tabla 3.24).

Tabla 3.24. Agua residual generada por Casa Cristina en octubre

RECURSOS HÍDRICOS		
Agua Residual	42,00	m <sup>3</sup>

## NOVIEMBRE

A lo largo del mes se sirven 1320 menús. El procesado de los datos recolectados en noviembre sigue el mismo procedimiento que el descrito anteriormente.

**ENTRADAS**

- **MATERIAS PRIMAS**: el subsistema de materias primas incluye alimentos y bebidas y se resume en las *Tablas 3.25. y 3.26.*

*Tabla 3.25. Materias primas (alimentos) consumidas en Casa Cristina en noviembre*

<b>MATERIAS PRIMAS</b>			<b>TOTAL (%)</b>
<b>CARNES</b>			
Tenera	50,00	kg	2,66
Cordero	200,00	kg	10,65
Cerdo	108,00	kg	5,75
Pollo	180,00	kg	9,58
<b>PESCADOS</b>			
Almejas	22,00	kg	1,17
<b>FRUTAS - VERDURAS</b>			
Berza	52,00	kg	2,77
Cebolla	90,00	kg	4,79
Ajo	12,00	kg	0,64
Patata	400,00	kg	21,30
Alubias	200,00	kg	10,65
<b>LÁCTEOS</b>			
Leche	133,90	kg	7,13
Queso Crema	8,00	kg	0,43
Margarina	1,70	kg	0,09
<b>OTROS</b>			
Azúcar	52,00	kg	2,77
Arroz	25,00	kg	1,33
Sal	15,00	kg	0,80
Condimento	0,40	kg	0,02
Aceite	165,60	kg	8,82
Pan	134,64	kg	7,17
Café	14,00	kg	0,75
Huevos	13,92	kg	0,74
<b>TOTAL</b>	<b>1878,16</b>	<b>kg</b>	<b>100,00</b>

- ❖ El dato relativo de la cantidad de la leche y el aceite se recoge expresado en litros, empleando la densidad de dichos productos, se obtiene la cantidad empleada expresada en kilogramos, tal y como se detalla a continuación.

– Leche (Guignon, 2012):

$$130 \text{ l leche} \times \frac{0,001 \text{ m}^3 \text{ leche}}{1 \text{ l leche}} \times \frac{1030 \text{ kg leche}}{1 \text{ m}^3 \text{ leche}} = 133,90 \text{ kg leche}$$

– Aceite (Carrillo, 2020):

$$180 \text{ l aceite} \times \frac{0,001 \text{ m}^3 \text{ aceite}}{1 \text{ l aceite}} \times \frac{920 \text{ kg aceite}}{1 \text{ m}^3 \text{ aceite}} = 165,60 \text{ kg aceite}$$

- ❖ La masa de huevos empleados durante el mes de septiembre se obtiene a partir del peso medio de un huevo de categoría A (huevos frescos) clasificado por su peso como mediano (INPROVO, 2022).

$$240 \text{ uds. huevos} \times \frac{58 \text{ g huevo}}{1 \text{ huevo}} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 13,92 \text{ kg huevos}$$

- ❖ El valor de carne de cerdo se obtiene a partir del sumatorio de 30 kg de chorizo, 36 kg de morcilla y 42 kg de panceta.
- ❖ Se considera como condimentos el perejil, la guindilla y el pimentón.

*Tabla 3.26. Materias primas (bebidas) consumidas en Casa Cristina en noviembre*

MATERIAS PRIMAS					TOTAL (%)
BEBIDAS					
Sidra	80	Uds.	58,80	kg	5,28
Vino	490	Uds.	364,93	kg	32,79
Agua Mineral	420	L	418,74	kg	37,63
Refrescos	125,66	L	125,28	kg	11,26
Cerveza	410	Uds.	134,90	kg	12,12
Bebidas destiladas	13	l	10,27	kg	0,92
<b>TOTAL</b>			<b>1112,92</b>	<b>kg</b>	<b>100,00</b>

- ❖ De manera análoga al aceite y la leche y, teniendo en cuenta el volumen de las botellas (70 cl. para la sidra, 75 cl. para el vino, 1 l para el agua, 33 cl. para las latas de

refrescos, 1 l para las botellas de gaseosa, 33 cl. para la cerveza y 1 l para las bebidas destiladas, se calculan los kilogramos servidos de cada bebida:

- Sidra (Fernández, 2020):

$$80 \text{ uds. sidra} \times \frac{0,70 \text{ l sidra}}{1 \text{ botella}} \times \frac{0,001 \text{ m}^3 \text{ sidra}}{1 \text{ l sidra}} \times \frac{1050 \text{ kg sidra}}{1 \text{ m}^3 \text{ sidra}} = 58,80 \text{ kg sidra}$$

- Vino (García Cazorla, 2005):

$$490 \text{ uds. vino} \times \frac{0,75 \text{ l vino}}{1 \text{ botella}} \times \frac{0,001 \text{ m}^3 \text{ vino}}{1 \text{ l vino}} \times \frac{993 \text{ kg vino}}{1 \text{ m}^3 \text{ vino}} = 364,93 \text{ kg vino}$$

- Agua mineral (Pineda, 2010):

$$420 \text{ l agua mineral} \times \frac{0,001 \text{ m}^3 \text{ agua}}{1 \text{ l agua}} \times \frac{997 \text{ kg agua}}{1 \text{ m}^3 \text{ agua}} = 418,74 \text{ kg agua mineral}$$

- ❖ En los refrescos se incluyen las latas de refrescos y botellas de gaseosa. La cantidad de refrescos consumidos se obtiene a partir de la densidad del agua (Pineda, 2010), ya que conforma más del 90% de los refrescos.

$$102 \text{ uds. refrescos} \times \frac{0,33 \text{ l refresco}}{1 \text{ ud.}} = 33,66 \text{ l refrescos}$$

$$33,66 \text{ l refrescos} + 92 \text{ l gaseosa} = 125,66 \text{ l refrescos}$$

$$125,66 \text{ l refrescos} \times \frac{0,001 \text{ m}^3}{1 \text{ l}} \times \frac{997 \text{ kg refrescos}}{1 \text{ m}^3 \text{ refrescos}} = 125,28 \text{ kg refrescos}$$

- ❖ La cantidad de cerveza consumida se obtiene mediante la densidad del agua ya que conforma más del 90% del contenido de la cerveza (Pineda, 2010).

$$410 \text{ cervezas} \times \frac{0,33 \text{ l cerveza}}{1 \text{ cerveza}} \times \frac{0,001 \text{ m}^3}{1 \text{ l}} \times \frac{997 \text{ kg cerveza}}{1 \text{ m}^3 \text{ cerveza}} = 134,90 \text{ kg cerveza}$$

- ❖ Las bebidas destiladas se obtienen considerando los licores y el vermut servido. Debido a su mayor contenido en alcohol, la cantidad de bebidas destiladas se obtiene mediante la densidad del etanol (UNIIQUIM, 2016). En este caso, tampoco se tienen en cuenta las bebidas destiladas ya que conforman un 0,92% del total de bebidas.

$$13 \text{ l bebida} \times \frac{0,001 \text{ m}^3}{1 \text{ l}} \times \frac{789 \text{ kg bebida}}{1 \text{ m}^3 \text{ bebida}} = 10,27 \text{ kg bebidas destiladas}$$

- **MATERIAL DE LIMPIEZA:** se detalla en la *Tabla 3.27.* y, en este caso, se han tenido en cuenta los principios activos mayoritarios de los diferentes productos empleados.

*Tabla 3.27. Productos de limpieza utilizados por Casa Cristina en noviembre*

MATERIAL DE LIMPIEZA					TOTAL (%)
Lejía	14	l	3,640	kg	81,71
Lavavajillas	6	l	1,00	kg	22,45
Fairy	4,92	l	0,50	kg	11,22
<b>TOTAL</b>			<b>5,140</b>	<b>kg</b>	<b>100,00</b>

- ❖ Para calcular la cantidad de lejía consumida, se parte de la densidad del compuesto mayoritario, siendo el cloro activo en una solución de 39 g/l. Además, debido a las bases de datos disponibles en el software, se estima una solución de cloro activo al 15%.

$$14 \text{ l lejía} \times \frac{39 \text{ g cloro activo}}{1 \text{ l}} \times \frac{1 \text{ l cloro activo}}{150 \text{ g cloro activo}} = 3,640 \text{ l cloro activo}$$

A pesar de que la medida inicial es en litros, para el tratamiento de los datos se interpreta la cantidad en kilogramos, al considerar que la diferencia sería despreciable.

- ❖ De manera análoga, el lavavajillas empleado en el restaurante cuenta con un 10% del compuesto mayoritario, en este caso el ácido nitrilotriacético (VWR, 2024).

$$6 \text{ l lavavajillas} \times 0,10 \times \frac{0,001 \text{ m}^3}{1 \text{ l}} \times \frac{1670 \text{ kg ácido}}{1 \text{ m}^3 \text{ lavavajillas}} = 1,00 \text{ kg ácido}$$

- ❖ Por último y de la misma manera, en cuanto al fairy se considera como compuesto mayoritario los tensioactivos no iónicos al 10%. Durante el mes de noviembre se usaron 8 botellas de 820 ml de fairy, es decir, 6,56 l de fairy (Jofisa S.L., 2024).

$$4,92 \text{ l fairy} \times 0,10 \times \frac{0,001 \text{ m}^3}{1 \text{ l}} \times \frac{1020 \text{ kg tensioactivos}}{1 \text{ m}^3 \text{ fairy}} = 0,50 \text{ kg tensioactivos}$$

- ❖ Nuevamente, en el inventario también se recogieron los productos de limpieza reflejados en la *Tabla 3.28*, pero finalmente se descartaron para el estudio, debido a que fueron empleados en muy pequeña cantidad y a que su naturaleza hace que sus potenciales efectos nocivos puedan considerarse despreciables.

*Tabla 3.28. Material de limpieza utilizado por Casa Cristina en noviembre*

MATERIAL DE LIMPIEZA		
Fregonas	2	Uds.
Bayetas	5	Uds.
Estropajos	4	Uds.

- **RECURSOS ENERGÉTICOS:** los recursos energéticos empleados en el mes de noviembre se recogen en la *Tabla 3.29*. Para poder evaluar los impactos medioambientales generados por el gas natural y el gasoil utilizando las bases de datos disponibles en el software, se obtiene la masa consumida de dichos recursos.

*Tabla 3.29. Recursos energéticos utilizados por Casa Cristina en noviembre*

RECURSOS ENERGÉTICOS				
Electricidad	240,00	kWh	-	-
Gas Natural	1500,00	kWh	118,36	kg
Gasoil	250,00	l	225	kg

- ❖ En el caso del gas natural, se aplica un factor de conversión para determinar la masa de gas natural empleada, en función de los kWh registrados (Department for Energy Security and Net Zero, 2024).

$$1500 \text{ kWh Gas} \times \frac{0,20264 \text{ kg CO}_2eq}{1 \text{ kWh}} \times \frac{1000 \text{ kg gas natural}}{2568,1644 \text{ kg CO}_2eq} = 118,36 \text{ kg gas}$$

- ❖ La masa de gasoil consumido se obtiene mediante la densidad del gasoil tipo C a 15°C (Real Decreto 61/2006, Anexo III BIS):

$$250 \text{ l gasoil} \times \frac{1 \text{ m}^3 \text{ gasoil}}{1000 \text{ l gasoil}} \times \frac{900 \text{ kg gasoil}}{1 \text{ m}^3 \text{ gasoil}} = 225 \text{ kg gasoil}$$

- **RECURSOS HÍDRICOS:** respecto a los recursos hídricos se incluye únicamente el agua de grifo empleada en el restaurante y se indica en la *Tabla 3.30*.

*Tabla 3.30. Recursos hídricos utilizados por Casa Cristina en noviembre*

RECURSOS HÍDRICOS		
Agua	38,00	m <sup>3</sup>

- **OTROS: MATERIAL DE COCINA Y BAÑO:** en este subsistema se recogen aquellos materiales empleados en la cocina y el baño que no han sido incluidos en el subsistema de los materiales de limpieza, puesto que se emplean en mayor cantidad y, por ello, han sido incluidos en el estudio (*Tabla 3.31*).

*Tabla 3.31. Material de cocina y baño empleado por Casa Cristina en noviembre*

OTROS: MATERIAL COCINA Y BAÑO						TOTAL (%)
Manteles Papel	500	Uds.	5,50	kg		17,97
Servilletas	2300	Uds.	11,50	kg		37,58
Papel higiénico	90	Uds.	9,00	kg		29,41
Mandril - Papel higiénico	90	Uds.	0,36	kg		1,18
Bolsas Basura	32	Uds.	1,44	kg		4,71
Envases	70	Uds.	2,80	kg		9,15
<b>TOTAL</b>			<b>30,60</b>	<b>kg</b>		<b>100,00</b>

- ❖ Para calcular la masa del material empleado en cocina y baño, se pesó cada uno de los diferentes productos obteniendo así el peso unitario.

$$500 \text{ uds. mantel} \times \frac{11 \text{ g mantel}}{1 \text{ ud}} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 5,50 \text{ kg manteles papel}$$

$$2300 \text{ uds. servilletas} \times \frac{5 \text{ g servilleta}}{1 \text{ ud}} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 11,50 \text{ kg de servilletas}$$

- ❖ En el inventario se recoge el uso de 96 rollos de papel higiénico a lo largo del mes de septiembre, cada rollo pesa 104 gramos y cada mandril pesa 4 gramos, por tanto:

$$104 \text{ g rollo papel higiénico} - 4 \text{ g mandril} = 100 \text{ g papel higiénico}$$

$$90 \text{ uds. papel higiénico} \times \frac{100 \text{ g papel}}{1 \text{ rollo}} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 9,00 \text{ kg de papel higiénico}$$

$$90 \text{ uds. papel higiénico} \times \frac{4 \text{ g cartón (mandril)}}{1 \text{ rollo}} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 0,36 \text{ kg mandril}$$

$$32 \text{ uds. bolsas basura} \times \frac{45 \text{ g bolsa}}{1 \text{ bolsa}} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 1,44 \text{ kg bolsas de basura}$$

$$70 \text{ uds. envases} \times \frac{40 \text{ g envase}}{1 \text{ envase}} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 2,80 \text{ kg envases}$$

### SALIDAS

- RESIDUOS: los residuos generados se recogen en la *Tabla 3.32*.

*Tabla 3.32. Residuos generados por Casa Cristina en noviembre*

RESIDUOS					TOTAL (%)
Residuos Sólidos Urbanos	-	-	460,00	kg	60,83
Botellas de Cristal	916	Uds.	284,82	kg	37,67
Botellas de Plástico	372	Uds.	11,33	kg	1,50
<b>TOTAL</b>			<b>756,15</b>	<b>kg</b>	<b>100,00</b>

- ❖ El restaurante únicamente recicla las botellas de cristal y de plástico, es decir, el resto de los residuos generados (papel, cartón y cristal) se recogen mezclados como residuos sólidos urbanos.
- ❖ Para realizar el cálculo del peso de las botellas de cristal se pesa cada tipo de botella y se multiplica por las unidades servidas por el restaurante (*Tabla 3.33*). Cabe destacar que las botellas de sidra consumidas son recogidas por la empresa distribuidora para su posterior reacondicionamiento y uso, por tanto, no se tendrán en cuenta como residuos.

*Tabla 3.33. Botellas de cristal generadas en noviembre*

BOTELLAS DE CRISTAL					
BOTELLA	BOTELLA VACÍA		CANTIDAD	PESO TOTAL	
Vino	0,408	kg	490 Uds.	199,92	kg
Cerveza	0,185	kg	410 Uds.	75,85	kg

Licor	0,411	kg	8 Uds.	3,288	kg
Vermut	0,72	kg	8 Uds.	5,76	kg
<b>TOTAL</b>			<b>916 Uds.</b>	<b>284,818</b>	<b>kg</b>

- ❖ De la misma manera, se presentan los cálculos realizados para obtener el peso total de las botellas de plástico (*Tabla 3.34*). En este caso solo se tienen en cuenta las botellas de agua y de gaseosa, ya que las latas de refrescos las desechan tirándolas a los residuos sólidos urbanos, es decir, no se reciclan.

*Tabla 3.34. Botellas de plástico generadas en noviembre*

BOTELLAS DE PLÁSTICO					
BOTELLA	BOTELLA VACÍA		CANTIDAD	PESO TOTAL	
Agua Mineral	0,026	kg	280 Uds.	7,28	kg
Gaseosa	0,044	kg	92 Uds.	4,048	kg
<b>TOTAL</b>			<b>372 Uds.</b>	<b>11,328</b>	<b>kg</b>

- EMISIONES A LA ATMÓSFERA: indicadas detalladamente en la *Tabla 3.35*.

*Tabla 3.35. Emisiones a la atmósfera generadas por Casa Cristina en noviembre*

EMISIONES A LA ATMÓSFERA		
GAS	303,96	kg CO <sub>2</sub> eq/mes
	720,25	kg CO <sub>2</sub> /mes
GASOIL	0,09725	kg CH <sub>4</sub> /mes
	0,00575	kg N <sub>2</sub> O /mes

- ❖ Para calcular las emisiones a la atmósfera originadas por la combustión de gas natural, se aplica un factor de conversión que permite obtener los kilogramos de CO<sub>2</sub> equivalentes, considerados como el sumatorio de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O generados, en función de los kWh registrados (Department for Energy Security and Net Zero, 2024).

$$1500 \text{ kWh Gas} \times \frac{0,20264 \text{ kg CO}_2\text{eq}}{1 \text{ kWh}} = 303,96 \text{ kg CO}_2\text{eq}$$

- ❖ Por otro lado, para calcular las emisiones a la atmósfera originadas por el uso de gasoil tipo C, se aplican los factores de emisión indicados por el Ministerio para la

Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO, 2022), mediante los cuales se obtienen las emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O.

$$\frac{250 \text{ l Gasoil}}{\text{noviembre}} \times \frac{2,881 \text{ kg CO}_2}{1 \text{ l Gasoil}} = 720,25 \text{ kg CO}_2/\text{noviembre}$$

$$\frac{250 \text{ l Gasoil}}{\text{noviembre}} \times \frac{0,000389 \text{ kg CH}_4}{1 \text{ l Gasoil}} = 0,09725 \text{ kg CH}_4/\text{noviembre}$$

$$\frac{250 \text{ l Gasoil}}{\text{noviembre}} \times \frac{0,000023 \text{ kg N}_2\text{O}}{1 \text{ l Gasoil}} = 0,00575 \text{ kg N}_2\text{O}/\text{noviembre}$$

- **AGUA RESIDUAL:** se considera que el agua residual generada es la misma que la consumida, ya que es recogida por la red de alcantarillado para su posterior tratamiento como agua residual urbana (*Tabla 3.36*)

*Tabla 3.36. Agua residual generada por Casa Cristina en noviembre*

RECURSOS HÍDRICOS		
Agua Residual	38,00	m <sup>3</sup>

Una vez tratados los datos brutos, se expresan dichos datos respecto a la unidad funcional empleada en el estudio (“un menú servido en el restaurante”).

*SEPTIEMBRE*

**ENTRADAS**

- **MATERIAS PRIMAS**

*Tabla 3.37. Materias primas (alimentos) expresadas por UF. Septiembre*

MATERIAS PRIMAS			UF: 1 MENÚ	
<b>CARNES</b>				
Ternera	60,15	kg	0,049	kg /menú
Cordero	360,00	kg	0,296	kg /menú
Cerdo	88,22	kg	0,072	kg /menú

Pollo	228,57	kg	0,188	kg /menú
<b>PESCADOS</b>				
Almejas	18,00	kg	0,015	kg /menú
Bonito	48,00	kg	0,039	kg /menú
<b>FRUTAS - VERDURAS</b>				
Berza	40,00	kg	0,033	kg /menú
Cebolla	80,00	kg	0,066	kg /menú
Patata	300,00	kg	0,246	kg /menú
Alubias	150,00	kg	0,123	kg /menú
<b>LÁCTEOS</b>				
Leche	103,00	kg	0,085	kg /menú
<b>OTROS</b>				
Azúcar	48,00	kg	0,039	kg /menú
Arroz	25,00	kg	0,021	kg /menú
Aceite	138,00	kg	0,113	kg /menú
Pan	124,24	kg	0,102	kg /menú

❖ El valor de las cantidades de carne varía si se considera peso vivo o carne comercializada, en algunos casos fue necesario hacer esta conversión para poder introducir los datos en el software en función de las bases de datos disponibles. Los cálculos considerados se detallan a continuación.

- CARNE DE TERNERA. El rendimiento en canal de la carne de ternera es del 66,5% (ASEAVA, 2024).

$$40 \text{ kg carne ternera} \times \frac{1 \text{ kg peso vivo}}{0,665 \text{ kg carne ternera}} = 60,15 \text{ kg peso vivo vaca}$$

- CARNE DE CORDERO. El rendimiento en canal de la carne de cordero es del 50% (Borràs, 2011).

$$180 \text{ kg carne cordero} \times \frac{1 \text{ kg peso vivo}}{0,50 \text{ kg carne cordero}} = 360 \text{ kg peso vivo cordero}$$

- CARNE DE POLLO. El rendimiento en canal de la carne de pollo de corral es del 70% (MAPA, 2024).

$$160 \text{ kg carne pollo} \times \frac{1 \text{ kg peso vivo}}{0,70 \text{ kg carne pollo}} = 228,57 \text{ kg peso vivo pollo}$$

- ❖ En el caso de la carne de cerdo, teniendo en cuenta que se tomó como un sumatorio de productos, se aplica un criterio distinto para cada uno de ellos.
  - La panceta se considera puramente carne de cerdo. En septiembre se consumen 36 kg de panceta.
  - El chorizo se estima que merma aproximadamente un 20% (Embutidos Rodríguez, 2013).

$$26 \text{ kg chorizo seco} \times \frac{1 \text{ kg chorizo húmedo}}{0,80 \text{ kg chorizo seco}} = 32,5 \text{ kg chorizo (sin mermar)}$$

- La morcilla se realiza siguiendo una receta (Embutidos Pedro y Ana, 2024). Se considera que para producir 1 kg de morcilla se necesita 0,701 kg de grasa de cerdo. Además, de toda la grasa del animal se aprovecha el 99,5% de grasa (MAPA, 2024).

$$28 \text{ kg morcilla} \times \frac{0,701 \text{ kg grasa}}{1 \text{ kg morcilla}} = 19,628 \text{ kg grasa cerdo}$$

$$19,628 \text{ kg grasa cerdo} \times \frac{1 \text{ kg grasa cerdo}}{0,995 \text{ kg grasa aprovechada}} = 19,72 \text{ kg grasa cerdo}$$

- ❖ Por tanto, el cálculo de carne de cerdo será:

$$19,72 \text{ kg} + 32,5 \text{ kg} + 36 \text{ kg} = 88,22 \text{ kg cerdo}$$

*Tabla 3.38. Materias primas (bebidas) expresadas por UF. Septiembre*

MATERIAS PRIMAS			UF: 1 MENÚ	
BEBIDAS				
Sidra	70,56	kg	0,058	kg /menú
Vino	305,35	kg	0,251	kg /menú
Agua mineral	478,56	kg	0,393	kg /menú
Refrescos	163,00	kg	0,134	kg /menú
Cerveza	96,00	kg	0,079	kg /menú
Bebidas Destiladas	11,85	kg	0,009	kg /menú

▪ MATERIAL DE LIMPIEZA

*Tabla 3.39. Productos de limpieza expresados por UF. Septiembre*

MATERIAL DE LIMPIEZA			UF: 1 MENÚ	
Lejía	3,120	kg	0,00256	kg /menú
Lavavajillas	0,835	kg	0,00069	kg /menú
Fairy	0,50	kg	0,00041	kg /menú

▪ RECURSOS ENERGÉTICOS

*Tabla 3.40. Recursos energéticos expresados por UF. Septiembre*

RECURSOS ENERGÉTICOS			UF: 1 MENÚ	
Electricidad	285,00	kWh	0,234	kWh/menú
Gas Natural	2168,00	kWh	1,780	kWh/menú
Gasoil	200,00	l	0,164	l /menú

▪ RECURSOS HÍDRICOS

*Tabla 3.41. Recursos hídricos expresados por UF. Septiembre*

RECURSOS HÍDRICOS			UF: 1 MENÚ	
Agua	35,00	m <sup>3</sup>	0,029	m <sup>3</sup> /menú

▪ OTROS: MATERIAL DE COCINA Y BAÑO

*Tabla 3.42. Material de cocina y baño expresado por UF. Septiembre*

OTROS: MATERIAL DE COCINA Y BAÑO			UF: 1 MENÚ	
Manteles Papel	5,50	kg	0,0045	kg /menú
Servilletas	12,00	kg	0,0099	kg /menú
Papel higiénico	9,50	kg	0,0078	kg /menú
Mandril - Papel higiénico	0,38	kg	0,0003	kg /menú
Bolsas	1,70	kg	0,0014	kg /menú
Bolsas Basura	1,53	kg	0,0013	kg /menú
Envases	3,00	kg	0,0025	kg /menú

SALIDAS

▪ RESIDUOS

Tabla 3.43. Residuos expresados por UF. Septiembre

RESIDUOS			UF: 1 MENÚ	
Residuos Sólidos Urbanos	360,00	kg	0,29557	kg /menú
Botellas de Cristal	231,48	kg	0,19005	kg /menú
Botellas de Plástico	13,16	kg	0,01080	kg /menú

▪ EMISIONES A LA ATMÓSFERA

Tabla 3.44. Emisiones a la atmósfera expresadas por UF. Septiembre

EMISIONES A LA ATMÓSFERA			UF: 1 MENÚ	
GAS NATURAL	439,323	kg CO <sub>2</sub> eq/mes	0,361	kg CO <sub>2</sub> eq/menú
	576,200	kg CO <sub>2</sub> /mes	0,473	kg CO <sub>2</sub> /menú
GASOIL	0,078	kg CH <sub>4</sub> //mes	6,39E-05	kg CH <sub>4</sub> //menú
	0,005	kg N <sub>2</sub> O /mes	3,78E-06	kg N <sub>2</sub> O /menú

▪ AGUA RESIDUAL

Tabla 3.45. Agua residual expresada por UF. Septiembre

AGUA RESIDUAL			UF: 1 MENÚ	
Agua	35,00	m <sup>3</sup>	0,029	m <sup>3</sup> /menú

OCTUBRE

ENTRADAS

▪ MATERIAS PRIMAS

Tabla 3.46. Materias primas (alimentos) expresadas por UF. Octubre

MATERIAS PRIMAS			UF: 1 MENÚ	
<b>CARNES</b>				
Ternera	63,15	kg	0,049	kg /menú
Cordero	400,00	kg	0,313	kg /menú
Cerdo	92,13	kg	0,072	kg /menú
Pollo	235,71	kg	0,184	kg /menú
<b>PESCADOS</b>				

Almejas	18,00	kg	0,014	kg /menú
<b>FRUTAS - VERDURAS</b>				
Berza	50,00	kg	0,039	kg /menú
Cebolla	80,00	kg	0,063	kg /menú
Patata	350,00	kg	0,273	kg /menú
Alubias	170,00	kg	0,133	kg /menú
<b>LÁCTEOS</b>				
Leche	113,30	kg	0,089	kg /menú
<b>OTROS</b>				
Azúcar	50,00	kg	0,039	kg /menú
Arroz	24,00	kg	0,019	kg /menú
Aceite	156,40	kg	0,122	kg /menú
Pan	130,56	kg	0,102	kg /menú

❖ De manera análoga a los cálculos de septiembre, el valor de las cantidades de carne varía si se considera peso vivo o carne comercializada, en algunos casos fue necesario hacer esta conversión para poder introducir los datos en el software en función de las bases de datos disponibles. Los cálculos considerados se detallan a continuación.

- CARNE DE TERNERA. El rendimiento en canal de la carne de ternera es del 66,5% (ASEAVA, 2024).

$$42 \text{ kg carne ternera} \times \frac{1 \text{ kg peso vivo}}{0,665 \text{ kg carne ternera}} = 63,15 \text{ kg peso vivo vaca}$$

- CARNE DE CORDERO. El rendimiento en canal de la carne de cordero es del 50% (Borràs, 2011).

$$200 \text{ kg carne cordero} \times \frac{1 \text{ kg peso vivo}}{0,50 \text{ kg carne cordero}} = 400 \text{ kg peso vivo cordero}$$

- CARNE DE POLLO. El rendimiento en canal de la carne de pollo de corral es del 70% (MAPA, 2024).

$$165 \text{ kg carne pollo} \times \frac{1 \text{ kg peso vivo}}{0,70 \text{ kg carne pollo}} = 235,71 \text{ kg peso vivo pollo}$$

❖ En el caso de la carne de cerdo, teniendo en cuenta que se tomó como un sumatorio de productos, se aplica un criterio distinto para cada uno de ellos.

- La panceta se considera puramente carne de cerdo. En octubre se consumen 36 kg de panceta.
- El chorizo se estima que merma aproximadamente un 20% (Embutidos Rodríguez, 2024).

$$28 \text{ kg chorizo seco} \times \frac{1 \text{ kg chorizo húmedo}}{0,80 \text{ kg chorizo seco}} = 35 \text{ kg chorizo (sin mermar)}$$

- La morcilla se realiza siguiendo una receta (Embutidos Pedro y Ana, 2024). Se considera que para producir 1 kg de morcilla se necesita 0,701 kg de grasa de cerdo. Además, de toda la grasa del animal se aprovecha el 99,5% de grasa (MAPA, 2024).

$$30 \text{ kg morcilla} \times \frac{0,701 \text{ kg grasa}}{1 \text{ kg morcilla}} = 21,030 \text{ kg grasa cerdo}$$

$$21,030 \text{ kg grasa cerdo} \times \frac{1 \text{ kg grasa cerdo}}{0,995 \text{ kg grasa aprovechada}} = 21,13 \text{ kg grasa cerdo}$$

❖ Por tanto, el cálculo de carne de cerdo será:

$$21,13 \text{ kg} + 35 \text{ kg} + 36 \text{ kg} = 92,13 \text{ kg cerdo}$$

*Tabla 3.47. Materias primas (bebidas) expresadas por UF. Octubre*

MATERIAS PRIMAS			UF: 1 MENÚ	
BEBIDAS				
Sidra	49,98	kg	0,039	kg /menú
Vino	357,50	kg	0,279	kg /menú
Agua mineral	398,80	kg	0,312	kg /menú
Refrescos	125,21	kg	0,098	kg /menú
Cerveza	122,40	kg	0,096	kg /menú

▪ PRODUCTOS DE LIMPIEZA

*Tabla 3.48. Productos de limpieza expresados por UF. Octubre*

<b>MATERIAL DE LIMPIEZA</b>				<b>UF: 1 MENÚ</b>	
Lejía	3,90	kg		0,00300	kg /menú
Lavavajillas	0,84	kg		0,00065	kg /menú
Fairy	0,67	kg		0,00052	kg /menú

▪ RECURSOS ENERGÉTICOS

*Tabla 3.49. Recursos energéticos expresados por UF. Octubre*

<b>RECURSOS ENERGÉTICOS</b>				<b>UF: 1 MENÚ</b>	
Electricidad	285,00	kWh		0,223	kWh/menú
Gas Natural	1544,00	kWh		1,206	kWh/menú
Gasoil	250,00	l		0,195	l /menú

▪ RECURSOS HÍDRICOS

*Tabla 3.50. Recursos hídricos expresados por UF. Octubre*

<b>RECURSOS HÍDRICOS</b>				<b>UF: 1 MENÚ</b>	
Agua	42,00	m <sup>3</sup>		0,033	m <sup>3</sup> /menú

▪ OTROS: MATERIAL DE COCINA Y BAÑO

*Tabla 3.51. Material de cocina y baño expresado por UF. Octubre*

<b>OTROS: MATERIAL DE COCINA Y BAÑO</b>				<b>UF: 1 MENÚ</b>	
Manteles Papel	5,50	kg		0,0043	kg /menú
Servilletas	11,50	kg		0,0090	kg /menú
Papel higiénico	9,60	kg		0,0075	kg /menú
Mandril - Papel higiénico	0,38	kg		0,0003	kg /menú
Bolsas Basura	1,80	kg		0,0014	kg /menú
Envases	3,20	kg		0,0025	kg /menú

**SALIDAS**

▪ RESIDUOS

Tabla 3.52. Residuos expresados por UF. Octubre

RESIDUOS			UF: 1 MENÚ	
Residuos Sólidos Urbanos	420,00	kg	0,3281	kg /menú
Botellas de Cristal	272,17	kg	0,2126	kg /menú
Botellas de Plástico	10,68	kg	0,0083	kg /menú

▪ EMISIONES A LA ATMÓSFERA

Tabla 3.53. Emisiones a la atmósfera expresadas por UF. Octubre

EMISIONES A LA ATMÓSFERA			UF: 1 MENÚ	
GAS NATURAL	312,870	kg CO <sub>2</sub> eq/mes	0,244	kg CO <sub>2</sub> eq/menú
	720,250	kg CO <sub>2</sub> /mes	0,563	kg CO <sub>2</sub> /menú
GASOIL	0,097	kg CH <sub>4</sub> /mes	7,60E-05	kg CH <sub>4</sub> /menú
	0,006	kg N <sub>2</sub> O /mes	4,49E-06	kg N <sub>2</sub> O /menú

▪ AGUA RESIDUAL

Tabla 3.54. Agua residual expresada por UF. Octubre

AGUA RESIDUAL			UF: 1 MENÚ	
Agua	42,00	m <sup>3</sup>	0,033	m <sup>3</sup> /menú

*NOVIEMBRE*

ENTRADAS

▪ MATERIAS PRIMAS

Tabla 3.55. Materias primas (alimentos) expresadas por UF. Noviembre

MATERIAS PRIMAS			UF: 1 MENÚ	
<b>CARNES</b>				
Ternera	75,18	kg	0,057	kg /menú
Cordero	400,00	kg	0,303	kg /menú

Cerdo	104,86	kg	0,079	kg /menú
Pollo	257,14	kg	0,195	kg /menú
<b>PESCADOS</b>				
Almejas	22,00	kg	0,017	kg /menú
<b>FRUTAS - VERDURAS</b>				
Berza	52,00	kg	0,039	kg /menú
Cebolla	90,00	kg	0,068	kg /menú
Patata	400,00	kg	0,303	kg /menú
Alubias	200,00	kg	0,152	kg /menú
<b>LÁCTEOS</b>				
Leche	133,90	kg	0,101	kg /menú
<b>OTROS</b>				
Azúcar	52,00	kg	0,039	kg /menú
Arroz	25,00	kg	0,019	kg /menú
Aceite	165,60	kg	0,125	kg /menú
Pan	134,64	kg	0,102	kg /menú

❖ De manera análoga a los cálculos de los meses anteriores, el valor de las cantidades de carnes varía si se considera peso vivo o carne comercializada, en algunos casos fue necesario hacer esta conversión para poder introducir los datos en el software en función de las bases de datos disponibles. Los cálculos considerados se detallan a continuación.

- CARNE DE TERNERA. El rendimiento en canal de la carne de ternera es del 66,5% (ASEAVA, 2024).

$$50 \text{ kg carne ternera} \times \frac{1 \text{ kg peso vivo}}{0,665 \text{ kg carne ternera}} = 75,18 \text{ kg peso vivo vaca}$$

- CARNE DE CORDERO. El rendimiento en canal de la carne de cordero es del 50% (Borràs, 2011).

$$200 \text{ kg carne cordero} \times \frac{1 \text{ kg peso vivo}}{0,50 \text{ kg carne cordero}} = 400 \text{ kg peso vivo cordero}$$

- CARNE DE POLLO. El rendimiento en canal de la carne de pollo de corral es del 70% (MAPA, 2024).

$$180 \text{ kg carne pollo} \times \frac{1 \text{ kg peso vivo}}{0,70 \text{ kg carne pollo}} = 257,14 \text{ kg peso vivo pollo}$$

- ❖ En el caso de la carne de cerdo, teniendo en cuenta que se tomó como un sumatorio de productos, se aplica un criterio distinto para cada uno de ellos.
  - La panceta se considera puramente carne de cerdo. En noviembre se consumen 42 kg de panceta.
  - El chorizo se estima que merma aproximadamente un 20% (Embutidos Rodríguez, 2013).

$$30 \text{ kg chorizo seco} \times \frac{1 \text{ kg chorizo húmedo}}{0,80 \text{ kg chorizo seco}} = 37,5 \text{ kg chorizo (sin mermar)}$$

- La morcilla se realiza siguiendo una receta (Embutidos Pedro y Ana, 2024). Se considera que para producir 1 kg de morcilla se necesita 0,701 kg de grasa de cerdo. Además, de toda la grasa del animal se aprovecha el 99,5% de grasa (MAPA, 2024).

$$36 \text{ kg morcilla} \times \frac{0,701 \text{ kg grasa}}{1 \text{ kg morcilla}} = 25,236 \text{ kg grasa cerdo}$$

$$25,236 \text{ kg grasa cerdo} \times \frac{1 \text{ kg grasa cerdo}}{0,995 \text{ kg grasa aprovechada}} = 25,36 \text{ kg grasa cerdo}$$

- ❖ Por tanto, el cálculo de carne de cerdo será:

$$25,36 \text{ kg} + 37,5 \text{ kg} + 42 \text{ kg} = 104,86 \text{ kg cerdo}$$

*Tabla 3.56. Materias primas (bebidas) expresadas por UF. Noviembre*

MATERIAS PRIMAS			UF: 1 MENÚ	
BEBIDAS				
Sidra	58,80	kg	0,045	kg /menú
Vino	364,93	kg	0,276	kg /menú
Agua mineral	418,74	kg	0,317	kg /menú
Refrescos	125,28	kg	0,095	kg /menú
Cerveza	134,90	kg	0,102	kg /menú

- PRODUCTOS DE LIMPIEZA

*Tabla 3.57. Productos de limpieza expresados por UF. Noviembre*

MATERIAL DE LIMPIEZA			UF: 1 MENÚ	
Lejía	3,64	kg	0,00280	kg /menú
Lavavajillas	1,00	kg	0,00076	kg /menú
Fairy	0,50	kg	0,00038	kg /menú

- RECURSOS ENERGÉTICOS

*Tabla 3.58. Recursos energéticos expresados por UF. Noviembre*

RECURSOS ENERGÉTICOS			UF: 1 MENÚ	
Electricidad	240,00	kWh	0,182	kWh/menú
Gas Natural	1500,00	kWh	1,136	kWh/menú
Gasoil	250,00	l	0,189	l /menú

- RECURSOS HÍDRICOS

*Tabla 3.59. Recursos hídricos expresados por UF. Noviembre*

RECURSOS HÍDRICOS			UF: 1 MENÚ	
Agua	38,00	m <sup>3</sup>	0,029	m <sup>3</sup> /menú

- OTROS: MATERIAL DE COCINA Y BAÑO

*Tabla 3.60. Material de cocina y baño expresado por UF. Noviembre*

OTROS: MATERIAL DE COCINA Y BAÑO			UF: 1 MENÚ	
Manteles Papel	5,50	kg	0,00417	kg /menú
Servilletas	11,50	kg	0,00871	kg /menú
Papel higiénico	9,00	kg	0,00682	kg /menú
Mandril - Papel higiénico	0,36	kg	0,00027	kg /menú
Bolsas Basura	1,44	kg	0,00109	kg /menú
Envases	2,80	kg	0,00212	kg /menú

**SALIDAS**

- RESIDUOS

Tabla 3.61. Residuos expresados por UF. Noviembre

RESIDUOS			UF: 1 MENÚ	
Residuos Sólidos Urbanos	460,00	kg	0,34848	kg /menú
Botellas de Cristal	284,82	kg	0,21577	kg /menú
Botellas de Plástico	11,33	kg	0,00858	kg /menú

▪ EMISIONES A LA ATMÓSFERA

Tabla 3.62. Emisiones a la atmósfera expresadas por UF. Noviembre

EMISIONES A LA ATMÓSFERA			UF: 1 MENÚ	
GAS NATURAL	303,960	kg CO <sub>2</sub> eq/mes	0,230	kg CO <sub>2</sub> eq/menú
	720,250	kg CO <sub>2</sub> /mes	0,546	kg CO <sub>2</sub> /menú
GASOIL	0,097	kg CH <sub>4</sub> /mes	7,37E-05	kg CH <sub>4</sub> /menú
	0,006	kg N <sub>2</sub> O /mes	4,36E-06	kg N <sub>2</sub> O /menú

▪ AGUA RESIDUAL

Tabla 3.63. Agua residual expresada por UF. Noviembre

AGUA RESIDUAL			UF: 1 MENÚ	
Agua	38,00	m <sup>3</sup>	0,029	m <sup>3</sup> /menú

### 3.4. Metodología

Para llevar a cabo la evaluación de las diferentes categorías de impacto ambiental asociadas a cada subsistema estudiado, se utiliza el software SimaPro V.9.5 mediante el método ReCiPe 2016 Midpoint (H) V1.08. Esta caracterización se expresa en términos de porcentaje respecto al 100%, interpretando los valores positivos como impactos ambientales perjudiciales y los valores negativos como impactos ambientales beneficiosos.

Utilizando también este software se lleva a cabo el análisis de la Huella de Carbono (HC) empleando la metodología Greenhouse Gas Protocol (GHG), mediante la cual se obtienen los datos de CO<sub>2</sub>eq fósil (medida que permite cuantificar la cantidad de gases de efecto

invernadero emitidos a la atmósfera a través del uso de los combustibles fósiles) y  $\text{CO}_2$  eq biogénico (permite cuantificar las emisiones generadas durante la descomposición de biomasa). De acuerdo con la norma ISO 14067, únicamente se debe tener en cuenta el carbono fósil y biogénico para el cálculo de la HC asociada a un producto o servicio.

Las bases de datos utilizadas durante el análisis de ciclo de vida, particularmente para la elaboración del análisis de inventario, fueron: Ecoinvent 3, AGRIBALYSE, Industry Data 2.0 y World Food LCA Database (SimaPro, 2024).

## 4.Resultados y discusión

### 4.1. Impactos ambientales

A partir de los datos recogidos y tratados en el análisis de inventario, se realiza la evaluación de impactos ambientales en función de las 18 diferentes categorías definidas por el método ReCiPe 2016 Midpoint (H) V1.08. Los resultados de caracterización se recogen en las Figuras 4.1, 4.4 y 4.7, respectivamente para los meses de septiembre, octubre y noviembre.

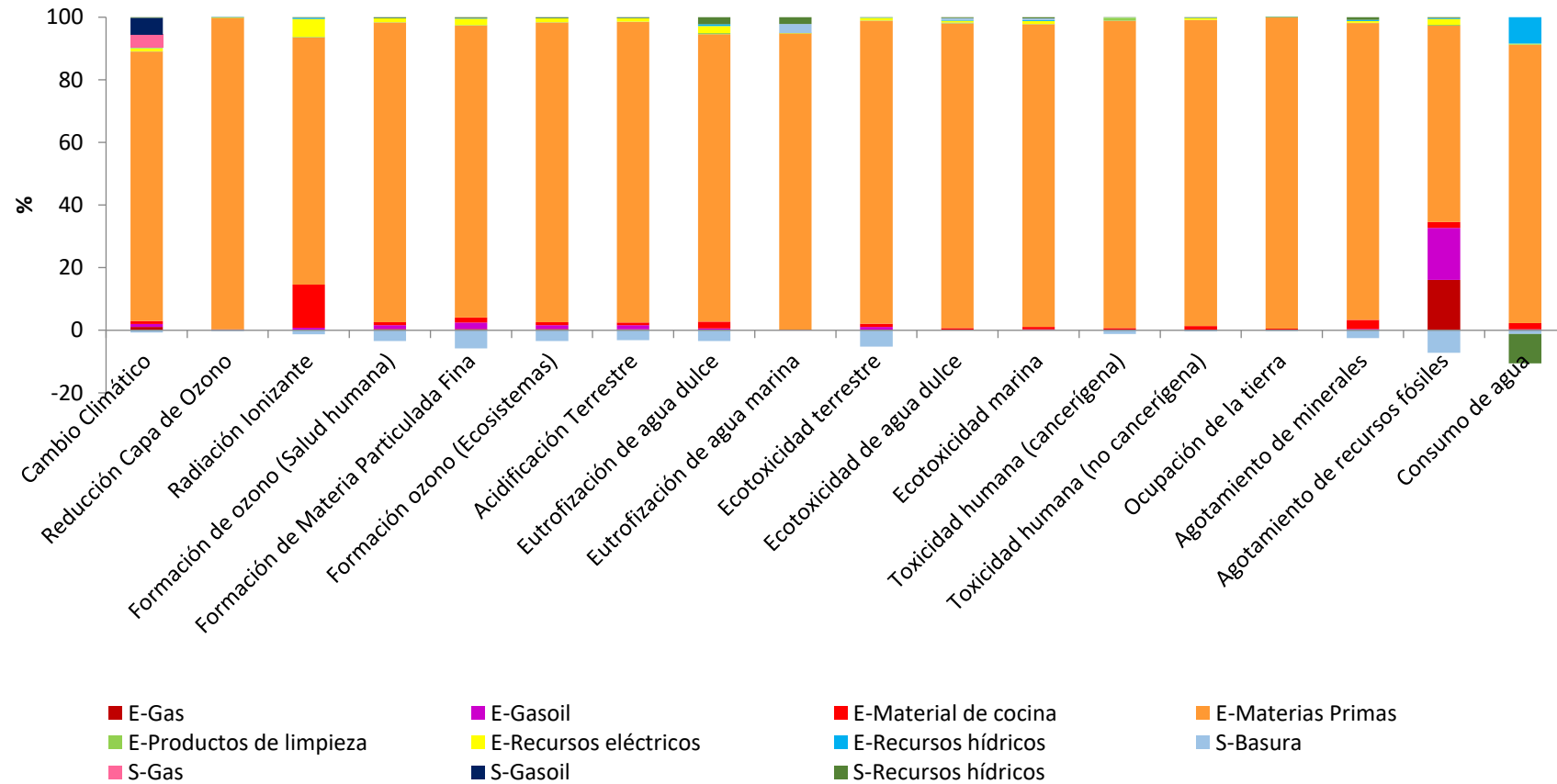


Figura 4.1. Resultados de caracterización de impactos ambientales asociados a “un menú servido en el establecimiento” en el mes de septiembre, según el método ReCiPe 2016 Midpoint (H). Las “E” hacen referencia a las entradas y las “S” a las salidas, tal y como se y como se detalla en el apartado 3.3.

A partir de los resultados mostrados en la *Figura 4.1*, se obtienen los datos recogidos en la *Tabla 4.1*, dónde se sintetizan las principales aportaciones de los diversos subsistemas estudiados a las categorías de impacto ambiental analizadas.

*Tabla 4.1. Contribuciones más relevantes de los subsistemas en el mes de septiembre a las categorías de impacto ambiental analizadas según el método ReCiPe 2016 Midpoint (H) (Figura 4.1)*

<b>Cambio climático</b>	<b>Reducción Capa de Ozono</b>	<b>Radiación ionizante</b>
86% Materias primas	99,5% Materias primas	79% Materias primas
5,5% Emisiones gasoil	0,50% Consumo gasoil	14% Material cocina
4,5% Emisiones gas natural		6% Consumo eléctrico
1% Consumo gas natural		1% Consumo gasoil
1% Consumo eléctrico		
1% Consumo gasoil		
1% Material cocina		
<b>Formación Ozono (Salud humana)</b>	<b>Formación de Materia Particulada Fina</b>	<b>Formación Ozono (Ecosistemas)</b>
96% Materias primas	94% Materias primas	96% Materias primas
1,5% Consumo gasoil	2% Consumo gasoil	1,5% Consumo gasoil
1,5% Consumo eléctrico	2% Consumo eléctrico	1,5% consumo eléctrico
1% Material cocina	2% Material cocina	1% Material cocina
<b>Acidificación Terrestre</b>	<b>Eutrofización de agua dulce</b>	<b>Eutrofización de agua marina</b>
96% Materias primas	92% Materias primas	95% Materias primas
1,5% Consumo gasoil	3% Agua residual	3% Residuos
1,5% Consumo eléctrico	3% Consumo eléctrico	2% Agua residual
1% Material cocina	2% Material cocina	
<b>Ecotoxicidad Terrestre</b>	<b>Ecotoxicidad de agua dulce</b>	<b>Ecotoxicidad marina</b>
97% Materias primas	98% Materias primas	97% Materias primas
1% Consumo gasoil	0,5% Material cocina	1% Consumo eléctrico
1% Consumo eléctrico	0,5% Consumo eléctrico	1% Material Cocina
1% Material cocina	1% Residuos	1% Residuos
<b>Toxicidad humana (Cancerígena)</b>	<b>Toxicidad humana (No cancerígena)</b>	<b>Ocupación de la tierra</b>
99% Materias primas	98% Materias primas	99,5% Materias primas

1% Productos de limpieza      1% Material cocina      0,5% Material Cocina  
 1% Consumo eléctrico

Agotamiento de minerales	Agotamiento Recursos fósiles	Consumo de agua
95% Materias primas	63% Materias primas	89% Materias primas
3% Material cocina	16% Consumo gas natural	9% Consumo de agua
1% Consumo de agua	17% Consumo gasoil	2% Material cocina
1% Agua residual	2% Material cocina	
	2% Consumo eléctrico	

Analizando los resultados mostrados en la *Figura 4.1* y detallados en la *Tabla 4.1*, se observa que el subsistema con mayor impacto ambiental es el correspondiente al **consumo de materias primas**, destacando especialmente en las categorías de reducción de la capa de ozono (99,5%), la ocupación de la tierra (99,5%), la ecotoxicidad de agua dulce, marina y terrestre (98%, 97% y 97% respectivamente) y la toxicidad humana cancerígena y no cancerígena (98% en ambas). Esto se debe a varias razones, siendo la fundamental la gran cantidad de materias primas por menú empleadas en el restaurante (kg/UF), ya que la producción de dichas materias primas ejerce una importante presión medioambiental a diferentes niveles.

Por ejemplo, en los sistemas agrícolas el uso de productos fitosanitarios, tales como herbicidas o plaguicidas, ha sido descrito como responsable de destacables efectos ecotóxicos sobre el medio ambiente (INIA,2024; MITECO, 2024). Asimismo, la Organización Mundial de la Salud ha señalado que los plaguicidas poseen un potencial tóxico significativo para los seres humanos, pudiendo ocasionar efectos adversos tanto agudos como crónicos en la salud de las personas, dependiendo de la cantidad y la forma de exposición (OMS, 2022). En concreto, se ha especificado que estos productos pueden llegar a ocasionar enfermedades crónicas, neurodegenerativas, cáncer y malformaciones congénitas (Ordóñez-Beltrán et al., 2019).

Por otra parte, debe señalarse que el sector agrícola contribuye en un 70% al total de emisiones de origen humano de óxido nitroso (un importante GEI y el principal responsable en la actualidad de la degradación de la capa de ozono), cuyo origen está en

el uso extendido de fertilizantes químicos ricos en compuestos nitrogenados (Cowan et al., 2019). Por último, en relación con las categorías de impactos comentadas anteriormente, los productos vegetales requieren de gran cantidad de superficie para su cultivo. Concretamente, la superficie de la tierra destinada a la agricultura a nivel global es de aproximadamente 5000 megahectáreas (lo que corresponde con el 38% de la superficie de tierra) y en torno a un tercio de esta superficie se utiliza como tierra de cultivo, mientras que los dos tercios restantes son praderas y pastizales para el pastoreo (FAO, 2022). En este contexto, es importante tener en cuenta que los sistemas agrícolas no solo producen alimentos para los seres humanos, sino que también se cultivan cereales y otros productos para la alimentación animal, por lo que las materias primas de origen animal también tienen importantes efectos en las categorías señaladas por su dependencia de los sistemas agrícolas.

Una manera de realizar un análisis detallado sobre cómo los subsistemas afectan a cada categoría de impacto es mediante el uso de diagramas “de árbol”. Estos diagramas ofrecen una visión más concreta de los elementos más significativos en cada categoría de impacto.

Así, a partir del siguiente diagrama “de árbol” (*Figura 4.2*), se observa que el 99% de la categoría de toxicidad humana cancerígena proviene del consumo de materias primas, destacando notablemente el consumo de bonito (58,5%). En especies depredadoras de mayor tamaño y longevidad, como el bonito, se acumulan altas concentraciones de metilmercurio en sus tejidos. Este compuesto se forma durante el ciclo acuático del mercurio, un conocido tóxico ambiental, el metilmercurio genera efectos adversos en la salud humana y en ecosistemas naturales (González-Estecha et al, 2014). La alta concentración de este compuesto en el bonito podría explicar, en este caso, su contribución predominante a la categoría de toxicidad humana cancerígena.

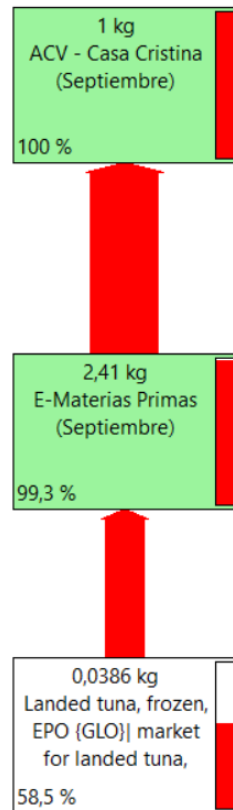


Figura 4.2. Diagrama de árbol obtenido según el método ReCiPe 2016 Midpoint (H). Categoría de toxicidad humana cancerígena. Valor de corte: 40%. Las “E” hacen referencia a las entradas y las “S” a las salidas, tal y como se detalla en el apartado 3.3.

Respecto a la toxicidad humana no cancerígena, a partir del siguiente diagrama “de árbol” (Figura 4.3), se observa que el 99% de esta categoría proviene, por las razones ya comentadas previamente, del consumo de materias primas, concretamente del consumo de carne de cerdo (40,9%) y del consumo de bonito (26,3%). En este contexto, debe destacarse que la producción porcina es considerada como una de las actividades pecuarias que tiene mayores efectos en el medioambiente y la salud humana (Segura Peñafiel, 2024).

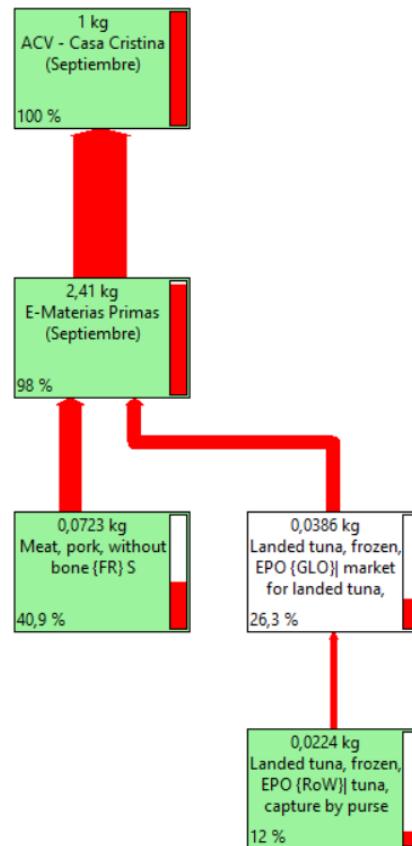


Figura 4.3. Diagrama de árbol obtenido según el método ReCiPe 2016 Midpoint (H). Categoría de toxicidad humana no cancerígena. Valor de corte: 10%. Las “E” hacen referencia a las entradas y las “S” a las salidas, tal y como se detalla en el apartado 3.3.

Finalmente, debe señalarse que algunos de los subsistemas considerados contribuyen beneficiosamente al medio ambiente. En este caso, destaca la gestión de los residuos plásticos y vidrio, cuyos efectos beneficiosos debido al reciclaje de los mismos se observan, en mayor o menor medida, en casi todas las categorías analizadas, o el subsistema de agua residual, ya que, una vez tratada, ese agua es devuelta al medio ambiente.

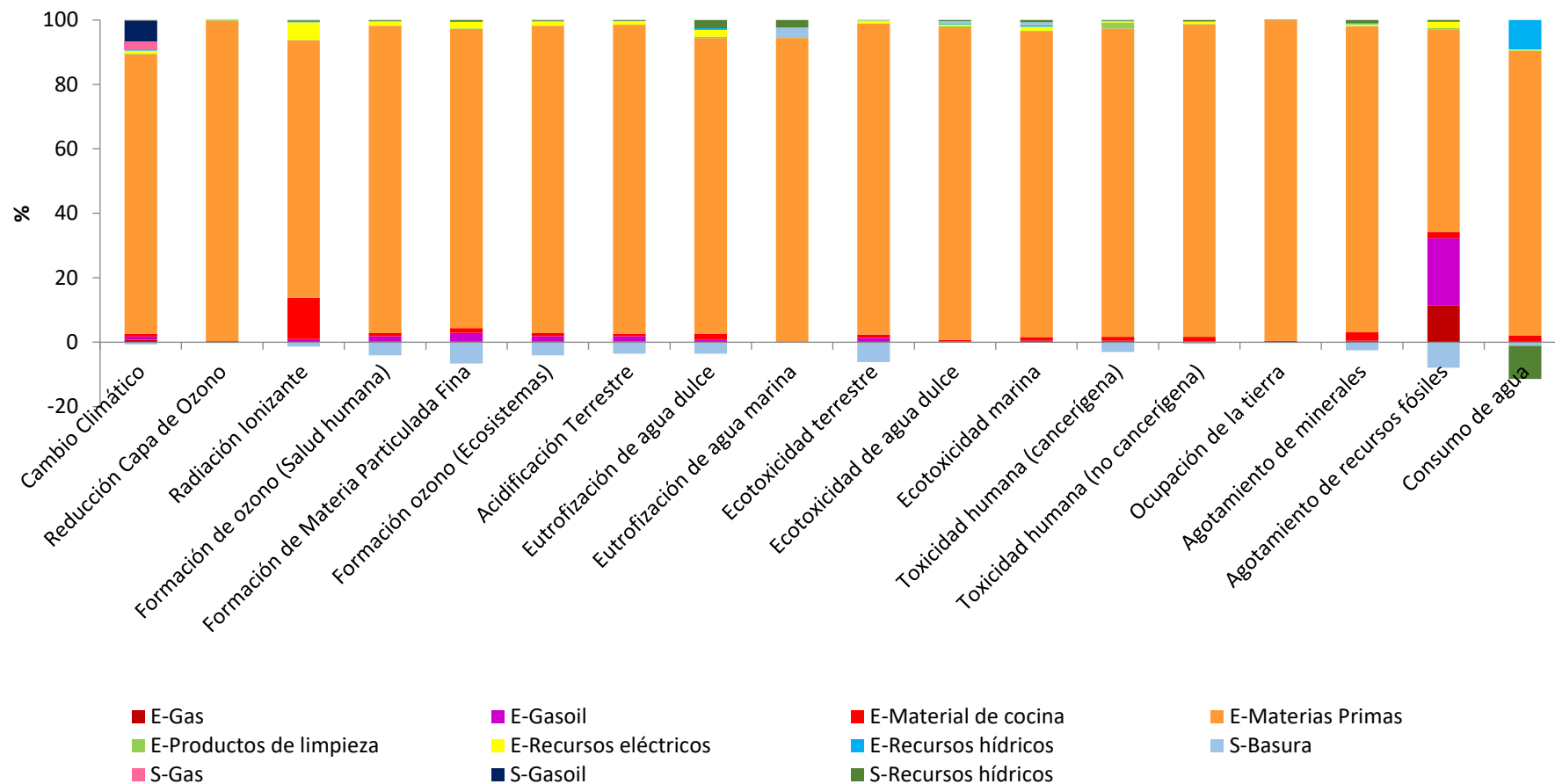


Figura 4.4. Resultados de caracterización de impactos ambientales asociados a “un menú servido en el establecimiento” en el mes de octubre, según el método ReCiPe 2016 Midpoint (H). Las “E” hacen referencia a las entradas y las “S” a las salidas, tal y como se detalla en el apartado 3.3.

A partir de los resultados mostrados en la *Figura 4.4*, se obtienen los datos recogidos en la *Tabla 4.2*, dónde se sintetizan las principales aportaciones de los diversos subsistemas estudiados a las categorías de impacto ambiental analizadas.

*Tabla 4.2. Contribuciones más relevantes de los subsistemas en el mes de octubre a las categorías de impacto ambiental analizadas según el método ReCiPe 2016 Midpoint (H) (Figura 4.4)*

<b>Cambio climático</b>	<b>Reducción Capa de Ozono</b>	<b>Radiación ionizante</b>
87% Materias primas 7% Emisiones gasoil 3% Emisiones gas natural 1% Consumo eléctrico 1% Consumo gasoil 1% Material cocina	99,5% Materias primas 0,50% Consumo gasoil	80% Materias primas 13% Material cocina 6% Consumo eléctrico 1% Consumo gasoil
<b>Formación Ozono (Salud humana)</b>	<b>Formación de Materia Particulada Fina</b>	<b>Formación Ozono (Ecosistemas)</b>
96% Materias primas 1,5% Consumo gasoil 1,5% Consumo eléctrico 1% Material cocina	93% Materias primas 3% Consumo gasoil 2% Consumo eléctrico 2% Material cocina	96% Materias primas 2% Consumo gasoil 1% consumo eléctrico 1% Material cocina
<b>Acidificación Terrestre</b>	<b>Eutrofización de agua dulce</b>	<b>Eutrofización de agua marina</b>
96% Materias primas 2% Consumo gasoil 1% Consumo eléctrico 1% Material cocina	92% Materias primas 3% Agua residual 3% Consumo eléctrico 2% Material cocina	95% Materias primas 3% Residuos 2% Agua residual
<b>Ecotoxicidad Terrestre</b>	<b>Ecotoxicidad de agua dulce</b>	<b>Ecotoxicidad marina</b>
96% Materias primas 1% Consumo gasoil 2% Consumo eléctrico 1% Material cocina	98% Materias primas 0,5% Material cocina 0,5% Consumo eléctrico 1% Residuos	95% Materias primas 2% Consumo eléctrico 1% Material Cocina 1% Residuos 1% Agua residual
<b>Toxicidad humana (Cancerígena)</b>	<b>Toxicidad humana (No cancerígena)</b>	<b>Ocupación de la tierra</b>
96% Materias primas	97% Materias primas	99,5% Materias primas

2% Productos de limpieza  
2% Material cocina

2% Material cocina  
1% Consumo eléctrico

0,5% Material Cocina

Agotamiento de minerales	Agotamiento Recursos fósiles	Consumo de agua
95% Materias primas	63% Materias primas	89% Materias primas
3% Material cocina	12% Consumo de gas natural	9% Consumo de agua
1% Consumo de agua	21% Consumo gasoil	2% Material cocina
1% Agua residual	2% Material cocina	
	2% Consumo eléctrico	

Analizando los resultados obtenidos en el mes de octubre (*Figura 4.4*), se observa un comportamiento similar al encontrado en el mes de septiembre, siendo nuevamente el **consumo de materias primas** el subsistema con mayor impacto ambiental, destacando de manera notable en las categorías de reducción de la capa de ozono (99,5%), ocupación de la tierra (99,5%), ecotoxicidad de agua dulce, marina y terrestre (98%, 95% y 96%, respectivamente) y toxicidad humana no cancerígena y cancerígena (97% y 96%), por los motivos ya comentados.

A partir del diagrama “de árbol” mostrado en la *Figura 4.5*, se observa que, dentro de la categoría de toxicidad humana no cancerígena, el 97,4% de las cargas son debidas al uso de materias primas, específicamente al consumo de carne de cerdo (55,3%) y el consumo de vino (12,6%). Ya se ha indicado que, en el sector ganadero, el porcino es considerado uno de los más impactantes desde un punto de vista medioambiental, mientras que, respecto a la contribución del vino, nuevamente deben señalarse los efectos tóxicos sobre la salud humana derivados del empleo de productos fitosanitarios (fertilizantes agrícolas, fungicidas, bactericidas, etc). Esto se debe posiblemente al empleo de compuestos de cobre en el cultivo de uvas. Desde la llegada a Europa del mildiu de la vid, una de las enfermedades más significativas que afectan gravemente a la producción de la uva (VitiViniCultura, 2024), los viticultores han recurrido al uso de compuestos de cobre aprovechando sus propiedades fungicidas. El cobre aplicado al viñedo es primordialmente depositado en el suelo y, una vez allí, se puede acumular, transferir a aguas circundantes, movilizarse adherido a sedimentos generados por fenómenos de

erosión y/o generar un impacto negativo en la microbiota del propio suelo (Giralt et al., 2020). Es por esto por lo que el uso excesivo del cobre puede resultar tóxico tanto para las plantas y el medio ambiente del viñedo (Martínez, 2022), como para la salud humana (Vinos Bierzo, 2024).

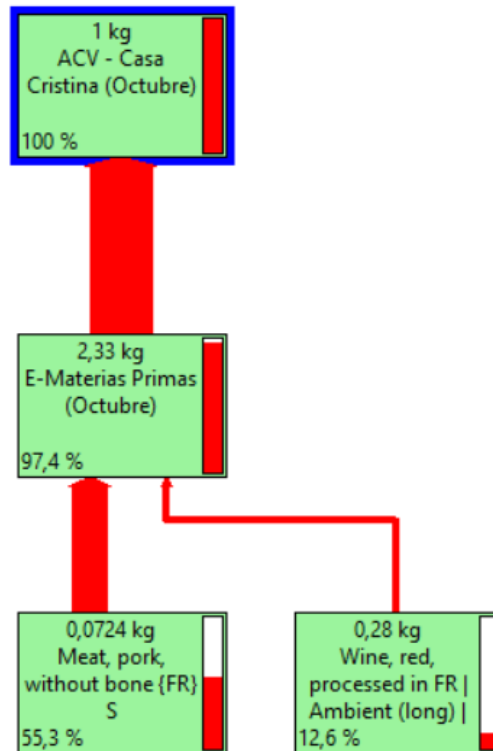


Figura 4.5. Diagrama de árbol obtenido según el método ReCiPe 2016 Midpoint (H). Categoría de toxicidad humana no cancerígena. Valor de corte: 5%. Las “E” hacen referencia a las entradas y las “S” a las salidas, tal y como se detalla en el apartado 3.3.

En la categoría de agotamiento de recursos fósiles, el subsistema de consumo de gas natural supone un 12,4% y el consumo de gasoil un 22,6%, no obstante, el subsistema de uso de materias primas vuelve a ser el subsistema que más afecta a esta categoría de impacto ambiental (68,4%) (Figura 4.6). Comportamiento similar al encontrado en el mes de septiembre.

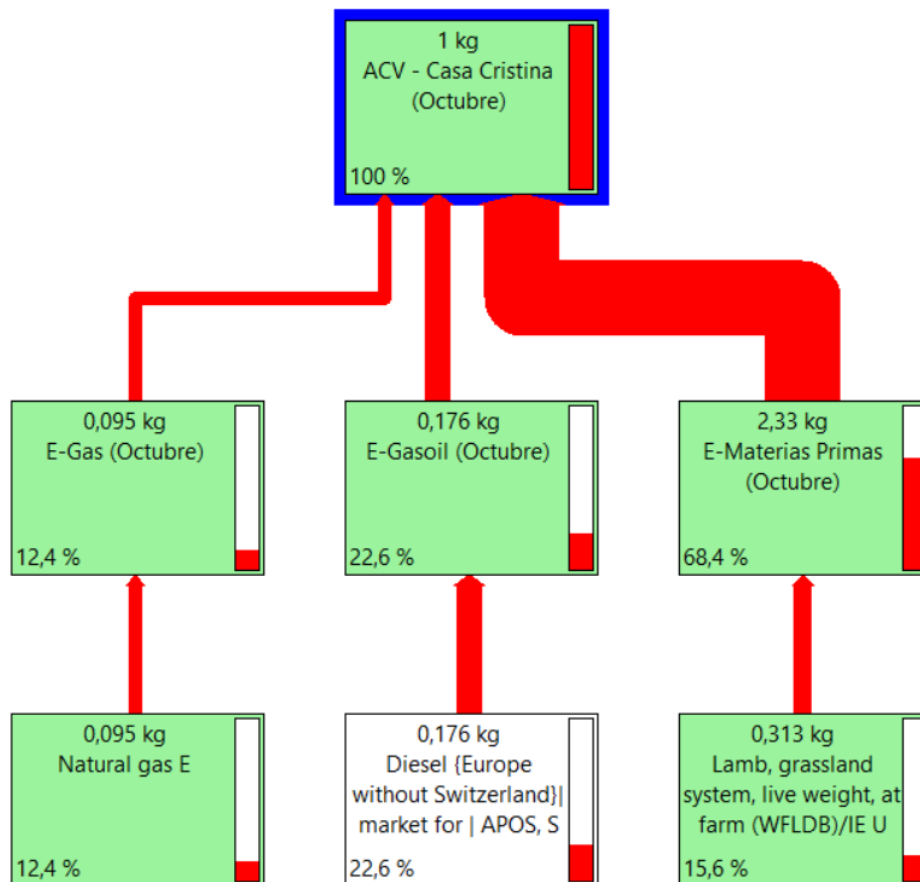


Figura 4.6. Diagrama de árbol obtenido según el método ReCiPe 2016 Midpoint (H). Categoría de Agotamiento de recursos fósiles. Valor de corte: 10%. Las “E” hacen referencia a las entradas y las “S” a las salidas, tal y como se detalla en el apartado 3.3.

De manera análoga al mes anterior, algunos subsistemas contribuyen de manera beneficiosa al medio ambiente. Nuevamente, destaca la gestión de los residuos plásticos y vidrios y el subsistema de agua residual.

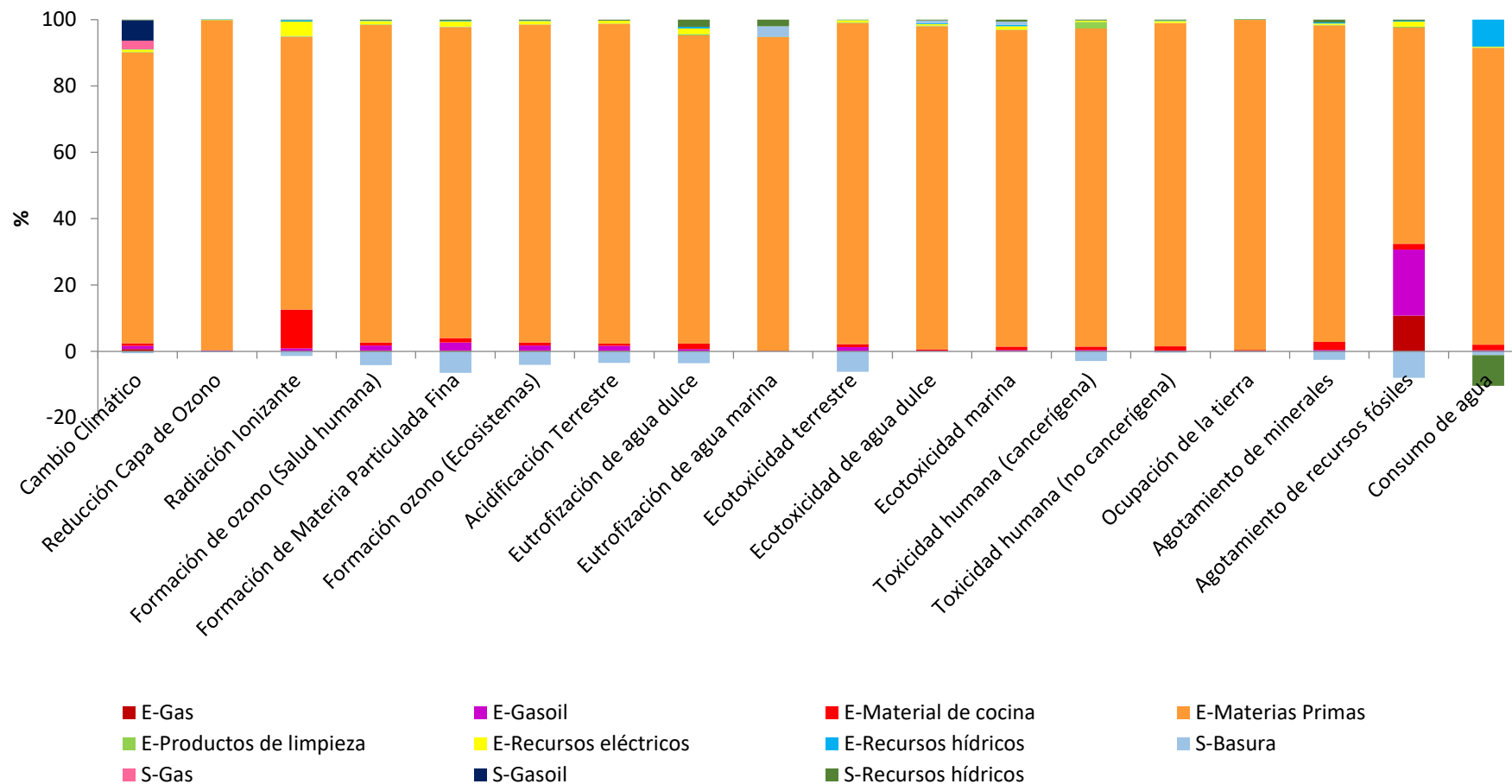


Figura 4.7. Resultados de caracterización de impactos ambientales asociados a “un menú servido en el establecimiento” en el mes de noviembre, según el método ReCiPe 2016 Midpoint (H). Las “E” hacen referencia a las entradas y las “S” a las salidas, tal y como se detalla en el apartado 3.3.

A partir de los resultados mostrados en la *Figura 4.7*, se obtienen los datos recogidos en la *Tabla 4.3*, dónde se sintetizan las principales aportaciones de los diversos subsistemas estudiados a las categorías de impacto ambiental analizadas.

*Tabla 4.3. Contribuciones más relevantes de los subsistemas en noviembre a las categorías de impacto ambiental analizadas según el método ReCiPe 2016 Midpoint (H) (Figura 4.7)*

<b>Cambio climático</b>	<b>Reducción Capa de Ozono</b>	<b>Radiación ionizante</b>
88% Materias primas	99,5% Materias primas	82% Materias primas
7% Emisiones gasoil	0,50% Consumo gasoil	12% Material cocina
3% Emisiones gas natural		5% Consumo eléctrico
1% Consumo gasoil		1% Consumo gasoil
1% Material cocina		
<b>Formación Ozono (Salud humana)</b>	<b>Formación de Materia Particulada Fina</b>	<b>Formación Ozono (Ecosistemas)</b>
96% Materias primas	94% Materias primas	96% Materias primas
2% Consumo gasoil	3% Consumo gasoil	2% Consumo gasoil
1% Consumo eléctrico	2% Consumo eléctrico	1% consumo eléctrico
1% Material cocina	1% Material cocina	1% Material cocina
<b>Acidificación Terrestre</b>	<b>Eutrofización de agua dulce</b>	<b>Eutrofización de agua marina</b>
96% Materias primas	93% Materias primas	95% Materias primas
2% Consumo gasoil	3% Agua residual	3% Residuos
1% Consumo eléctrico	2% Consumo eléctrico	2% Agua residual
1% Material cocina	2% Material cocina	
<b>Ecotoxicidad Terrestre</b>	<b>Ecotoxicidad de agua dulce</b>	<b>Ecotoxicidad marina</b>
97% Materias primas	98% Materias primas	96% Materias primas
1% Consumo gasoil	0,5% Material cocina	1% Consumo eléctrico
1% Consumo eléctrico	0,5% Consumo eléctrico	1% Material Cocina
1% Material cocina	1% Residuos	1% Residuos
		1% Agua residual
<b>Toxicidad humana (Cancerígena)</b>	<b>Toxicidad humana (No cancerígena)</b>	<b>Ocupación de la tierra</b>
96% Materias primas	98% Materias primas	99,5% Materias primas
2% Productos de limpieza	1% Material cocina	0,5% Material Cocina

1% Material cocina                      1% Consumo eléctrico  
 1% Consumo gasoil

Agotamiento de minerales	Agotamiento Recursos fósiles	Consumo de agua
95% Materias primas	65% Materias primas	89% Materias primas
3% Material cocina	11% Consumo de gas natural	9% Consumo de agua
1% Consumo eléctrico	20% Consumo gasoil	2% Material cocina
1% Agua residual	2% Material cocina	
	2% Consumo eléctrico	

Al igual que en los meses de septiembre y octubre, los resultados obtenidos en noviembre (*Figura 4.7*) indican que el subsistema con mayor impacto ambiental es nuevamente el **consumo de materias primas**, destacando especialmente en las categorías de reducción de la capa de ozono (99,5%), ocupación de la tierra (99,5%), ecotoxicidad de agua dulce, marina y terrestre (98%, 96% y 97%, respectivamente) y toxicidad humana cancerígena y no cancerígena (96% y 98%, respectivamente). Las causas de estos porcentajes de contribución tan elevados son las mismas que han sido comentadas con anterioridad.

A partir del siguiente diagrama “de árbol” (*Figura 4.8*), se observa que, dentro de la categoría de toxicidad humana no cancerígena, prácticamente el 98% de las cargas son nuevamente debidas al uso de materias primas, específicamente al consumo de carne de cerdo (57,6%) y el consumo de vino (11,6%). Estos valores son muy similares a los encontrados en el mes de octubre y las razones ya han sido analizadas previamente.

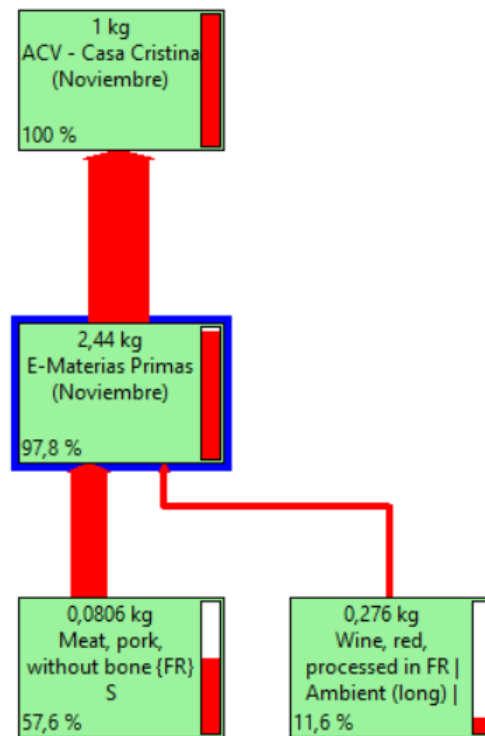


Figura 4.8. Diagrama de árbol obtenido según el método ReCiPe 2016 Midpoint (H). Categoría de Toxicidad humana no cancerígena. Valor de corte: 5%. Las “E” hacen referencia a las entradas y las “S” a las salidas, tal y como se detalla en el apartado 3.3.

En la *Figura 4.9*, se muestra la comparación de los resultados de caracterización obtenidos para los diferentes meses estudiados. Aunque en la mayoría de los casos los resultados son muy similares, se observan notables diferencias en algunas de las categorías de impacto ambiental analizadas. Estas variaciones pueden atribuirse, por ejemplo, a factores estacionales. En concreto, dado que en “Casa Cristina” se sirve un menú único, se ve claramente el efecto que la temporada de bonito en los resultados obtenidos, lo que queda reflejado de manera evidente en las distintas categorías de ecotoxicidad (terrestre, de agua dulce y marina) analizadas, siendo en estas categorías los impactos mucho más elevados en el caso del mes de septiembre que en octubre y en noviembre (cuando la temporada de bonito ya ha finalizado y, por tanto, este producto no se incluye en el menú).

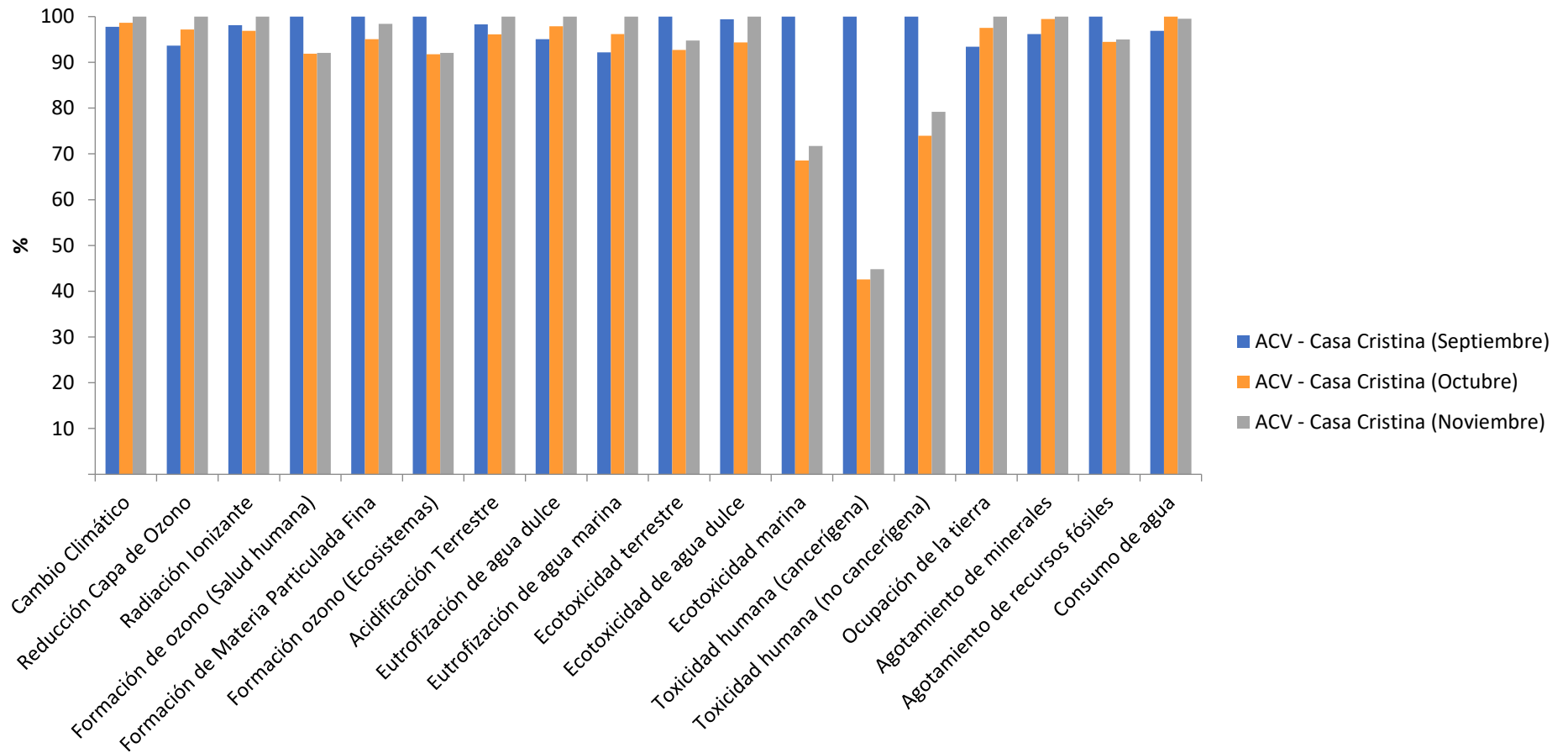
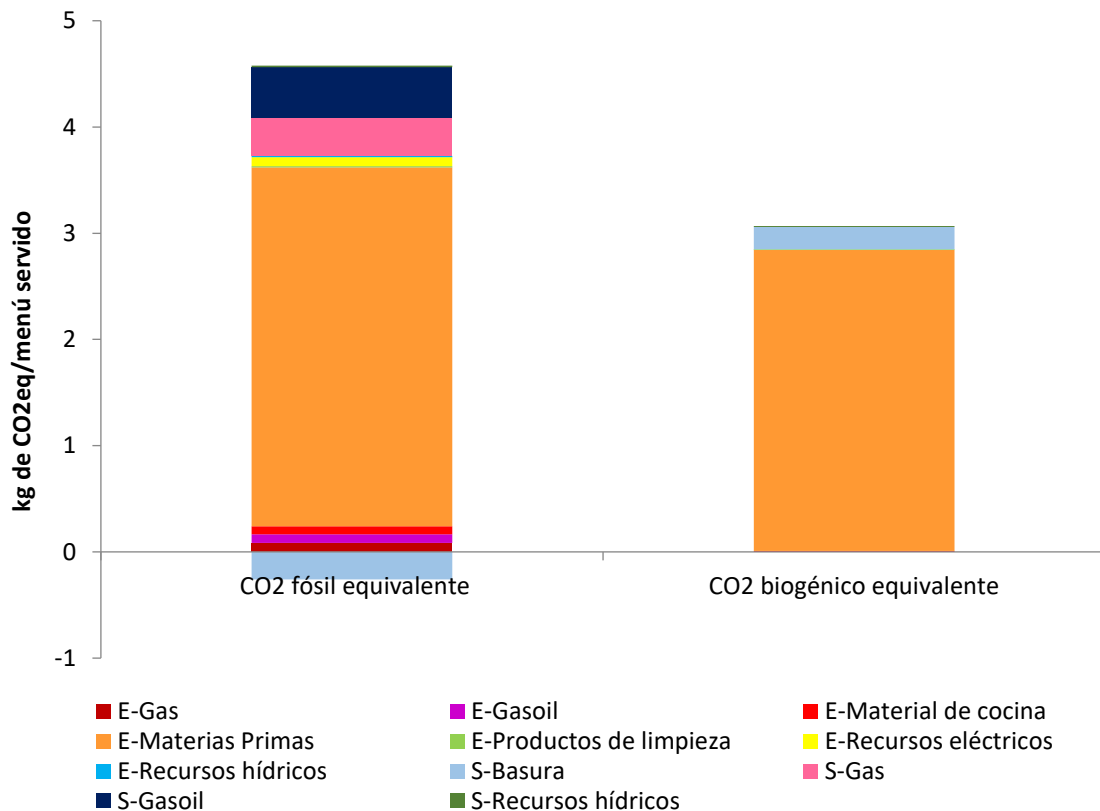


Figura 4.9. Comparativa de los resultados de caracterización asociados a “un menú servido en el establecimiento” obtenidos para los meses de septiembre, octubre y noviembre, según el método ReCiPe 2016 Midpoint (H)

## 4.2. Huella de carbono

Para la obtención de la Huella de Carbono del caso de estudio analizado, se empleó el método Greenhouse Gas Protocol (GHG). Se consideran las emisiones de CO<sub>2</sub> fósil que proceden de los combustibles fósiles y las emisiones de CO<sub>2</sub> biogénico que provienen de fuentes biológicas, de acuerdo con la Norma ISO 14067. Estas emisiones se expresan en unidades de kg de CO<sub>2</sub>eq/menú servido. A continuación, se presenta un análisis detallado de los resultados por cada mes del estudio.

En la *Figura 4.10* se muestran los resultados del análisis de la Huella de Carbono correspondiente al mes de septiembre.



*Figura 4.10. Huella de Carbono de “un menú servido en el establecimiento” en el mes de septiembre, obtenida mediante el método Greenhouse Gas Protocol*

A partir de los resultados mostrados en la *Figura 4.10*, se obtienen los datos recogidos en la *Tabla 4.4*, dónde se recogen las principales aportaciones de los diversos subsistemas estudiados que más contribuyen a la Huella de Carbono en el mes de septiembre.

*Tabla 4.4. Contribuciones más significativas de los subsistemas en el análisis de la Huella de Carbono obtenido mediante el método Greenhouse Gas Protocol (septiembre) (Figura 4.10)*

<b>kg eq CO<sub>2</sub> fósil</b>	<b>kg eq CO<sub>2</sub> biogénico</b>
78% Materias primas	93% Materias primas
11% Emisiones gasoil	7% Residuos
9% Emisiones gas	
2% Consumo eléctrico	

Tras el análisis de los diferentes subsistemas, se obtiene un valor total de Huella de Carbono de 7,38 kg CO<sub>2</sub> eq por menú servido. Respecto al CO<sub>2</sub> eq fósil, el consumo de materias primas destaca como principal contribuyente (78%), seguido de las emisiones a la atmósfera derivadas del uso de gasoil y gas (11% y 9%, respectivamente) y el consumo eléctrico (2%). Cabe destacar que el reciclaje de una fracción de los residuos producidos contribuye beneficiosamente a la HC, disminuyendo los impactos adversos (aproximadamente un 6%). En cuanto al CO<sub>2</sub> eq biogénico, se observa que el consumo de materias primas (93%) es el subsistema que más contribuye a la Huella de Carbono, seguido de los residuos generados (7%).

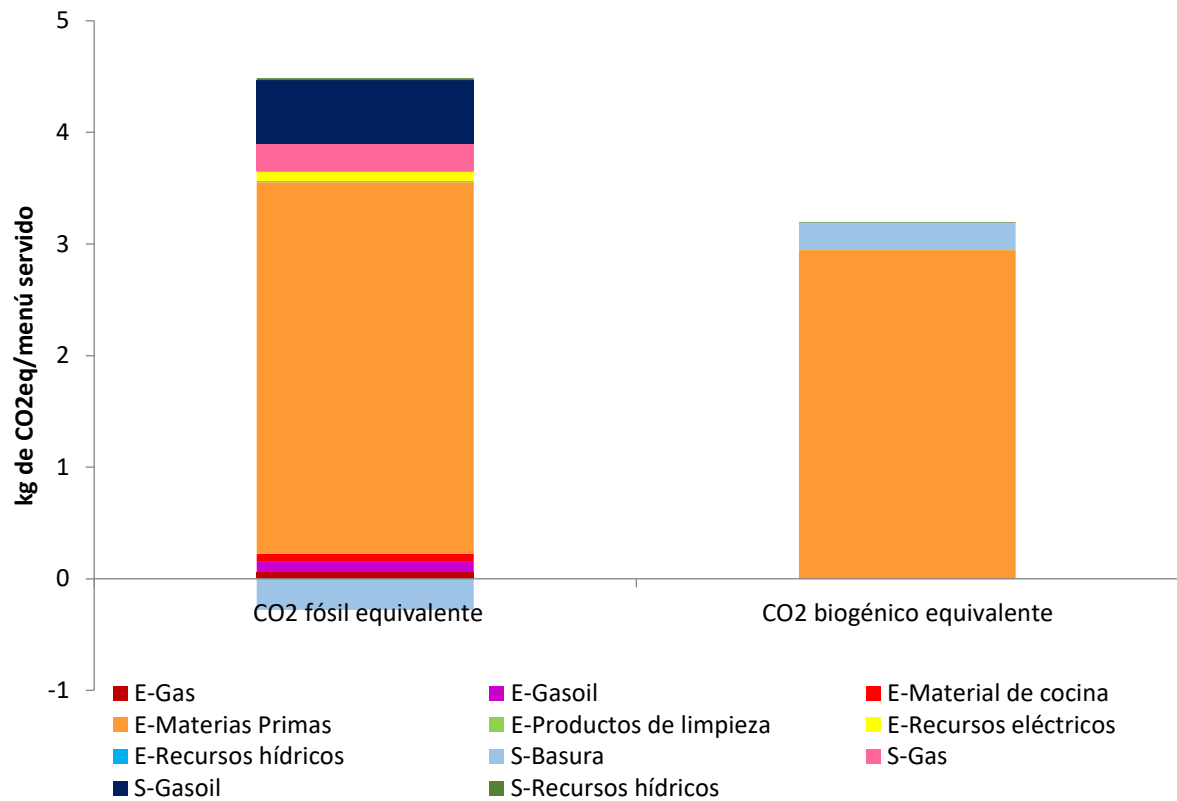


Figura 4.11. Huella de Carbono de “un menú servido en el establecimiento” en el mes de octubre, obtenida mediante el método Greenhouse Gas Protocol

A partir de los resultados mostrados en la *Figura 4.11*, se obtienen los datos recogidos en la *Tabla 4.5*, dónde se sintetizan las principales aportaciones de los diversos subsistemas estudiados que más contribuyen a la Huella de Carbono en el mes de octubre.

Tabla 4.5. Contribuciones más significativas de los subsistemas en el análisis de la Huella de Carbono obtenido mediante el método Greenhouse Gas Protocol (octubre) (*Figura 4.11*)

kg eq CO <sub>2</sub> fósil	kg eq CO <sub>2</sub> biogénico
79% Materias primas	92% Materias primas
13% Emisiones gasoil	8% Residuos
6% Emisiones gas	
2% Consumo eléctrico	

Analizando los resultados obtenidos en el mes de octubre, se obtiene un valor total de Huella de Carbono de 7,20 kg CO<sub>2</sub> eq por menú servido. Respecto al CO<sub>2</sub> eq fósil, nuevamente el consumo de materias primas destaca como principal contribuyente (79%), seguido de las emisiones a la atmósfera derivadas del empleo de gasoil y gas (13% y 6%, respectivamente) y el consumo eléctrico (2%). Al igual que en el mes de septiembre, el reciclaje de una fracción de los residuos producidos atenúa en cierta medida las emisiones de GEI (aproximadamente un 7%). En cuanto al CO<sub>2</sub> eq biogénico, se observa que el consumo de materias primas (92%) es el subsistema que más contribuye a la Huella de Carbono, seguido de los residuos generados (8%).

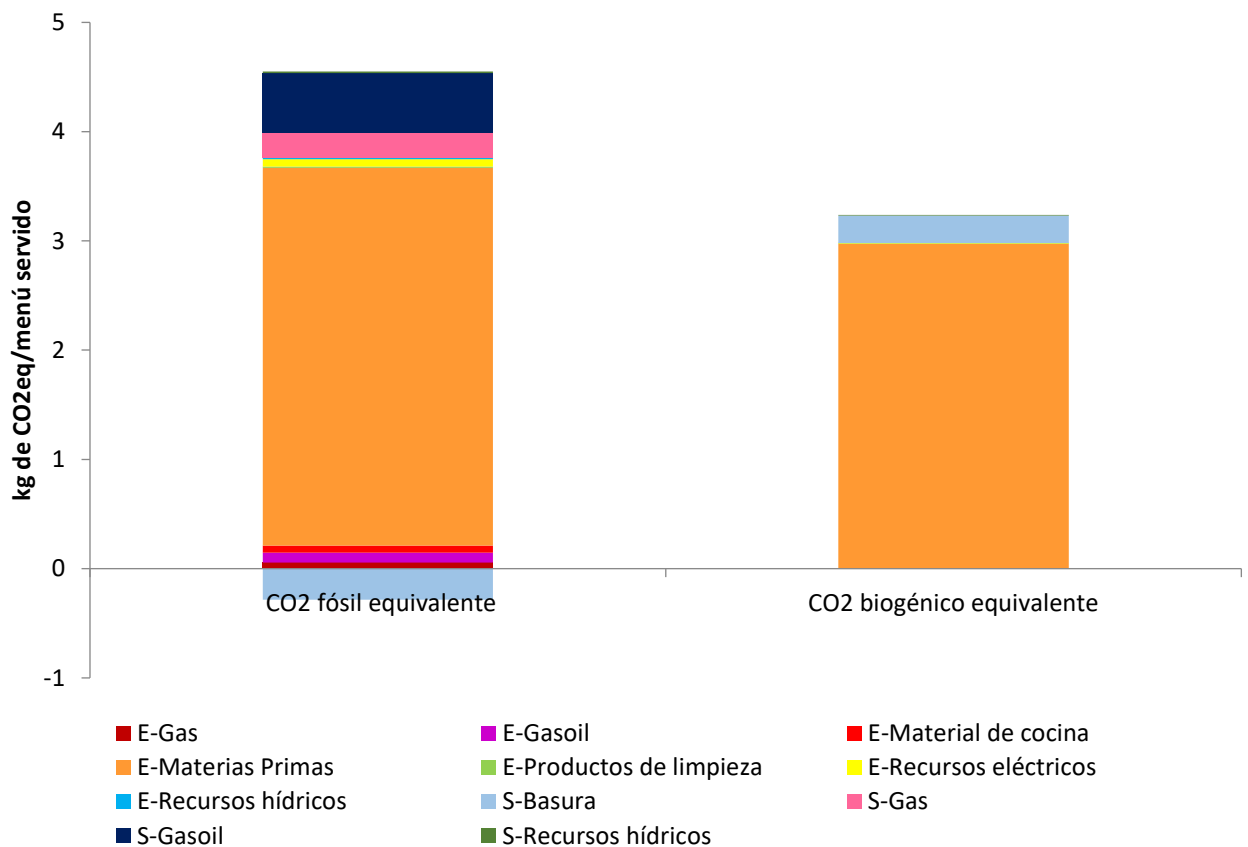


Figura 4.12. Huella de Carbono de “un menú servido en el establecimiento” en el mes de noviembre, obtenida mediante el método Greenhouse Gas Protocol

A partir de los resultados mostrados en la *Figura 4.12*, se obtienen los datos recogidos en la *Tabla 4.6*, dónde se sintetizan las principales aportaciones de los diversos subsistemas estudiados que más contribuyen a la Huella de Carbono en el mes de noviembre.

*Tabla 4.6. Contribuciones más significativas de los subsistemas en el análisis de la Huella de Carbono obtenido mediante el método Greenhouse Gas Protocol (noviembre) (Figura 4.12)*

kg eq CO <sub>2</sub> fósil	kg eq CO <sub>2</sub> biogénico
81% Materias primas	92% Materias primas
13% Emisiones gasoil	8% Residuos
5% Emisiones gas	
1% Consumo eléctrico	

En este caso, se obtiene un valor total de Huella de Carbono de 7,26 kg CO<sub>2</sub> eq por menú servido. De manera análoga a los meses anteriores, respecto al CO<sub>2</sub> eq fósil, el consumo de materias primas destaca como principal contribuyente (81%), seguido de las emisiones a la atmósfera derivadas del uso de gasoil y gas (13% y 5%, respectivamente) y, por último, el consumo eléctrico (1%). De nuevo, el reciclaje de una fracción de los residuos producidos contribuye a reducir la HC (aproximadamente un 7%). En cuanto al CO<sub>2</sub> eq biogénico, se observa que el consumo de materias primas (92%) es el subsistema que más contribuye a la Huella de Carbono, seguido de los residuos generados (8%).

Se puede concluir que la producción de las materias primas empleadas en la elaboración de los menús es el principal factor que contribuye a la Huella de Carbono en el sector de la restauración. La actividad alimentaria es uno de los sectores con mayor impacto ambiental, especialmente en lo que respecta a la emisión de gases de efecto invernadero. Considerando el conjunto de etapas del sistema agroalimentario, que abarca desde la producción hasta el consumo de los alimentos, se estima que éstas son responsables del 27% de las emisiones antropogénicas de GEI a nivel mundial. Esto se debe principalmente al uso de fertilizantes, energía derivada de fuentes no renovables en actividades agrícolas (consumo de diésel, electricidad, etc.) y emisiones indirectas debidas al procesado, distribución, comercialización y cocinado de los alimentos. En concreto, estas emisiones se asocian principalmente al consumo de productos de origen

---

animal (81% del total), y en menor medida, a los productos de origen vegetal (19% del total) (Aguilera et al., 2020). Estos datos concuerdan con los resultados obtenidos en el estudio de “Casa Cristina”, que revela que las materias primas que más contribuyen al impacto ambiental son la carne de cordero y de cerdo, mientras que los productos vegetales generan un impacto ambiental considerablemente menor.

Un estudio realizado en una empresa de catering en Suiza, donde la unidad funcional se establece como “una comida promedio”, muestra un valor de HC de 4,1 kg CO<sub>2</sub> eq. El sistema de estudio se limita al transporte de los alimentos hasta el comedor, el almacenamiento y conservación de los alimentos y la elaboración de las comidas, es decir, se centra exclusivamente en los procesos directamente relacionados con el servicio de catering (Jungbluth et al., 2015). La diferencia observada entre los resultados de la actividad de un restaurante y la de un servicio de catering puede atribuirse a que, a diferencia del estudio realizado al restaurante “Casa Cristina”, en el servicio de catering no se incluyen factores como el consumo eléctrico o el sistema de calefacción del establecimiento. Además, debe tenerse en cuenta que las raciones del catering suponen un valor medio de materias primas (sin considerar las bebidas) de 0,90 kg/menú, mientras que en “Casa Cristina” este valor es bastante mayor (1,4-1,5 kg/menú), lo que implica un mayor uso de materias primas, lo que conlleva asociada una mayor HC (aproximadamente 7,3 kg CO<sub>2</sub> eq por menú servido).

Otro trabajo llevado a cabo en Galicia, España, analiza los impactos ambientales asociados a la elaboración de 60 recetas gallegas tradicionales, centrándose en la Huella de Carbono. En este caso, la unidad funcional se define como “una porción de una comida gallega” y el alcance del trabajo engloba la producción de los ingredientes, el transporte y la elaboración de dichas recetas. Los resultados revelan que el consumo de las materias primas es el principal contribuyente a la HC en todas las recetas analizadas y que se observan variaciones considerables en las emisiones de GEI entre las distintas recetas (1,0-5,9 kg CO<sub>2</sub>eq/menú), reforzando la idea de que la procedencia de los ingredientes, especialmente aquellos de origen animal, juega un papel crucial en los impactos asociados a la elaboración de una comida (Cambeses-Franco et al., 2023). Costa et al. (2023) analizaron la HC de diferentes platos portugueses considerando únicamente los

---

ingredientes empleados y obtuvieron valores que variaban entre 1,56 y 3,94 kg CO<sub>2</sub>eq/menú. Nuevamente debe tenerse en cuenta los factores incluidos en el ACV, así como el tamaño de las porciones que, tal y como se ha comentado previamente, resulta determinante en la HC.

## 5. Conclusiones

En base a los resultados obtenidos en el Análisis Ciclo de Vida llevado a cabo para determinar los impactos ambientales asociados a “un menú servido en el establecimiento” en la casa de comidas de cocina tradicional asturiana “Casa Cristina”, se puede concluir que el consumo de materias primas empleados en la elaboración de dicho menú es el principal responsable de los impactos ambientales en las 18 categorías de impacto ambiental analizadas, contribuyendo con valores entre 63,0% y 99,5%.

Otro aspecto notable es la contribución de las emisiones atmosféricas generadas por el consumo de combustible, concretamente el gasoil, destacando en la categoría de cambio climático. Este impacto se acentúa particularmente durante los meses más fríos, específicamente en noviembre y en octubre, coincidiendo con el periodo de utilización de los sistemas de calefacción del establecimiento.

Si se comparan los tres meses analizados, no se observan grandes diferencias, excepto en las categorías de ecotoxicidad y toxicidad humana (cancerígena y no cancerígena), con valores entre el 20% y el 60%, menores en octubre y noviembre que en septiembre. Esta discrepancia se atribuye principalmente al consumo de bonito durante el mes de septiembre.

Se obtuvo un valor medio de Huella de Carbono de aproximadamente 7,3 kg CO<sub>2</sub>eq por menú servido en el establecimiento. Además, el consumo de materias primas se identifica de nuevo como el principal responsable de la HC, siendo responsable de en torno al 86% de su valor de la HC. Este valor es ligeramente superior al encontrado en la bibliografía, dado que en gran parte de los estudios revisados se omite el factor energético al calcular la HC, y a que, además, el establecimiento empleado como caso de estudio destaca por ofrecer raciones considerablemente más abundantes que las de los menús convencionales.

Gracias a la metodología de ACV, se han identificado los puntos críticos sobre los que se podría actuar para mejorar la sostenibilidad en este restaurante, siendo muchos de los resultados extrapolables en gran medida al sector de la restauración. Por ejemplo, se

---

sugiere el uso de ingredientes de origen vegetal en sustitución a la gran cantidad de productos de origen animal actualmente empleados, dado que tienen menores impactos, reemplazar el bonito por otras variedades de pescado menos impactante u ofrecer alternativas a las bebidas tradicionales empleando bebidas con menores impactos. También reducir un poco las raciones y emplear en vez de gasoil y gas natural alternativas de energía renovable.

Finalmente debe señalarse la necesidad de llevar a cabo este tipo de estudios, ya que entender y conocer el impacto medioambiental de los productos en el sector de la restauración es fundamental para promover un sector de la restauración sostenible y respetuoso con el medio ambiente.

## 6. Bibliografía

- Aguilera, E., Piñero, P., Infante Amate, J., González de Molina, M., Lassaletta, L., Sanz Cobeña, A. (2020). “Emisiones de gases de efecto invernadero en el sistema agroalimentario y huella de carbono de la alimentación en España”. Real Academia de Ingeniería España
- Álvarez, P. (2024). “Radiografía del sector de la restauración en España: del bar a la estrella Michelin” recuperado el 5 de noviembre de 2024 de <https://www.caixabankresearch.com/es/analisis-sectorial/turismo/radiografia-del-sector-restauracion-espana-del-bar-estrella-michelin>
- Anthesis (2024). Recuperado el 15 de noviembre de 2024 de <https://www.anthesisgroup.com/es/software-simapro/>
- Antón Vallejo, M. A. (2004). “Utilización del Análisis del ciclo de vida en la evaluación del impacto ambiental del cultivo bajo invernadero mediterráneo.” Universitat Politècnica de Catalunya
- ASEAVA, 2024. “Características de la Canal y de la Carne”. Asociación española de criadores de ganado vacuno selecto de la raza asturiana de Los Valles. Recuperado el 3 de septiembre de 2024 de [https://www.aseava.com/raza\\_capitulo\\_10.aspx#:~:text=La%20canal%20muestra%20un%20rendimiento,trate%20de%20ternero%20o%20a%20a%C3%B1o.](https://www.aseava.com/raza_capitulo_10.aspx#:~:text=La%20canal%20muestra%20un%20rendimiento,trate%20de%20ternero%20o%20a%20a%C3%B1o.)
- Barcellos de Paula, L. (2011). “Modelos de gestión aplicados a la sostenibilidad empresarial”. Universitat de Barcelona
- Boletín Oficial del Estado. Ley del Principado de Asturias 7/2001, de 22 de junio, de Turismo. BOE-A-2001-16538-Consolidado
- Borràs, X. (2011). “Lechal o ternasco”. Interempresas. Recuperado el 3 de septiembre de 2024 de <https://www.interempresas.net/Distribucion-Carnica/Articulos/50535-Lechal-o-ternasco.html>
-

- Cambeses-Franco, C., González-García, S., Calvo-Malvar, M., Benítez-Estévez, A. J., Leis, R., Sánchez-Castro, J., Gude, F., Feijoo, G., Moreira, M. T. (2022). “A clustering approach to analyse the environmental and energetic impacts of Atlantic recipes – A Galician gastronomy case study”. University of Santiago de Compostela
- Campos Herrero, C., Laso, J., Cristóbal, J., Fullana-i-Palmer, P., Albertí, J., Fullana, M., Herrero, A., Margallo, M., Aldaco, R. (2022). “Tourism under a life cycle thinking approach: A review of perspectives and new challenges for the tourism sector in the last decades”. University of Cantabria
- Campos, C., Laso, J., Cristóbal, J., Albertí, J., Bala, A., Fullana, M., Fullana-i-Palmer, P., Margallo, M., Aldaco, R. (2022). “Towards more sustainable tourism under a carbon footprint approach: The Camino Lebaniego case study”. Universidad de Cantabria
- Cardim de Carvalho Filho, A. (2001). “Análisis del ciclo de vida de productos derivados del cemento - Aportaciones al análisis de los inventarios del ciclo de vida del cemento.” Universitat Politècnica de Catalunya
- Carrillo, J., Cañazaca, N., Pilco, S. (2020). “Extracción y evaluación de las características físicoquímicas de aceite de semillas de girasol (*Helianthus annuus*) y comparación con marcas comerciales”. Universidad Peruana Unión
- CIC energiGune (2024). Centro de investigación. Recuperado el 20 de enero de 2024 de <https://cicenergigune.com/es>
- Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE). Lista de actividades del grupo I. Recuperado el 15 de septiembre de 2024 de <https://www.cnae.com.es/actividades.php?grupo=I>
- CLIMAS (2009). Evidencias y Efectos potenciales del Cambio Climático en Asturias. Consejería de Medio Ambiente del Principado de Asturias. Recuperado el 15 de septiembre de 2024 de <https://www.asturias.es/>
- Coderch, I. (2016). “La sostenibilidad en el sector de la restauración”. Te lo sirvo verde. Recuperado el 15 de septiembre de 2024 de <https://telosirvoverde.com/blog/sostenibilidad-sector-la-restauracion/>
-

Consejería de Transición Ecológica y Energía, Gobierno de Canarias. Sistema de Indicadores Ambientales. Recuperado el 20 de enero de 2024 de <https://www.gobiernodecanarias.org/medioambiente/materias/informacion-ambiental/derechos-ciudadanos/simac/sistema-indicadores-ambientales/>

Costa, V., Bexiga, E. (2023). “Food portion adequacy and its carbon footprint: Case study from a traditional Portuguese restaurant”. Escola Superior de Tecnologia da Saúde

Cowan, N., Levy, P., Drewer, J., Carswell, A., Shaw, R., Simmons, I., Bache, C., Marinheiro, J. Brichet, J., Sánchez Rodríguez, A. R., Cotton, J., Hill, P. W., Chadwick, D. R., Jones, D. L., Misselbrook, T. H., Skiba, U. “Application of Bayesian statistics to estimate nitrous oxide emission factors of three nitrogen fertilisers on UK grasslands”. Environment International

CSR Consulting (2023). “Los 3 alcances para el cálculo de Huella de Carbono: ¿cuáles son y por qué son importantes? Recuperado el 19 de enero de 2024 de <https://www.csrconsulting.com.mx/2023/01/18/los-3-alcances-para-el-calculo-de-huella-de-carbono-cuales-son-y-por-que-son-importantes/>

Department for Energy Security and Net Zero (2024). “Greenhouse Gas reporting: conversion factors 2024”. Recuperado el 10 de septiembre de 2024 de <https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2024>

Dinamiza (2024). “IV Estudio de demanda de turismo gastronómico en España”. Recuperado el 15 de noviembre de 2024 de <https://dinamizaasesores.es/iv-estudio-de-demanda-de-turismo-gastronomico-en-espana/>

Embutidos Rodríguez (2013). “Como hacer chorizo casero en 10 sencillos pasos”. Recuperado el 10 de abril de 2023 de <https://embutidosrodriguez.es/como-hacer-chorizo-casero-en-10-sencillos-pasos/>

Embutidos Pedro y Ana (2024). “Morcilla de año tipo asturiana”. Recuperado el 10 de abril de 2023 de <https://embutidospedroyana.es/morcilla-asturiana/>

EPLCA (2024). “Life Cycle Assessment (LCA)”. Recuperado el 15 de noviembre de <https://eplca.jrc.ec.europa.eu/lifecycleassessment.html>

Estrategia de Turismo 2020-2030 del Principado de Asturias. Resumen ejecutivo. Recuperado el 12 de abril de 2024 de <https://www.asturias.es/>

Eteria (2024). “La sostenibilidad llega a los restaurantes de Asturias” recuperado el 7 de noviembre de 2024 de <https://www.eteria.es/es/articulo/119/la-sostenibilidad-llega-a-los-restaurantes-de-asturias>

Eurofins (2023). “El Ecodiseño, una herramienta clave para la sostenibilidad empresarial” Recuperado el 23 de septiembre de 2024 de <https://www.eurofins-environment.es/es/ecodiseno/>

Fernández, C. (2020). “Proyecto de una planta de elaboración de sidra natural con una producción de 20.000 litros anuales, en Ribadesella (Asturias)”. Universidad politécnica de Madrid

Fernández, J. (2015). “El turismo sostenible en España: Análisis de los planes estratégicos de sostenibilidad en el ámbito local”. Universidade Da Coruña

Frohmann, A., Mulder, N., Olmos, X., Herreros, S. (2012). “Huella de carbono y exportaciones de alimentos: Guía práctica.” Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)

García Cazorla, J., Xirau, M., Azorín, R. (2005). “Técnicas usuales de análisis en Enología”. PANREAC Química, S.A.

Gestor de Cocina (2024). “Las 10 tendencias en restauración para el verano 2024”. Recuperado el 23 de septiembre de 2024 de <https://www.gestordecocina.com/10-tendencias-restauracion-verano-2024/>

Giralt, Ll., Perna, E., Masqué, C., Carbonell, J., Masdeu, J. V., Calaf, E., Fernández de Larrinoa, L., Serra, Ll., Elorduy, X. (2020). “Contenido de cobre en suelos de viñedo ecológicos en denominaciones de origen catalanas”. ACENOLOGÍA

González-Estecha, M., Bodas-Pinedo, A., Guillén-Pérez, J. J., Rubio-Herrera, M. Á., Ordoñez, J. M., Trasobares E. M., Calle, A. (2014). “Exposición al metilmercurio en la población

general; toxicocinética; diferencias según el sexo, factores nutricionales y genéticos”. Servicio de Análisis Clínicos, Hospital Clínico San Carlos.

Guignon, B., Rey, I., Sanz Martínez, P. D. (2012). “Efecto de la temperatura en la densidad de la leche entera bajo alta presión”. VII Congreso Español de Ingeniería de Alimentos.

Gutiérrez, P. & Villena, L. (2021). “El impacto ambiental del análisis del ciclo de vida en la industria”. National University of San Marcos

Hall, C. M. (2000). “Tourism planning policies, processes and relationships”. Pearson Education

Haya, E. (2016). “Análisis de Ciclo de Vida”. Escuela de Organización industrial

HOSTELTUR (2024). “Radiografía del sector de la restauración en España”. Recuperado el 23 de septiembre de 2024 de [https://www.hosteltur.com/164778\\_radiografia-del-sector-de-la-restauracion-en-espana.html](https://www.hosteltur.com/164778_radiografia-del-sector-de-la-restauracion-en-espana.html)

Ihobe, S.A. Sociedad Pública de Gestión Ambiental. (2000) “Manual Práctico de Ecodiseño. Operativa e Implantación en 7 pasos”. Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca. Gobierno Vasco

INE (2024). Recuperado el 15 de noviembre de 2024 de [https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica\\_C&cid=1254736177032&menu=ultiDatos&idp=1254735976614](https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736177032&menu=ultiDatos&idp=1254735976614)

INIA (2024). “Ecotoxicología y Evaluación de riesgos ambientales”. Instituto Nacional de Investigación y tecnología Agraria y Alimentaria. Recuperado el 28 de septiembre de 2024 de <https://www.inia.es/investigacion/Medio%20ambiente%20y%20agronomia/Ecotoxicolog%C3%ADa/Ecotoxicolog%C3%ADa%20y%20evaluaci%C3%B3n%20de%20riesgos%20ambientales/Pages/Home.aspx>

INPROVO (2022). “Hoy hablamos de... El tamaño de los huevos”. Hoy, huevo. Recuperado el 02 de septiembre de 2024 de <https://hoyhuevo.es/tamano-huevos/>

ISM. Instituto superior del medio ambiente. Recuperado el 19 de abril de 2024 de <https://www.ismedioambiente.com/>

---

- ITH (2024). “Estudio de buenas prácticas en sostenibilidad”. Recuperado el 15 de noviembre de 2024 de <https://www.ithotelero.com/noticias/estudio-de-buenas-practicas-en-sostenibilidad-para-el-sector-turistico/>
- Jofisa S.L. (2024). Fairy Original. Recuperado el 20 de enero de 2023 de [https://www.jofisasl.com/almacen/archivos/fairy-original\\_tds\\_.pdf](https://www.jofisasl.com/almacen/archivos/fairy-original_tds_.pdf)
- Jungbluth, N., Keller, R., König, A. (2015). “Life cycle management in canteens together with suppliers, customers and guests”. Life Cycle Assessment
- Laca, A., Laca, A., Diaz, M. (2021). “Environmental impact of poultry farming and egg production” en C. Galanakis, “Environmental Impact of Agro-Food Industry and Food Consumption”. University of Oviedo
- Madanaguli, A., Dhir, A., Kaur, P., Srivastava, S., Singh, G. (2022). “Environmental sustainability in restaurants. A systematic review and future research agenda on restaurant adoption of green practices”. Scandinavian Journal of Hospitality and Tourism
- Martínez, L. (2022). “¿Es un problema la acumulación de cobre en los viñedos?”. Campo Galego. Recuperado el 2 de noviembre de 2024 de <https://www.campogalego.es/es-un-problema-la-acumulacion-de-cobre-en-los-vinedos/>
- MAPA (2024.a). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Manteca de cerdo. Recuperado el 10 de septiembre de 2024 de [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/plataforma\\_conocimiento/alimentos/fichas%20de%20alimentos/aceites/MANTECA.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/plataforma_conocimiento/alimentos/fichas%20de%20alimentos/aceites/MANTECA.pdf)
- MAPA (2024.b). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Rendimiento en canal de pollo de corral. Recuperado el 03 de septiembre de 2024 de [https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/pollo\\_tcm30-103080.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/pollo_tcm30-103080.pdf)
- Melendez, M., V, J., Melendez Villareal, M. (2015). ISO 14001:2015 (Traducción oficial)
- Ministerio de Industria y Turismo (2022). “Plan de modernización y competitividad del sector turístico”. Recuperado el 15 de septiembre de 2024 de <https://turismo.gob.es/cooperacion/omt/Paginas/organizacion-mundial-turismo.aspx>
-

Ministerio para la Transición Ecológica y el reto demográfico (2024-a). Factores de emisión, registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono.

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2024-b). Guía para el cálculo de la Huella De Carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización. Recuperado el 15 de marzo de 2024 de [https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/registro-huella/que\\_es\\_registro.html](https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/registro-huella/que_es_registro.html)

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2024-c). Impacto de los nitratos y pesticidas en el uso y calidad de las aguas. Recuperado el 1 de noviembre de 2024 de <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/proteccion-nitratos-pesticidas/impacto-calidad-agua.html>

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2024-d). Perfil Ambiental de España 2021. Recuperado el 20 de marzo de 2024 de [https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/ministerio/servicios/informacion/pae\\_2021\\_es\\_tcm30-549292.pdf](https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/ministerio/servicios/informacion/pae_2021_es_tcm30-549292.pdf)

OMS (2022). “Residuos de plaguicidas en los alimentos”. Recuperado el 23 de septiembre de 2024 de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/pesticide-residues-in-food>

Ordóñez-Beltrán, V., Frías-Moreno, M. N., Parra-Acosta, H., Martínez-Tapia, M. E. (2019). “Estudio sobre el uso de plaguicidas y su posible relación con daños a la salud”. Asociación Española de Toxicología

Oviedo Capital Gastronómica (2024). Recuperado el 15 de noviembre de 2024 de <https://oviedocapitalgastro.com/>

Parlamento Europeo (2023). “Economía circular: definición, importancia y beneficios”. Recuperado el 23 de septiembre de 2024 de <https://www.europarl.europa.eu/topics/es/article/20151201STO05603/economia-circular-definicion-importancia-y-beneficios>

- Peláez, L. V., Martín, M. B. G., & Sánchez, Á. M. (2011). “El turismo y el cambio climático en Asturias. Evidencias y efectos potenciales.” Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles
- Penela, A. C., Quesada, J. L. D., do Carme García-Negro, M., Villasante, C. S., Rodríguez, G. R., & González-Arenales, M. (2008). “Análisis Comparativo De La Huella Ecológica De Dos Empresas Del Sector Pesquero Gallego.” Observatorio Iberoamericano del Desarrollo Local y la Economía Social
- Pineda, A.M. (2010). “Determinación de la densidad del agua y de medicamentos homeopáticos de diferentes potencias a 25 °”. Universidad Nacional de Colombia
- Polanco, C. (2006) “Indicadores ambientales y modelos internacionales para toma de decisiones”. Universidad Nacional de Colombia
- Pošiváková, T., Hromada, R., Pošivák, J., Molnár, L., Harvanová, J. (2018). “Selected aspects of integrated environmental management”. Annals of Agricultural and Environmental Medicine
- Real Decreto 61/2006, de 31 de enero, por el que se determinan las especificaciones de gasolinas, gasóleos, fuelóleos y gases licuados del petróleo y se regula el uso de determinados biocarburantes. Boletín Oficial del Estado, n. 41, de 17 de febrero de 2006
- Rebón, A. (2024). “La cocina regional española: diversidad y riqueza” recuperado el 15 de noviembre de 2024 de <https://www.estudiahosteleria.com/blog/cocina/cocina-regional-espanola>
- Rodríguez, B. R. (2003). El análisis del ciclo de vida y la gestión ambiental. Boletín IIE
- Schneider, H., Samaniego, J. (2009). “La huella del carbono en la producción, distribución y consumo de bienes y servicios.” Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)
- Segura Peñafiel, M. (2024). “Impacto ambiental de la producción porcina y estrategias para su mitigación”. Universidad autónoma Metropolitana Unidad
-

Statista (2023). “El sector de la restauración en España – Datos Estadísticos”. Recuperado el 05 de septiembre de 2024 de <https://es.statista.com/temas/6557/la-restauracion-en-espana/>

Turismo Asturias (2024). Recuperado el 15 de noviembre de 2024 de <https://www.turismoasturias.es/gastronomia>

TURESPAÑA (2024). Recuperado el 10 de noviembre de 2024 de <https://www.tourspain.es/es/>

UNIIQUIM (2024). Etanol. Recuperado el 20 de enero de 2023 de <https://uniiquim.iquimica.unam.mx/glossary/etanol/>

Vinos Bierzo (2024). “Cobre para la Vid”. Recuperado el 02 de noviembre de 2024 de <https://vinosbierzo.com/cobre-para-la-vid/>

VitiViniCultura (2024). “Mildiu de la vid. Síntomas, daños y tratamiento”. Recuperado el 02 de noviembre de 2024 de <https://www.vitivinicultura.net/mildiu-de-la-vid-enfermedades-vina.html>

VWR (2024). Ácido nitrilotriacético. Recuperado el 20 de enero de 2023 de <https://es.vwr.com/store/product/4599409/null>