



universidad
de león

ESCUELA DE INGENIERÍA AGRARIA Y FORESTAL

TRABAJO FIN DE GRADO
GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA

**Guía de buenas prácticas medioambientales
para el sector cervecero y cálculo de la Huella de
Carbono para la industria cervecera "Redneck
Brewery" ubicada en Reocín, Cantabria.**

**Guide of good environmental practices for the
brewing sector and Carbon Footprint Calculation
for the brewing industry "Redneck Brewery"
located in Reocín, Cantabria.**

LAURA GONZÁLEZ VALCÁRCEL

TUTORA: JULIA GARCÍA GONZÁLEZ

LEÓN, JULIO 2022

Escuela de Ingeniería Agraria y Forestal

ANEXO 9. HOJA DE CONFORMIDAD

TRABAJOS DE CARÁCTER CIENTÍFICO O TÉCNICO

Título: Guía de buenas prácticas medioambientales para el sector cervecero y cálculo de la Huella de Carbono para la industria cervecera "Redneck Brewery " ubicada en Reocín, Cantabria.

Autor: LAURA GONZÁLEZ VALCÁRCEL

ELEMENTOS DE OBLIGADA APARICIÓN

- Resumen.** De 400 palabras como máximo.
- Introducción.** Debe incluir los motivos por los que se realiza el trabajo y los antecedentes o estudios previos sobre el mismo.
- Objetivos.** Se detallarán de forma clara y concisa los objetivos que se pretenden alcanzar.
- Material y Métodos / Metodología.** Descripción de las técnicas, los materiales empleados, y los métodos de análisis de datos, de forma que se garantice la repetibilidad de los mismos.
- Resultados / Análisis / Diagnóstico.** La información obtenida con el estudio se presentará de forma sistemática, preferentemente mediante tablas y figuras que deberán ser en todo caso autoexplicativas, y deberán aparecer debidamente numeradas y referenciadas en un índice propio.
- Discusión.** Los resultados propios del trabajo deberán ser discutidos relacionándolos, en su caso, con otros de estudios precedentes.
- Conclusiones.** Deberán ser claras, concisas, y coherentes con los objetivos propuestos. En el caso planes de ordenación de recursos forestales, propuestas concretas con objetivos, líneas y medidas.
- Planos / Mapas.** Serán obligatorios en trabajos topográficos, estudios de implantación de cultivos o transformaciones de explotaciones, y en general, cualquier trabajo técnico o científico asociado a áreas, parcelas, o territorios determinados.
- Bibliografía.** Listado de las fuentes de información utilizadas debidamente referenciadas y ordenadas.

OBTENIDA LA CONFORMIDAD <input checked="" type="checkbox"/>	El tutor/es:
DENEGADA LA CONFORMIDAD (No se autoriza la presentación) <input type="checkbox"/>	GARCIA GONZALEZ JULIA - 71458565A
	Firmado digitalmente por GARCIA GONZALEZ JULIA - 71458565A Fecha: 2022.07.05 14:04:05 +02'00'
	Fdo.: Julia García González Fdo.: _____

imprimir página



Resumen

Huella de Carbono en una industria cervecera.

Hoy en día, el cambio climático y la contaminación son una causa de preocupación importante en la sociedad. Para las industrias, conocer el origen y la magnitud de sus emisiones es importante, ya que les puede permitir reducir sus costes energéticos y a la vez, emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Por tanto, el cálculo de la Huella de Carbono en los procesos productivos de un sector, primero ayudará a mitigar el cambio climático, conociendo cuales de ellos tienen mayor incidencia y, en segundo lugar, logrará el beneficio de mejorar la imagen empresarial hacia sus potenciales clientes e inversores. En el presente trabajo se evaluará la Huella de Carbono de la cervecera artesanal Redneck Brewery para conocer los mayores focos de contaminación en el desarrollo de su actividad y tratar de reducirlos.

Para calcular la Huella de Carbono y realizar su análisis, se utilizará como base la "Guía para el cálculo de la Huella de Carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización" que proporciona el Ministerio para la Transición Ecológica, a la que se le aplicarán ligeras modificaciones que permitirán un mejor ajuste del método a las industrias agroalimentarias.

Se pondrá a disposición de la empresa una plantilla de recogida de datos con la información necesaria para que la empresa pueda rellenar más fácilmente y así poder realizar el cálculo.

Por lo que, el objetivo del trabajo es el cálculo la Huella de Carbono y la realización de su análisis siguiendo las pautas del Ministerio para la Transición Ecológica para la cervecera artesanal Redneck Brewery y la proposición de un plan de mejora para la cervecera artesanal objeto de estudio con la finalidad de reducir su Huella de Carbono.

Asimismo, se redactará una Guía de Buenas Prácticas ambientales para todo el sector cervecero con indicaciones que pretenden prevenir y controlar los impactos ambientales que suponen el malgasto de energía y otros recursos.

Abstract

Carbon footprint in a brewing industry.

Nowadays, climate change and pollution are a cause for concern in society. For industries, knowing the origin and taking into account the magnitude of their emissions is important as it will improve and reduce their energy costs and Greenhouse Gas emissions. Therefore, calculating the Carbon Footprint in production processes will help to reduce climate change, since it allows to know which processes of a sector can be the biggest incidents, and also has the benefit of creating a better image to the public. Therefore, in the present work the Carbon Footprint of the craft brewery Redneck Brewery will be evaluated in order to know the major sources of pollution in the development of its activity and try to reduce them.

To calculate the Carbon Footprint and perform its analysis, the "Guide for the calculation of the Carbon Footprint and for the preparation of an organization's improvement plan" provided by the Ministry of Ecological Transition will be used as a basis, to which slight modifications will be applied to allow a better adjustment of the method to the food industries.

A data collection template will be made available to the company with the necessary information so that the company can more easily fill out and thus be able to perform the calculation.

Therefore, the objective of the work is the calculation of the Carbon Footprint and its analysis following the guidelines of the Ministry for Ecological Transition for the craft brewery Redneck Brewery and the proposal of an improvement plan for the craft brewery under study in order to reduce its Carbon Footprint.

In addition, a Guide of Good Environmental Practices will be drawn up for the entire brewing sector with indications aimed at preventing and controlling the environmental impacts of wasting energy and other resources.

ÍNDICE

1.Objetivos.....	11
2. Introducción.....	12
2.1. La cerveza y el sector cervecero.	12
2.2. La industria cervecera y el cambio climático.....	13
2.3. Gases Efecto Invernadero.....	14
2.4. Huella de Carbono, el concepto.....	17
2.4.1. Huella de Carbono en una industria cervecera.	18
3. Análisis del sector cervecero y su relación con el medioambiente	18
3.1. Introducción.....	18
3.2. A nivel mundial:	19
3.3. A nivel europeo:	21
3.4. El sector en España:	22
3.5. Huella de Carbono como fuente de ingresos:	30
3.6. Conclusión:.....	30
4. Material 31	
4.1. Materias primas	31
4.2 El uso de enzimas	35
4.3. Descripción de los principales procesos productivos de la industria cervecera	37
4.3.1. Diferencias entre el proceso de Lager y Ale.	57
5. Descripción de la cervecería artesanal objeto de estudio y su proceso productivo. .	59
6. Metodología cálculo Huella de Carbono	68
6.1. Consideraciones previas al cálculo.....	68
6.2. Base metodológica del cálculo	69

6.3. Alcance 1.....	69
6.3.1. Desplazamiento de vehículos	69
6.3.2. Consumo de combustibles en instalaciones fijas.	72
6.3.3. Utilización de biomasa.....	73
6.3.4. Sistemas de refrigeración y climatización.	74
6.3.5. Otras actividades que generan otros GEI.	76
6.4. Alcance 2.....	78
6.4.1. Consumo eléctrico.....	78
6.4.2. Instalaciones de energías renovables.	80
6.5. Alcance 3.....	80
7. Consumos energéticos y eléctricos.....	81
7.1. Consumo y alcance en el proceso productivo de Cerveza	81
8. Determinaciones para el cálculo de la Huella de Carbono.	81
8.1. Periodo de estudio.	81
8.2. Determinación de los límites.	82
8.3. Determinación factores de emisión.....	82
9. Recogida de datos de la organización.....	83
10. Cálculo y resultados	88
11. Discusión.....	93
12. Plan de mejora para la cervecera del estudio.	93
12.1. Introducción.....	93
12.2. Vehículo.	94
12.3. Instalaciones fijas.	94
12.4. Electricidad.	95

12.5. Proceso.	96
12.6. Otras recomendaciones.....	97
12.7. Compensación.....	98
12.8. Creación de un objetivo.....	99
13. Guía de buenas prácticas medioambientales en el sector cervecero.	105
13.1 Introducción.....	105
13.2.1 Envases	106
13.2.2. Productos Químicos	107
13.3. Indicaciones generales	107
13.3.1. Agua	107
13.3.2. Energía.....	108
13.3.3. Equipos.	108
13.4. Proceso.	109
13.4.1. Molienda.....	109
13.4.2. Macerado.....	109
13.4.3. Filtración.....	110
13.4.4. Lavado.....	110
13.4.5. Cocción	111
13.4.6. Enfriado.....	112
13.4.7. Fermentación	112
13.4.8. Clarificación.....	113
13.4.9. Envasado y gasificado.....	114
13.4.10. Maduración y almacenado	115
13.5. Transporte.....	115

13.5.1. Transporte del producto final.	117
13.5.2. Transporte de las materias primas y otros materiales.....	118
13.6. Gestión de residuos.....	118
13.6.1. Agua residual.....	118
13.6.1. Otros	119
13.7. Oficina.....	120
13.8. Personal.	121
13.9. Marketing y comunicación.	122
13.10. Requisitos legales.....	122
13.11. Seguimiento de los procedimientos establecidos.	123
14. Conclusiones.	124
15. Bibliografía.....	126
16. Anexos.	137
Anexo 1. Ubicación de la empresa de estudio.	137
Anexo 2. Ficha enviada a la empresa con los datos necesarios para el cálculo.....	138
Anexo 3. Fotos realizadas en la visita a las instalaciones de “ Redneck Brewery ”.....	143
3.1. Vehículo:	143
3.2. Equipo:.....	144
3.3. Otros elementos:	145
Anexo 4. Uso de la Calculadora de Huella de Carbono del Ministerio:.....	146

Numeración y título de Tablas y Figuras

Tabla 1.-Emisiones totales brutas de gases de efecto invernadero.

Tabla 2.- Propiedades del agua

Tabla 3.- Tipos de Malta.

Figura 1.- Producción de cerveza a nivel mundial entre 2008 y 2020.

Figura 2.- Ranking de los países líderes en producción de cerveza en el mundo.

Figura 3.- Principales productores de cerveza en Europa.

Figura 4.- Principales empresas españolas que se dedican a la fabricación de cerveza en España en 2019, por facturación.

Figura 5.- Mapa de centros productivos por provincia.

Figura 6.- Producción de cerveza artesanal de 2015 hasta 2020 en España

Figura 7.- Diagrama básico de flujo del proceso de una industria cervecera.

Figura 8.-Actividad enzimática en 1 hora de macerado

Figura 9.-Circuito básico para una pasteurización tipo flash

Tabla 4.-Diferencias entre tipo Ale y Lager.

Figura 10.-Plano esquemático de la planta de la cervecera artesanal.

Figura 11.-Diagrama de flujo del proceso en la cervecería Redneck Brewery.

Figura 12.-Diagrama de flujo de los equipos en la cervecería Redneck Brewery.

Tabla 5.-Combustibles más habituales y su medida correspondiente.

Tabla 6.- Los PCGs y sus principales fuentes de emisión de los gases.

Tabla 7.- Factores de emisión según su Garantía de Origen.

Tabla 8.- Consumos y alcances del proceso productivo de la cerveza.

Tabla 9.- Etiquetado restante de comercializadoras que han efectuado redenciones de Garantía de Origen.

Tabla 10.- Consumo de Gas Natural en kWh mensual.

Figura 13.- Consumo mensual de Gas Natural en kWh desde enero de 2021 hasta diciembre de 2021.

Tabla 11.- Consumo mensual de electricidad en kWh.

Figura 14.- Consumo mensual de electricidad en kWh.

Tabla 12.- Los PCGs y sus principales fuentes de emisión de los gases. (Ministerio para la Transición Ecológica, 2019).

Figura 15.- Gráfico del porcentaje de contaminación de cada actividad.

Tabla 13.- Huella de Carbono según los distintos escenarios.

Tabla 14.- Información necesaria para la creación de un objetivo.

Figura 16.- Comparación de kg CO₂ con el plan de mejora supuesto.

Abreviaturas

1. GEI (Gases de Efecto Invernadero)
2. SENC (Sociedad Española de Nutrición Comunitaria)
3. AECAI (Asociación Española de Cerveceros Artesanos Independientes)
4. ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible)
5. CO₂ (Dióxido de carbono)
6. N₂O (Óxido nitroso)
7. CH₄ (Metano)
8. O₃ (Ozono)
9. HFC (Hidrofluorocarbonos)
10. PFC (Perfluorocarbonos)
11. SF₆ (Hexafluoruro de azufre)
12. PCG (Potencial de calentamiento global)
13. MTERD (Ministerio de la Transición Ecológica y el Reto Demográfico)
14. OECC (Oficina de Cambio Climático)
15. AECOC (Asociación Española de Codificación Comercial)
16. IBU (Unidades Internacionales de Amargura)
17. CNMC (Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia)
18. GdO (Garantía de Origen)
19. NMVOC (Compuestos Orgánicos Volátiles Distintos del Metano)
20. CIP (Cleaning in Place)

1. Objetivos

El principal objetivo de este trabajo es el cálculo de la Huella de Carbono en una industria cervecera real para así poder conseguir un resultado representativo de una micro cervecera artesanal que sea base de una posible comparación con datos proporcionados por el Ministerio para la Transición Ecológica, aportados por cerveceras con un desarrollo industrial y mercantil mucho más avanzado. En este trabajo se calcularán y se determinarán los alcances 1y 2 objetos de estudio. Gracias a este cálculo se podrá precisar cuáles son las actividades más contaminantes de la cervecera artesanal objeto de estudio.

En el presente trabajo se realizará un marco teórico sobre la producción de la cerveza donde se desarrollarán los pasos productivos de una manera clara y concisa. Además, se hará un análisis del mercado que servirá para tener más perspectiva sobre el sector cervecero y su relación con el medioambiente. En este análisis se busca tener una base con relación a industrias cerveceras que hayan calculado su Huella de Carbono en España para poder comparar sus emisiones a la atmosfera en toneladas de CO₂/1.000 hectolitros con el resultado obtenido del cálculo de la cervecera artesanal objeto de estudio.

El siguiente objetivo, es redactar un plan de mejora para la cervecera artesanal analizada en el presente trabajo buscando poder disminuir la Huella de Carbono. Se podrá plantear dicha disminución gracias a la determinación de cuáles son las actividades que emiten más emisiones de CO₂ a la atmosfera. Dentro de este plan de mejora, se creará un objetivo siguiendo la "Guía para el cálculo de la Huella de Carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización" (MITECO) con las correspondientes modificaciones para un mejor ajuste al sector agroalimentario, en el que se podrá visualizar como se reduciría las emisiones de CO₂ si se llevara a cabo.

El último objetivo que busca este trabajo es redactar una Guía de buenas prácticas para todo el sector cervecero teniendo como base el marco teórico del proceso productivo y poder enfocarse así en cada proceso.

2. Introducción.

2.1. La cerveza y el sector cervecero.

La cerveza es el “alimento resultante de la fermentación, mediante levaduras seleccionadas, de un mosto cervecero elaborado a partir de materias primas naturales”, según la define el Real Decreto 678/2016 de la Norma de calidad de la cerveza y de las bebidas de malta.

El proceso para obtener productos finales de gran calidad y seguridad han evolucionado con los años, en cambio el proceso de fermentación se mantiene casi igual. Todos utilizan los mismos principios tradicionales de fabricación de cerveza, pero se calcula que puede llegar a haber 80 estilos de cerveza diferentes, aunque se pueden diferenciar en dos tipos de familia: Ale y Lager.

La cerveza, como bebida fermentada al igual que el vino o la sidra, está incluida en el texto de la Dieta Mediterránea, considerada Patrimonio de la Humanidad de la Unesco.

La Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC) incluye a la cerveza como parte de su Pirámide de la Alimentación Saludable, siempre y cuando su consumo sea opcional y moderado en adultos sanos. Cabe destacar que el consumo de cerveza con alcohol es de 3.831 millones de litros en España, cifra que ha aumentado un 18% desde 2008. Del mismo modo que el consumo de cerveza moderado y responsable por parte de adultos sanos no ha de suponer un problema de salud, tal y como reconoce numerosa literatura científica, se advierte de los riesgos para la salud del consumo inadecuado de bebidas con contenido alcohólico. La cerveza es el segundo tipo de bebida de más consumo, en ambos sexos y todas las edades, aunque con cifras más elevadas entre los hombres, según indica el “Observatorio Español de las Drogas y las Adicciones Informe 2020 alcohol, tabaco y drogas ilegales en España” del Ministerio de Sanidad de España.

En los dos últimos años, como consecuencia de la pandemia del COVID-19, la evolución mensual de ventas de cerveza muestra caídas insólitas en los meses en los

que habitualmente se incrementa el consumo, como es la primavera. Se encuentra una tendencia inversa en octubre, un mes en el que, tras la apertura del verano, se produjeron fuertes restricciones. Del mismo modo, si siempre noviembre es un mes menos favorable para consumo fuera del hogar y, por lo tanto, para la cerveza, también este mes registró unas ventas significativamente menores

El sector cervecero se ha consolidado a lo largo de las últimas décadas como un referente agroalimentario en nuestro país.

Los cerveceros de Europa indican que hay alrededor de 8.500 cervecerías en funcionamiento en toda la Unión Europea, incluyendo cervecerías artesanales y cervecerías que producen cerveza exclusivamente para la comunidad local, hasta las grandes empresas cerveceras de elevado volumen de producción.

Para comprender el crecimiento de la cerveza artesanal, se tiene en cuenta como La Asociación Española de Cerveceros Artesanos Independientes (AECAI) indica que:

“Los datos del Informe de la Cerveza Artesana e Independiente arrojan un crecimiento del 79,58% en la producción de cerveza artesana desde el año 2015 hasta 2019, pasando de los 12,4 millones de litros a los 22,4 millones” (AECAI, 2020).

Las grandes empresas suelen tener un equipo para determinar un sistema de gestión ambiental, pero no ocurre lo mismo en las pequeñas organizaciones que no producen tantos litros de cerveza y por tanto no pueden permitirse el personal suficiente ni los recursos necesarios para calcular una Huella de Carbono.

2.2. La industria cervecera y el cambio climático.

El sector cervecero está firmemente comprometido con la sostenibilidad medioambiental a lo largo de toda la cadena de valor, que incluye desde el propio proceso de elaboración de producto, a la distribución y el momento de su venta y consumo, sin olvidar el cultivo y recolección de las materias primas a partir de las que se elabora la cerveza: la cebada y el lúpulo.

Con el objetivo de contribuir en la lucha contra el cambio climático, la asociación Cerveceros de España se ha unido en los últimos años a diferentes iniciativas internacionales como la estrategia europea del clima, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero con el Acuerdo de París y la transición a una economía circular, a través de la implementación de medidas que promuevan el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). No obstante, el compromiso del sector cervecero por la sostenibilidad ambiental llega mucho más allá. Por ello, en 2019 el sector estableció una serie de compromisos para 2025 englobados en cuatro áreas clave: envases, energía, agua y Huella de Carbono. La llegada de la pandemia del COVID-19 no fue causa de parón en los esfuerzos del sector cervecero dirigidos a cumplir los propósitos marcados con horizonte 2025.

Respecto a los objetivos marcados sobre la Huella de Carbono, se debe destacar la reducción en un 15% en el ratio de emisiones de gases de efecto invernadero (Alcances 1 y 2 medidos en kg CO₂/hl de cerveza producida) en los centros de producción contra el dato de 2018 y Adhesión del 100% de los grandes productores a la iniciativa Lean & Green dirigida a reducir las emisiones asociadas a actividades logísticas.

Para poder asesorar y acompañar en el cumplimiento de estos objetivos, la asociación cuenta además con un grupo de trabajo específico para realizar el seguimiento de los indicadores relacionados con los distintos compromisos ambientales.

2.3. Gases Efecto Invernadero.

El efecto invernadero se define como un fenómeno natural por el que unos gases determinados que componen la atmósfera retienen parte de la energía solar reflejada por el suelo, absorbiéndola y transformándola en un movimiento molecular interno que produce un aumento de la temperatura. Los gases en la atmósfera que absorben la radiación infrarroja procedente de la Tierra o radiación saliente son conocidos como Gases de Efecto Invernadero (GEI). Entre ellos se encuentran el dióxido de carbono (CO₂), el óxido nitroso (N₂O), el metano (CH₄) y el ozono (O₃). Además, hay una serie de

GEI artificiales generados por el ser humano, como los hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆).

Cada gas de efecto invernadero tiene un potencial para calentar la atmósfera, llamado potencial de calentamiento global (PCG), lo cual depende exclusivamente de la capacidad de la molécula de absorber la radiación infrarroja y su tiempo de permanencia en el ambiente. De tal manera que el dióxido de carbono tiene un PCG igual a 1, mientras que el metano y óxido nitroso tienen un PCG igual a 25 y 298 respectivamente, es decir, 1 kg de óxido nitroso contribuye 298 veces más al cambio climático que 1 kg de dióxido de carbono.

Sin el efecto invernadero natural, la temperatura de equilibrio de la Tierra sería de unos -18 °C. No obstante, la temperatura media de la superficie terrestre es de unos 14°C, por lo tanto, hay una diferencia cercana a 33°C con lo que podemos destacar la importancia de este efecto. El efecto invernadero natural de la Tierra hace posible la vida como la conocemos, pero estamos poniendo en peligro esta situación debido a las actividades humanas, principalmente la quema de combustibles fósiles y la deforestación, que han intensificado el fenómeno natural, causando así un calentamiento global.

Desde la Revolución Industrial y debido principalmente al uso intensivo de los combustibles fósiles en las actividades industriales y el transporte, se han producido sensibles incrementos en las cantidades de óxido de nitrógeno y dióxido de carbono emitidas a la atmósfera, con el agravante de que otras actividades humanas, como la deforestación, han limitado la capacidad regenerativa de la atmósfera para eliminar el dióxido de carbono, principal responsable del efecto invernadero.

El Sistema Español de Inventario de Emisiones elabora anualmente el Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero por fuentes antropogénicas y su absorción por sumideros, según lo previsto en la Convención Marco sobre el Cambio Climático (UNFCCC) y su Protocolo de Kyoto y en el Reglamento (UE) 525/2013 para el seguimiento

y notificación de emisiones de gases de efecto invernadero y otra información relevante para el cambio climático.

Las emisiones brutas de gases de efecto invernadero (GEI) a nivel nacional se estiman para el año 2020 en 275 millones de toneladas de CO₂ equivalente, lo que supone una disminución de las emisiones de -12,4 % respecto al año anterior. El nivel de emisiones totales supone un -5,3 % respecto a 1990 y un -37,8 % respecto a 2005.

Las emisiones de CO₂ equivalente han registrado una disminución global del -12,4 % en 2020, en un contexto excepcional debido a las condiciones impuestas por la pandemia COVID-19. Esta disminución de emisiones viene determinada por la reducción de las emisiones en el transporte del -19 %, y por el descenso en la demanda de energía eléctrica del 5,5 %. También por el aumento en la producción de energía renovable (44 % del total de electricidad generada en 2020 en España) debido sobre todo al incremento en el último año de la producción hidráulica y solar fotovoltaica, un +23,9 % y un +65,4 %, respectivamente. En energías no renovables el descenso es debido a la menor producción de los ciclos combinados, que han generado un -20,3 % menos que en el 2019, y de las centrales de carbón que han representado tan sólo el 2 % del mix.

El sector con más peso en el global de las emisiones de GEI en 2020 es el transporte (27 %), seguido de las actividades industriales (20,8 %), la agricultura y ganadería en conjunto (14,1 %), la generación de electricidad (11,8 %), el consumo de combustibles en los sectores residencial, comercial e institucional (9,2 %), y los residuos (4,8 %). Por gases, el CO₂ supone un 77,7 % de las emisiones totales de los gases de efecto invernadero, seguido del metano (13,7 %).

Tabla 1.-Emisiones totales brutas de gases de efecto invernadero. (Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera, 2022).

	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019	2020
Emisiones GEI (kt CO₂-eq)	290.296	330.172	388.312	442.521	358.375	337.709	339.147	333.509	314.091	275.045
Variación respecto a 1990		+13,7 %	+33,8 %	+52,4 %	+23,5 %	+16,3 %	+16,8 %	+14,9 %	+8,2 %	-5,3 %
Variación respecto a 2005					-19,0 %	-23,7 %	-23,4 %	-24,6 %	-29,0 %	-37,8 %

Los resultados de la Tabla 1 muestran cómo han bajado con los años las emisiones de los gases de efecto invernadero progresivamente.

2.4. Huella de Carbono, el concepto.

La Huella de Carbono se creó a finales del siglo XX y forma parte del término Huella Ecológica la cual incluye todos los factores del estilo de vida, emitan o no emitan GEI. La Huella de Carbono se puede definir de manera más concreta como el cálculo del conjunto de emisiones de gases de efecto invernadero producidos directa o indirectamente por individuos, organizaciones, eventos, productos o regiones geográficas con la unidad de medida de CO₂ equivalente.

La popularidad de la Huella de Carbono surgió a raíz de una campaña creada por parte de la petrolera British Petroleum la cual promovía la idea de que el cambio climático no debía ser únicamente labor de las industrias, sino que debía recaer en cada individuo. Dicha empresa presentó la calculadora de huella de carbono en 2004 para comprobar como con las actividades cotidianas también se contaminaba. Aproximadamente 300.000 personas de todo el mundo calcularon su huella de carbono en el sitio web de BP en su año de lanzamiento.

Actualmente, el objetivo de la Huella de Carbono es poder medir la totalidad de GEI emitidos por efecto directo o indirecto provenientes del desarrollo de la actividad de una organización, los GEI emitidos durante todo el ciclo de vida de un producto desde la extracción de las materias primas hasta la etapa de uso y final de la vida útil y la totalidad de gases de efecto invernadero emitidos por efecto directo o indirecto por un individuo, organización, evento o producto.

Se debe mencionar que la Huella de Carbono no solo nos permite medir y calcular las emisiones de efecto de invernadero que llegan a la atmósfera, sino que además estudia para poder reducirlas y compensarlas. Gracias a que las empresas conocen el impacto ambiental que generan con sus actividades y productos pueden tomar medidas e incluir estrategias en su ámbito para así poder reducir costes, seguir el cumplimiento

legislativo y uso como herramienta efectiva ante la gestión ambiental y energética. Aunque no sea el objetivo principal del cálculo, se consigue a mayores una mejora de imagen de la organización ya que representa la concienciación de la empresa con el medio ambiente y percepción del cliente que está cada vez más dispuesto a parar el cambio climático.

2.4.1. Huella de Carbono en una industria cervecera.

En la producción de cerveza, como todas las producciones, es conveniente saber su Huella de Carbono. Las cuestiones ambientales relacionadas con la fase productiva de las industrias cerveceras incluyen principalmente el consumo de energía, tanto eléctrica como térmica, consumo de agua, aguas residuales, residuos y derivados sólidos y emisiones al aire. Más adelante se calcularán los GEI de la empresa objeto de estudio en cada actividad y se verá la importancia de disminuir los mismos para una mejor eficiencia y competitividad en la industria además de las otras ventajas ya mencionadas.

3. Análisis del sector cervecero y su relación con el medioambiente

3.1. Introducción

La contaminación hacia la atmósfera por la producción de un litro de cerveza es bastante moderada en comparación con otros tipos de alimentos como el aceite de palma o el arroz, no obstante, cuando se multiplica por el volumen de cerveza producida, tendrá un impacto significativo en los gases de efecto invernadero. Dicho motivo hace que lo más conveniente sea que cada una de las industrias este comprometida con el medioambiente.

Es interesante hacer un análisis del mercado en el presente trabajo para poder tener en cuenta la importancia que tiene el sector cervecero y, por tanto, su impacto medioambiental en nuestros días. Así se podrá entender la relevancia que tiene que cada empresa contribuya a proteger el medioambiente calculando su Huella de Carbono.

A continuación, se realizará un análisis del mercado a nivel global, europeo y nacional siendo este último dividido en grandes industrias y cervecerías artesanales.

3.2. A nivel mundial:

Aproximadamente, 2.000 millones de hectolitros (Orús, 2021) es el volumen de cerveza que se produce en el mundo anualmente, tal y como se puede comprobar en la siguiente Figura. Se puede ver incluso que, aunque en 2020 hubo una pandemia debido a la COVID-19, las industrias de cerveza no tuvieron una bajada crítica en cuanto a su producción.



Figura 1. -Producción de cerveza a nivel mundial entre 2008 y 2020. (Orús, 2021).

El principal productor cervecero a nivel global es China, con una producción anual superior a los 341,11 millones de hectolitros como se puede ver en la Figura 2. Estados Unidos y Brasil se situaron en segundo y tercer lugar, respectivamente. El

principal productor a nivel europeo de cerveza, Alemania, ocupó la quinta posición en este ranking (Orús, 2021).

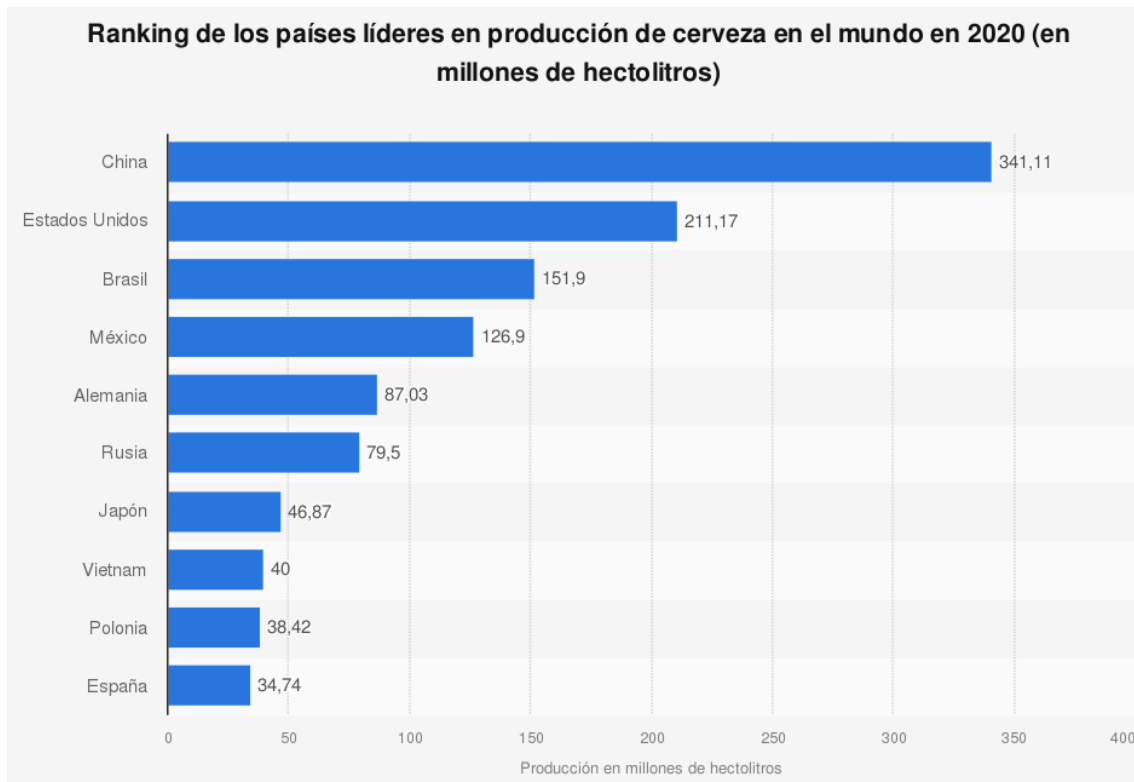


Figura 2.-Ranking de los países líderes en producción de cerveza en el mundo. (Orús, 2022).

A nivel mundial, las cuatro empresas más destacadas son: Anheuser-Busch InBev, con ventas anuales que superan los 50.000 millones de dólares, Heineken, Tsingtao y Carlsberg (Maltosaa, 2021). Todas las empresas tienen el conocimiento de que trabajar su estrategia de negocio mejorando su salud financiera y su programa de sostenibilidad es importante y ventajoso. Tres de estas industrias están comprometidas con el medioambiente, creando así una buena reputación entre los consumidores y ahorrando energía y otros recursos.

La empresa multinacional Anheuser-Busch InBev tiene calculada su Huella de Carbono además de tener anunciado su compromiso con los Objetivos de Sostenibilidad 2025 y de alcanzar en el año 2040 la emisión de la misma cantidad de CO₂ a la atmósfera de la que se retira por sus distintas vías a nivel mundial (Corresponsables, 2018).

La empresa cervecera Heineken International, creada en los Países Bajos, tiene el objetivo de convertirse en 100% neutra en carbono para el año 2023 creando un acuerdo con Iberdrola construyendo así una nueva planta fotovoltaica en Huelva. Su uso será exclusivamente para elaborar todas las cervezas de Heineken en España y evitar la emisión a la atmósfera de más de 100.000 toneladas de CO₂ al año. Para hacer posible la reducción de emisiones de CO₂ usan el programa Drop the C que consisten en alcanzar un abastecimiento de hasta un 70% de energía renovable, tanto térmica como eléctrica, en la producción de cerveza en 2025 a nivel global. Además, Heineken España es la primera cervecera de Madrid que utiliza un camión híbrido para abastecer de sus productos en el centro de la ciudad. El camión híbrido opera bajo el identificador ECO de la Dirección General de Tráfico y evita un 23% de emisiones de CO₂ respecto a otros vehículos de similar formato (García, 2018).

Por último, El Grupo Carlsberg, de origen danés, anunció en 2019 que se encuentra trabajando activamente en el desarrollo de la primera botella de papel del mundo que ayudará a reducir su Huella de Carbono. En 2018 adaptó su fábrica en Fralenberg para que funcionara con biogás y energías renovables, haciendo que sea así su primera fábrica neutra de carbono y tomándola como ejemplo para poder seguir cambiando el resto progresivamente. Además, en el año 2020 se registró que la industria había tenido una reducción del 12% de sus emisiones de carbono (Acosta, 2021).

3.3. A nivel europeo:

Europa, aunque no sea el continente donde más se produce, si es el continente donde más cerveza se consume, siendo República Checa, Austria y Alemania los tres primeros en el ranking respectivamente. Aproximadamente, en 2020, están registradas unas 9.200 empresas activas en Europa, siendo esta la razón de que sea considerado como una de las grandes potencias de la industria cervecera mundial. Aunque ningún país de estos aparezca en los 4 primeros puestos a nivel mundial, como se ha mencionado antes en la Figura 2, dos industrias cerveceras europeas encabezan dos de las cuatro empresas más grandes en ese ranking y ambas con un compromiso medioambiental.

En la Figura 3 se observa que el país que más cerveza produce es Alemania, con la cantidad de 8.703 millones de litros, seguido de Polonia y España los cuales no alcanzan ni la mitad de esta cantidad.

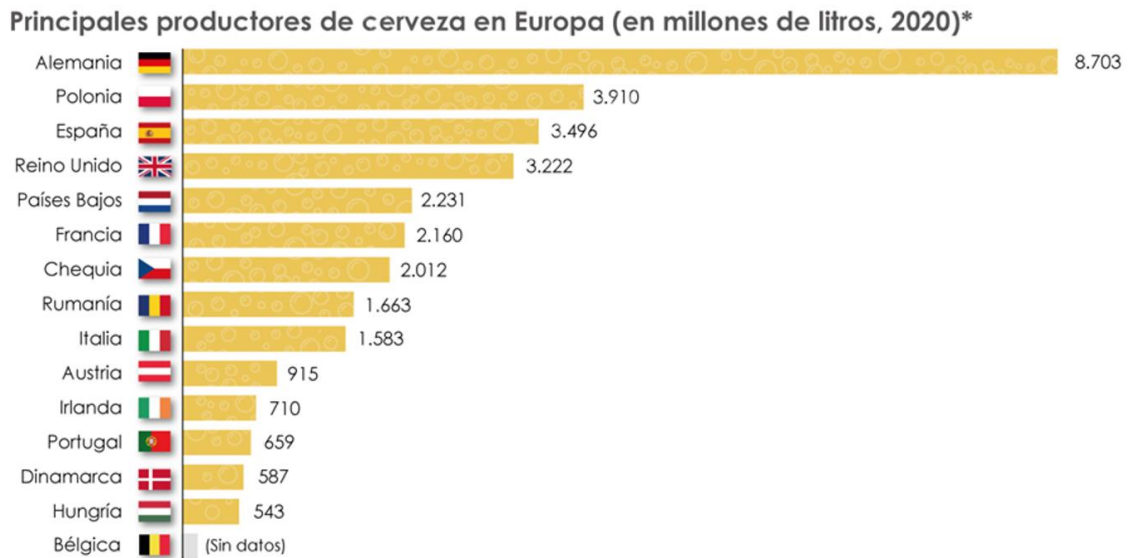


Figura 3.-Principales productores de cerveza en Europa. (Marín, 2022).

3.4. El sector en España:

En España se comercializaron 33,3 millones de hectolitros en el año 2020, cantidad inferior al año anterior debido al caso excepcional de la pandemia, por lo que se puede deducir de años anteriores que en condiciones normales se comercializa una cantidad que ronda aproximadamente los 40 millones de hectolitros (Cerveceros de España, 2021). A nivel europeo, España ocupa el tercer puesto en cuanto a producción de cerveza y a nivel mundial es el décimo productor de cerveza como se puede apreciar en las Figuras 2 y 3.

Se observa en la Figura 4 que las tres empresas más exitosas en este momento son Mahou, Heineken y Damm. Las tres tienen en común su compromiso con el medioambiente y sus referencias al cambio climático y como combatirlo, información que se puede encontrar fácilmente en sus respectivas páginas webs.

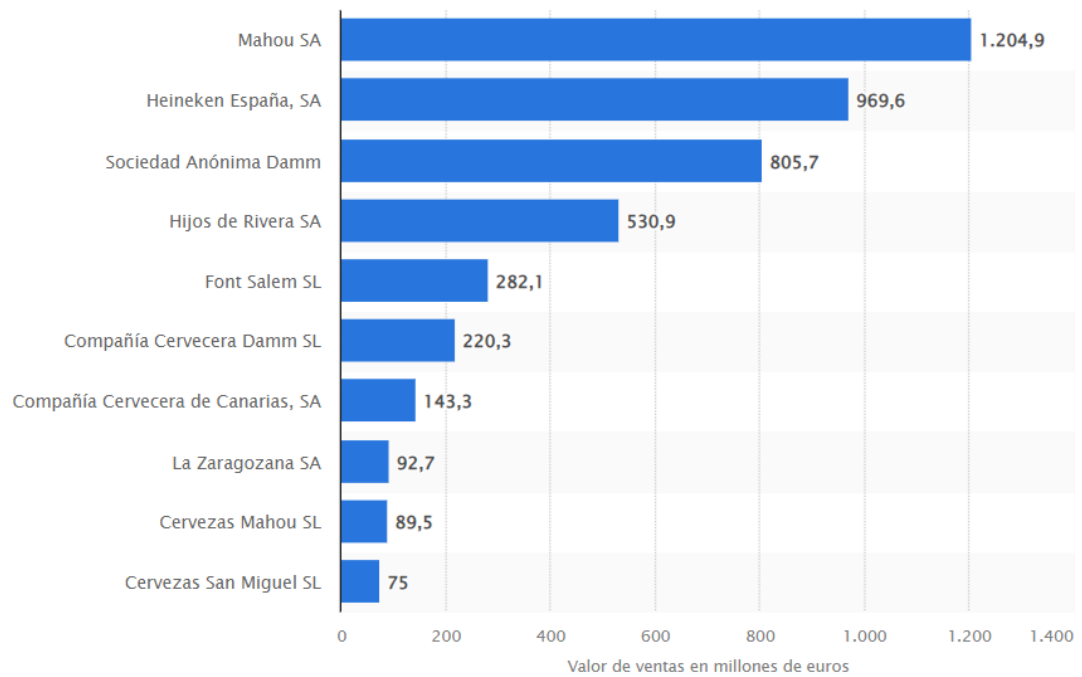


Figura 4.-Principales empresas españolas que se dedican a la fabricación de cerveza en España en 2019, por facturación. (Orús, 2021).

Sociedad Anónima Damm se comprometió en 2020 a disminuir su Huella de Carbono gracias a la iniciativa europea Lean & Green, impulsada en España desde la Asociación Española de Codificación Comercial (AECOC), que consiste en reducir su impacto de los procesos logísticos en la emisión de gases de efecto invernadero. Esta industria pretende cambiar sus vehículos por unos eléctricos e implantar nuevos sistemas de embalaje sostenible entre otras medidas.

Además de lo anteriormente mencionado, en su propia página web se indica que Heineken España obtuvo un premio por parte de Lean & Green por su compromiso con la reducción de emisiones de CO₂ el 24 de noviembre de 2020 (Mahou San Miguel, 2021). Se recalca de igual manera que esta industria pretende ser la primera cervecera española en conseguir 0 emisiones en 2025, reduciendo su Huella de Carbono en toda la cadena de valor. En su Informe de Sostenibilidad dejan claro que tienen como objetivo una economía baja de carbono ya que llevan evaluando sus emisiones de CO₂ generadas en el desarrollo de las diferentes actividades de la compañía desde hace tiempo. Indica

además que su último año de cálculo de la Huella de Carbono fue en 2019 a nivel global incluyendo las emisiones de Heineken España.

Por su parte, Mahou, compañía española que lidera el sector cervecero del país, se unió el 20 de septiembre de 2021 a The Climate Pledge, iniciativa de Amazon y Global Optimism que consiste en alcanzar el Acuerdo de París con diez años de anterioridad y ser netos en emisiones de carbono para 2040. Como las dos industrias anteriores, Mahou San Miguel tuvo su acercamiento con Lean & Green ya que recibió un reconocimiento por su reducción de emisiones. También cabe mencionar su plan estratégico de Sostenibilidad “Vamos 2030”, en el cual invertirá más de 220 millones de euros para poder lograr ser carbono neutral en 2040 y reducir en dos dígitos su consumo de agua y Huella de Carbono para 2030. Su participación con la Huella de Carbono no empieza ahí ya que desde 2014 participó en el programa “Carbon Neutral Pallet” de CHEP donde logró evitar la emisión de 1.850.281 kg de CO₂ a la atmósfera. En su última Declaración Ambiental de 2020 (Mahou San Miguel, 2021) se hacen varias menciones a su Huella de Carbono y su compromiso ya que en 2015 se convirtieron en la primera empresa de alimentación y bebidas en obtener el sello Calculo y Reduzco del Registro español de Huella de Carbono que otorga el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Desde 2013, Mahou San Miguel ha calculado su Huella de Carbono en los Alcances 1+2, siendo así “verificado” y a partir de 2014 comenzó a “reducir” según los datos de la página oficial del ministerio, donde están registradas 5.409 huellas de carbono inscritas y 2.277 organizaciones hasta el momento (Ortiz Laseca, 2020).

Revisando el anteriormente citado documento (Ortiz Laseca, 2020), otra industria cervecera que aparece es Estrella de Levante calculando su Huella de Carbono desde 2016 en los Alcances 1+2 y 3. Gracias a ello recibió el doble sello Calculo y Reduzco otorgado por la Oficina de Cambio Climático (OECC) del Ministerio de Transición Ecológica a las organizaciones que calculan su Huella de Carbono y consiguen “reducir” su impacto en emisiones de gases de efecto invernadero en 2021. Estrella de Levante tuvo una Huella de Carbono relativa en los alcances 1+2 de 3,7 tCO₂/1.000 hl consiguiendo así el sello de Calculo en el año 2019.

Otra empresa que perseguía el objetivo de conseguir la neutralidad en carbono es Hijos de Rivera, la cual aparece en cuarto lugar en la Figura 4. En 2019, esta empresa obtuvo el sello de Calculo gracias a tener una Huella de Carbono relativa en los alcances 1+2 de 2,8 tCO₂/1.000 hl en su fábrica de A Coruña. Dicha empresa asegura que gracias a la instalación de energías más limpias y el apoyo a proyecto de conservación forestal consiguieron la neutralidad en carbono en la fábrica de cerveza, en los tres manantiales de agua mineral y en sus empresas ubicadas en Málaga, Portugal y Brasil en el año 2021. Las medidas utilizadas por esta empresa fueron su propia generación de biogás, uso de energías renovables, instalación de plantas fotovoltaicas, uso de vehículos híbridos y a sustitución de equipos en los clientes por modelos más eficientes.

Cabe destacar que la empresa La Zaragozana, puesto número 8 en la Figura 4, se sumó a la iniciativa CeroCO₂, creada por la Fundación Ecología y Desarrollo, para calcular su Huella de Carbono en la elaboración de su producto Ámbar Triple Zero auditado por AENOR y que fue registrado en la Oficina del Cambio Climático del Ministerio de Transición Ecológica y Reto Demográfico. En el año 2020, obtuvo una Huella de Carbono relativa en los alcances 1+2 de 8,6 tCO₂/1.000 hl en su fábrica de Aragón.

La Asociación de Cerveceros de España se comprometió a minimizar su impacto medioambiental con un plan de actuación a cumplir en los próximos años mediante buenas prácticas de uso de materiales reutilizables y reciclables, además, de que el 76% aproximadamente de la producción cervecera española tiene sistemas de gestión ambiental. Entre sus cinco compromisos, con un horizonte de cumplimiento a 2025, está el de reducción de la Huella de Carbono en el que se desea reducir un 15% los de gases de efecto invernadero.

Desde Cerveceros de España se han establecidos diversos objetivos en los que participan empresas como Hijos de Rivera, Compañía Cervecera de Canarias, Grupo Agora, Antiga, Espiga, Mahou San Miguel, Heineken, Damm, Maltman, La Sagra, La Rúa, Rosita, Rocker Beer, etc. Dentro de estos objetivos, está el de reducción de Huella de Carbono en el que se especifica que debe ser en toda la cadena de valor para apoyar al cumplimiento del acuerdo climático de París.

Las empresas mencionadas anteriormente, entre otras, se han comprometido a calcular su Huella de Carbono teniendo en cuenta los Alcances 1,2 y 3 del GHG Protocol (Protocolo de Gases de Efecto Invernadero), la reducción de un 15% en el ratio de emisiones de gases de efecto invernadero en los centros de producción contrastando con 2018 y en los procesos logísticos, un 60% de los equipos de frío en el punto de consumo incorporen sistemas de alta eficiencia energética y libres de hidrofluorocarburos, adhesión del 100% de los productores a la iniciativa Lean & Green, alcanzar el 99% de los residuos valorizados, aumentar un 40% de las compras que incorporan requerimiento ambientales y reducir un 40% en el valor de la tasa de residuos no valorizados en comparación con 2018.

Las magnitudes en el año 2018 fueron: un 32% de la producción total fue sometida a estudio en los Alcances 1,2 y 3, las empresas incrementaron en un 48% el volumen de compras que incorporan criterios ambientales desde 2016 y se ahorraron más de 90.000 toneladas de CO₂ al año por la compra de energía renovable. También cabe destacar que hubo una adhesión del 87% a Lean & Green respecto al volumen total de cerveza puesta en el mercado, se realizaron más de 125 millones de euros en compras que incorporan criterios ambientales equivalentes a un 30% del total y se incrementó en un 31% las compras locales desde el 2016.

Cabe destacar que desde el sector se propusieron dos medidas para la reducción de los impactos de la cadena de valor en los cuales está el desarrollo de medidas como la compra de envases a vidrieros locales, cumpliendo los requisitos técnicos, y el impulso de acuerdos con los proveedores de envases para la adopción de prácticas sostenibles en su proceso de producción. Esto se debe a que el sector, gracias al análisis de Huella de Carbono, ha podido identificar las diferentes etapas de la cadena de valor que producen emisiones y por lo que se debe definir las medidas de actuación. Esta es la razón por la cual se han promovido las prácticas sostenibles involucrando a los proveedores en dicha estrategia de sostenibilidad de sus compañías y compartiendo con ellos buenas prácticas. Se destacan entre las medidas el estudio de análisis de vida del producto mediante un acuerdo con los proveedores, la adopción de criterios

ambientales en la homologación de proveedores, la firma del Código de Conducta y su posterior evaluación y el fomento del aprovisionamiento de materias primas de fuentes locales para evitar el transporte de las mismas.



Figura 5.- Mapa de centros productivos por provincia. (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico y Cerveceros de España, 2020).

Gracias a la Figura 5, se puede observar la distribución de la producción de las 6 grandes marcas de grupos cerveceros, en naranja los asociados a través de Asociación Española de Cerveceros Artesanos Independientes y en gris el número de pequeñas

cerveceras, además de poder relacionar la localización con la predominancia regional. Este mapa permite hacerse una idea de lo que genera cada marca en emisiones de CO₂ a la atmósfera en transporte ya que se tiene en cuenta la economía de escala de estos grupos cerveceros por la cual son capaces de distribuir sus productos a cualquier punto de la geografía nacional. Mientras que la industria cervecera más importante en España, Mahou San Miguel, tiene fábricas en lugares estratégicos, Damm tiene situadas sus fábricas solo por la zona costera por lo que las emisiones asociadas al transporte serán mucho mayores en comparación con la otra empresa cervecera.

Todas las industrias mencionadas hasta el momento eran grandes compañías. Ahora se procederá a dar un enfoque más orientado hacia las cerveceras artesanales, ya que hablar de sostenibilidad en este sector, da un valor añadido a la fabricación en las cerveceras más pequeñas. Gracias a este motivo, diversas cerveceras artesanales buscan la manera de sumarse y luchar contra el cambio climático.

Teniendo un enfoque más global, se pueden destacar dos de los casos más relevantes en este sector. En primer lugar, se debe mencionar a la cervecera artesanal de California North Coast Brewing Company que fue certificada dentro del programa TRUE Zero Waste certification program cuyo objetivo se centra en conseguir cero residuos para reducir su Huella de Carbono. La otra mención es para la fábrica local de Wiltshire, Reino Unido, ya que reduce su Huella de Carbono gracias a cultivar su propia cebada y el uso de malteadores locales además de distribuir la cerveza cerca de la zona.

En España, hay aproximadamente 420 fábricas artesanales de las cuales, el 26% están en Cataluña. Los datos del Informe de la Cerveza Artesana e Independiente arrojan un crecimiento del 79,58% en la producción de cerveza artesana desde el año 2015 hasta 2019, pasando de los 12,4 millones de litros a los 22,4 millones como se observa en la Figura 6. En 2020 hubo un descenso de esta cifra con un 21,89% ya que se elaboraron 17.498.475 litros en el conjunto de las cerveceras artesanas de España, una cifra ocasionada especialmente por la pandemia del COVID-19 ya que el año anterior se elaboró una cifra claramente superior de la cual se esperaba su crecimiento en los siguientes años.

La mayor parte de las cerveceras artesanales son de pequeño tamaño y tienen una influencia local, pero debido a que ha habido un aumento del negocio on-line y que lanzan una gran variedad de productos para poder así cubrir la mayor parte de clientes a su alcance, han podido aumentar sus ventas. Estas razones son las dos principales para poder entender porque el mercado de la cerveza artesanal ha crecido estos años.

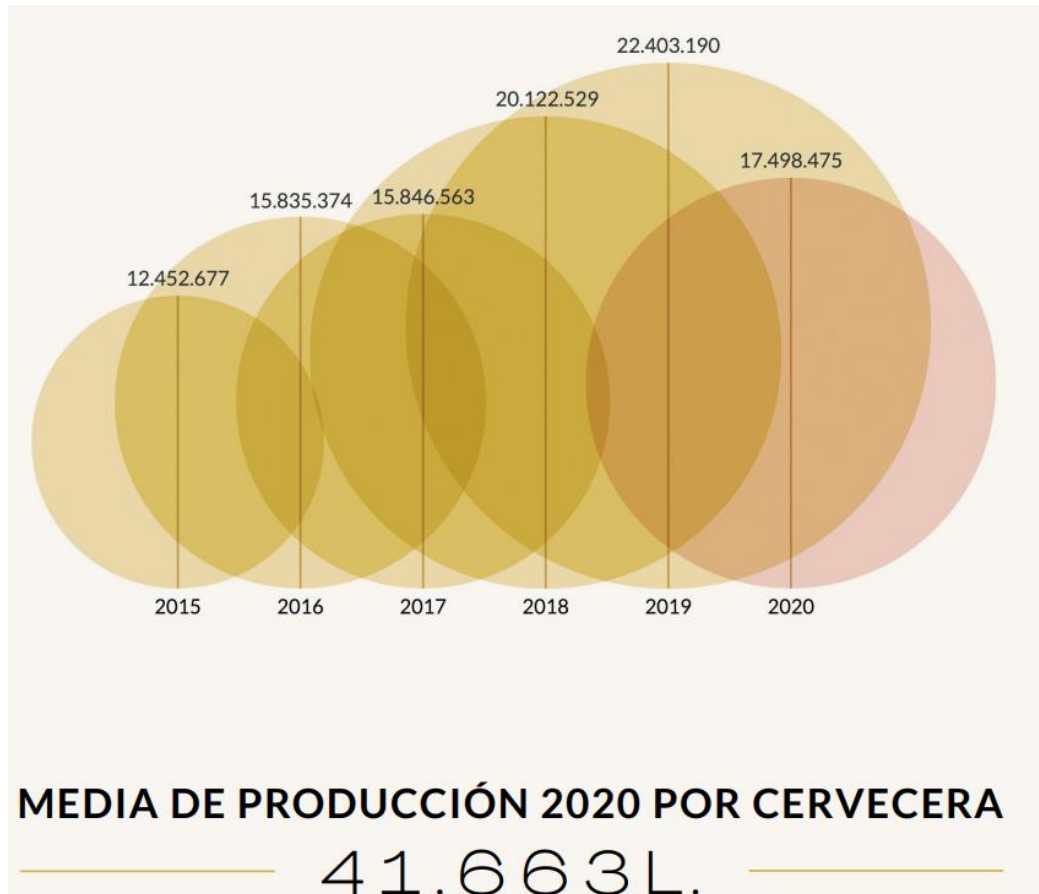


Figura 6.- Producción de cerveza artesanal desde 2015 hasta 2020 en España.

(Asociación Española de Cerveceros, 2021).

Gracias a que la Asociación Española de Cerveceros Artesanos Independientes quiso formar parte de Cerveceros de España, muchas cerveceras artesanales como Octavo arte, Mond, AS cerveza artesana o Antiga, están comprometidas con la Huella de Carbono y tiene la intención de conseguir los objetivos previamente mencionados.

La cervecería Masclatá, en Valencia, fue la primera cerveza artesana de España con la certificación Kilómetro Cero al haber acreditado su fabricación, cadena de suministro

y logística, conforme a los requisitos de la Norma Técnica NI-27004 de productos de proximidad y de elaboración responsable. Este referencial se certifica conjuntamente con la Norma UNE ISO 14064:2013 que mide los gases de efecto invernadero, por tanto, la Huella de Carbono, permitiendo identificar la elaboración de productos de calidad con un acreditado respeto al medio natural.

3.5. Huella de Carbono como fuente de ingresos:

Además de los beneficios de calcular la Huella de Carbono de los que ya se ha hablado como la reducción de costes, mejorar la eficiencia energética y las reducciones de las emisiones de gases de efecto invernadero, se destaca la oportunidad de mejorar la imagen de la marca tanto como su reputación antes los clientes consumidores e inversores. Esto permite que la empresa en cuestión tenga una publicidad positiva con sus reconocimientos, premios y aparición en prensa que suele estar referenciada en la página web de cada empresa.

3.6. Conclusión:

Se ha comprobado la gran magnitud del sector cervecero y la importancia de su producción, por lo que el impacto en conjunto es significativo respecto a los gases de efecto invernadero que se emiten. Tanto a nivel mundial, europeo y nacional se puede ver que hay una gran concienciación medioambiental en dicho sector. La mayor parte de las industrias cerveceras más grandes e importantes tienen la Huella de Carbono calculada o están comprometidas de alguna manera para poder ayudar al medio ambiente. Esta información es fácil de encontrar ya que aparece en sus páginas oficiales debido a que es una publicidad positiva para ellos. En cuanto a las cervecerías artesanales, les es más complicado que a las grandes empresas conseguir dicho cálculo, ya que no cuentan con un equipo de gestión ambiental. Sin embargo, la mayoría de estas cervecerías venden localmente por lo que sus emisiones indirectas de GEI de transporte son muy bajas además de que su producción también es inferior. Cabe destacar que gracias a la unión de Asociación Española de Cerveceros Artesanos Independientes se

les da a estas empresas artesanales la oportunidad de unirse al caculo de Huella de Carbono, poder certificarlo y dar prestigio a su empresa.

4. Material

4.1. Materias primas

Las materias primas esenciales para la elaboración de la cerveza son agua, cebada malteada, lúpulo y levadura. En ciertas ocasiones también puede llevar otros ingredientes como el arroz, el trigo, el centeno, la avena y el maíz.

Agua:

Es el componente mayoritario representando entre un 85 y un 92% de su composición. Se estima que para 1L de cerveza se calcula que se han necesitado 7L de agua. Hay tres minerales en el agua que afectan ligeramente al sabor de la cerveza y a su proceso de elaboración: calcio, magnesio y sulfuro. También el pH del agua tiene una importancia decisiva sobre la elaboración. Un pH excesivamente básico o ácido puede crear inconvenientes en la cerveza, el pH ideal ronda sobre valores inferiores a 7. Para mejorar la calidad es importante realizar la decloración del agua. Gracias a la tecnología, se ajusta el contenido mineral del agua añadiendo y quitando compuestos para prepararla antes de comenzar su elaboración y poder obtener el resultado del estilo buscado.

Normalmente se recomienda usar aguas blandas con poco contenido en sales, aunque hay excepciones ya que hay algunos tipos de cerveza que necesitan más sulfatos.

En la Tabla siguiente se pueden observar varios ejemplos de las distintas propiedades del agua según el tipo de cerveza que se esté produciendo y como varían entre todas:

Tabla 2.- Propiedades del agua. (Albert, 2012).

TIPO	HCO ₃ ⁻	Na ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺
"Pale Ale"	200	24	36	800	294	24
"Mild/Bitter Ale"	160	100	60	80	50	20
"Pilsner"	15	2	5	5	7	2
"Stout/Porter"	200	12	19	55	115	4
"Lager alemana"	180	2	60	120	75	18
"Ale belga"	76	37	57	84	90	11

Cebada malteada o malta:

La cebada malteada es el grano más usado en la elaboración de cerveza. La cebada malteada es uno de los ingredientes esenciales dentro del proceso cervecero, ya que aporta color, aroma, dulzor y sabor a la cerveza y en conjunto con la levadura aporta alcohol, CO₂, cuerpo y textura. La malta necesaria para la obtención de 100 litros de cerveza varía entre 17-20kg a nivel industrial, a nivel artesanal puede superar los 25kg (Boto Fidalgo y Boto Ordoñez, 2017). El malteado de la cebada es el comienzo del proceso de producción de la cerveza y su intención es potenciar la formación de enzimas que facilitan su fermentación, lo que aporta el bajo contenido alcohólico, manteniendo las características que le dan origen. También posee sustancias nitrogenadas que desarrollan un papel importante en la formación de espuma.

En la Tabla 3 se pueden apreciar los distintos tipos de maltas existentes. Estos se dividen en dos grandes grupos: la malta base y las maltas especiales.

Tabla 3.- Tipos de Malta.

TIPO DE MALTA	DESCRIPCIÓN
Malta base:	
American 2-row	Contiene un gran porcentaje de azúcar que es convertido fácilmente en alcohol.
Maltas especiales:	
Aromatic	Se añaden en pequeñas cantidades. Agrega sabores y aromas maltosos y un color cobre o ámbar oscuro.
Pale wheat	Su uso es normalmente para cervezas de trigo como hefeweizen o wit. También son usadas en pocas cantidades para retener la espuma de la cerveza.
Cara-pils	Malta procesada especialmente para aportarle cuerpo y espuma a la cerveza sin afectar su sabor y aroma.
Black patent	Se usa en cervezas negras como porters y stouts y se caracteriza por dar un sabor tostado con notas de café. Esta es la más oscura de todas las maltas.

Lúpulo:

Es el ingrediente que aporta el sabor amargo a la cerveza y aromas dependiendo de la variedad, el momento de adición y si su forma (pellets o flor). Para la fabricación se utilizan los conos femeninos de la planta, ya que contienen aceites esenciales y resinas amargas, este conjunto forma la lupulina. El lúpulo se puede dividir en dos categorías: lúpulo amargo y lúpulo aromático, aunque también existen los lúpulos mixtos que pueden ofrecer estas dos características, pero menos notorias. Los cambios en el amargor u olor se deben al hervido del mosto cervecero en el cual la flor segrega resinas (humulonas) que son alfa ácidos y que, al entrar en contacto con la alta temperatura durante el hervor del mosto durante 60 minutos aproximadamente, se vuelven iso-alfa ácidos a través de una reacción llamada isomerización. Además, el lúpulo tiene taninos que es lo que da ese sabor final a la cerveza y es considerado como un gran bactericida que ayuda a la cerveza a prolongar el tiempo de vida por evitar su

descomposición por culpa de las bacterias del proceso productivo. Dependiendo de la composición del suelo, las horas de sol recibidas durante su crecimiento y la humedad a la cual estuvo expuesta, sus propiedades pueden cambiar radicalmente.

Anteriormente se agregaban los conos del lúpulo al proceso, pero ahora, gracias a la evolución de la elaboración de la cerveza, se pueden usar los denominados “Pellets”. Estos son conos molidos y deshidratados que vienen en forma de cilindros de 1cm de largo por 4mm de ancho aproximadamente.

Dependiendo del diseño de la cerveza el lúpulo es agregado en diferentes etapas: al final del hervor del mosto, durante el proceso de enfriado del mosto, antes de ser vertido en la pila de fermentación, durante la fermentación y a continuación de la fermentación antes de 3-5 días antes del embotellamiento.

Teniendo en cuenta únicamente el aporte de amargor a la cerveza, la cantidad de lúpulo puede variar de menos de 40 gramos a más de 250 gramos por 100 litros de cerveza. Para una cerveza de amargor tipo medio, utilizando solo lúpulo para dar amargor, con un contenido de un 12% de a-ácidos, se pueden necesitar aproximadamente 80 gramos para la elaboración de 100 litros de cerveza (Boto Fidalgo y Boto Ordoñez, 2017).

Levadura:

Son los seres unicelulares que se encargan de transformar los azúcares provenientes de la malta en alcohol y CO₂. Esto se lleva a cabo en los tanques de fermentación, en donde se tiene que cuidar detenidamente la temperatura. Existen muchos tipos de levaduras, las dos más populares para elaborar cerveza son la “*Saccharomyces cerevisiae*”, ideal para elaborar cervezas de la familia Ale en una fermentación con temperaturas entre 14 a 25°C, y la “*Saccharomyces pastorianus*” o la “*Saccharomyces carlsbergensis*” para la familia Lager en una fermentación entre 6 a 10°C. Normalmente, las cervezas industriales se elaboran con levaduras para Lager y por el contrario, las cervecerías artesanales suelen utilizar levaduras para Ale ya que es más alto el nivel de dificultad de mantener la temperatura a 6-10°C que a 14-25°C. La

levadura necesaria para la obtención de 100 litros de cerveza depende del tipo de fermentación y la forma de presentación de las levaduras (Boto Fidalgo y Boto Ordoñez, 2017).

Siguiendo la normativa vigente de calidad de la cerveza, las levaduras deben ser seleccionadas para su uso en la elaboración de la cerveza. Sin embargo, se conocen algunas cervezas en las cuales su elaboración participan levaduras de presencia no controlada.

También puede haber otros ingredientes como frutas en forma de zumo o jarabe para crear una segunda fermentación, plantas como el cáñamo, a castaña o el romero entre otras, especias como el jengibre y nuez moscada, y la miel.

Las materias primas se mantienen en silos de almacenamiento, normalmente de acero u hormigón de base cónica, a 10- 15°C y baja humedad con el objetivo de prevenir el desarrollo de los posibles microorganismos contaminantes.

Desde hace más de 25 años, el sector cervecero colabora en la financiación de la innovación en el campo español a través de la Red de Ensayos, que trabaja por mejorar la calidad y el rendimiento de la materia prima en España para así poder aportar un mayor valor en la producción de cerveza, y una mejor rentabilidad para los agricultores. Esta actividad se desarrolla con la colaboración con el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación en los centros públicos de investigación de Andalucía, Aragón, Castilla-La Mancha, Castilla y León, la Comunidad de Madrid y Navarra.

4.2 El uso de enzimas

Las enzimas son catalizadores biológicos complejos de naturaleza proteica, que inducen sin ser modificadas por ellas ni aparecen en el producto final. Se puede clasificar el uso de las enzimas por tipo, zonas de fabricación y donde se pueden usar. Las enzimas usadas para la elaboración de la cerveza se activan y desactivan bajo unas condiciones determinadas que son manipuladas gracias al proceso de maceración. Las enzimas que intervienen en la elaboración de la cerveza se crean en el interior del grano. Estas rompen el almidón del grano y permiten el acceso del brote al azúcar como alimento.

Gracias a ellas se puede convertir la malta molida en un líquido dulce durante el macerado.

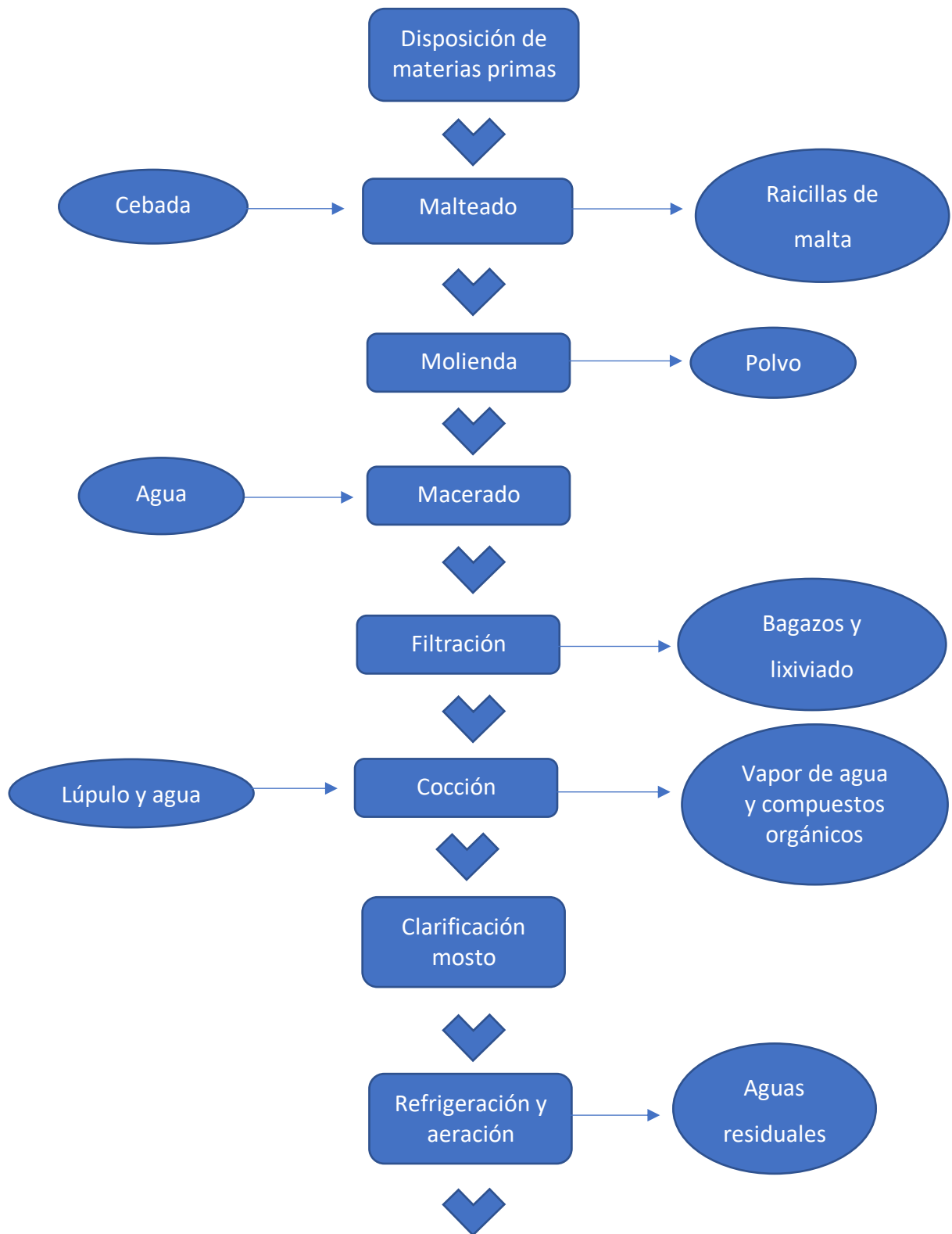
La malta de cebada antiguamente solía ser la fuente esencial de las enzimas, pero esto ha cambiado en la actualidad por ser una materia prima de elevado coste debido a la energía y el tiempo necesario. Para solucionar esto, hoy en día se utilizan materiales no malteados preparados con granos de cereales como arroz o maíz. Pero este cambio supone el problema de que no tienen el número adecuado de enzimas comparado con la malta de cebada, pero también se encuentran ventajas como poder usar otros tipos de grano como el sorgo o el trigo, el aumento de la filtrabilidad del mosto y la cerveza debido al uso de beta-glucanasas, reducción del tiempo de maduración usando la enzima ALDC evitando así la formación de diacetilo o fabricar nuevos tipos de cerveza con una atenuación más alta.

Las enzimas comerciales más habituales utilizadas en el proceso productivo de la cerveza son:

- Las alfa-amilasas: su uso corresponde al licuado o degradado del almidón en moléculas de menor tamaño.
- Las beta-glucanasas: estas degradan los beta-glucanos que contienen las paredes de las células vegetales.
- Las proteasas: su uso es el degradado de las proteínas y obtener compuestos proteicos de bajo peso molecular para el alimento de las levaduras durante la fermentación.
- Las alfa-acetolactato descarboxilasa: gracias a ellas se acelera la maduración de la cerveza ya que reduce la formación de compuestos de “bouquet verde” durante la fermentación.

También existen otras como la pentosanas, glucosidasas, xilanasas o pululasanas.

4.3. Descripción de los principales procesos productivos de la industria cervecera.



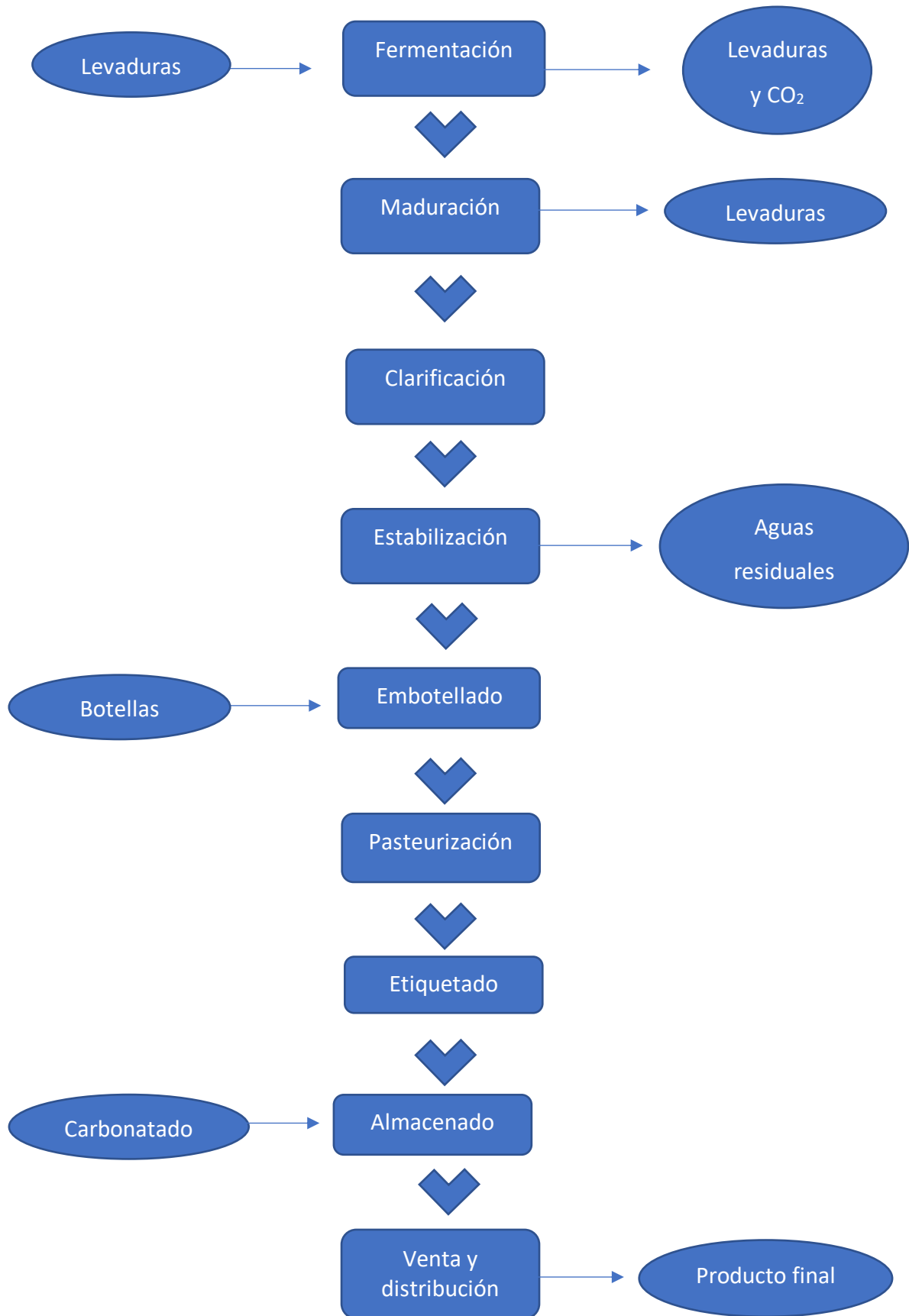


Figura 7.- Diagrama básico de flujo del proceso de una industria cervecera.

Recepción de materias primas:

El proceso comienza con la recepción de las materias primas en el edificio a través de camiones y se almacenan en lugares correctos, con una temperatura adecuada para su uso posteriormente.

Cuando la materia prima llega a los almacenes, debe realizarse un control de calidad en el que se comprueba el olor, el color y el tamaño del grano. La humedad debe estar comprendida entre el 11% y 13% o deberán de ser secados antes de almacenarse en silos con las condiciones adecuadas.

Respecto al almacenamiento de la distinta materia prima, es necesario que estén en lugares frescos, secos y alejados de la luz del sol y no suele superar las 6 semanas debido a la inactividad del germen. Tanto el lúpulo como la malta se ven degradados por la humedad la luz y el calor ya que puede causar moho, insectos o contaminación. Ambas materias primas se deberían almacenar en un refrigerador. El oxígeno también degrada el lúpulo, por lo que para protegerlo es necesario almacenarlo en un contenedor que evite dicho contacto, por eso casi todos los distribuidores lo suelen envasar al vacío y en bolsas de aluminio cerradas.

Malteado:

Hay diversos tipos de granos de cereales que pueden ser objeto del malteado como el maíz, el trigo o el sorgo, sin embargo, los de cebada son los que mejor resultado dan y por ello los más utilizados. La cebada tiene unas ventajas a tener en cuenta como el factor de ser más rica en almidón, que es la sustancia que da origen al extracto fermentable, contener más proteínas que proporcionan los aminoácidos necesarios para el correcto desarrollo de la levadura, y por ultimo las sustancias nitrogenadas que ayudan en la formación de la espuma.

El malteado es el proceso de germinación del grano que se interrumpe dando paso a los procesos de secado y tostado. El objetivo es obtener el almidón y las enzimas (en su mayoría alfa-amilasa y beta-amilasa) a la vez. Estas transforman el almidón en maltosa.

Existen distintos parámetros que influyen en el proceso del malteado como el tipo de grano, la humedad, la temperatura y el tiempo que el grano pasa en cada una de las 4 fases del proceso: remojo, germinación, secado, tostado y desgerminación.

Remojo: Se aumentan los niveles de humedad entre un 35%-50% para conseguir así la activación enzimática. Primero se sumergen los granos a aproximadamente entre 15-20°C y oxigenando el agua con frecuencia para que el embrión no se ahogue. A continuación, se retira el agua y comienza la etapa de descanso, donde los granos reposan durante dos o tres días con unas condiciones de humedad y temperatura óptimas para que así el grano pueda germinar. La ventilación debe ser frecuente para que no haya una concentración de CO₂.

Germinación: El embrión comienza a germinar una vez finalizada la etapa de descanso. Gracias a este proceso, las proteínas se descomponen en aminoácidos y las paredes de las células en almidón y beta-glucanos. Los granos se extienden con una humedad y ventilación adecuadas para que este germine. El proceso debe tener una duración de aproximadamente unos 4-5 días para poder obtener así la malta verde.

Secado y tostado: El proceso de germinación es interrumpido para secar la malta verde en tambores de secado. El porcentaje de humedad se reduce entre 2-3% para las maltas más claras y 4-4,5% para el resto. Cuanto mayor sea la fase de secado, menor será la actividad enzimática de la malta, por lo que dependiendo del tipo de malta que queramos obtener, el tiempo de la fase variara.

Desgerminación: Después de haber secado el grano en la fase anterior, se deben retirar las raíces y tallos producidos en la germinación. Los restos se pueden aprovechar para el consumo por animales debido a su alto contenido en proteínas.

El proceso dura 6-7 días y durante este tiempo se produce el crecimiento de las raicillas de malta, primer subproducto generado de la elaboración. Estos subproductos se separan del grano o malta, por medio de unos rodillos especiales.

Molienda:

El objetivo de la molienda es aumentar la superficie de contacto entre los granos de malta y el agua en el proceso de macerado. Esto se consigue rompiendo el grano, si es posible de manera longitudinal, y separándolo de su endospermo, pero respetando la cáscara o envoltura y provocando la pulverización de la harina. El proceso se puede realizar en seco o en húmedo. La malta es comprimida entre dos cilindros, pero evitando destruir la cáscara lo menos posible pues ésta servirá de lecho filtrante en la operación de filtración del mosto y en otras operaciones. El endospermo a su vez es desintegrado para que se exponga al proceso enzimático durante el macerado.

El grosor de la molienda dependerá del tipo de equipo utilizado para la filtración del mosto. El grano se debe moler de una forma muy específica dependiendo de la finalidad e industria. En la fabricación de cerveza artesanal no se debe moler fino, sino que es recomendable moler de tipo grueso, debido a que, si no se obtendría una especie de harina, que al ser mezclada con el agua caliente crearía una pasta que dificultaría el manejo y no se podría extraer el azúcar correctamente. Al contrario, en procesos industriales se suele moler lo más fino posible para así aprovechar mejor la malta debido a la mayor eficiencia por tener más azúcares fermentables, mayor atenuación en la fermentación y mayor producción de alcohol.

Al finalizar el proceso se consiguen fragmentos de granos que contenían almidón y amilasa y la cascarilla de los granos.

La molienda es un proceso mecánico gracias al cual se mejoran las conversiones químicas y biológicas, la composición cualitativa del mosto y la eficiencia de extracción.

Tipos de moliendas:

Molienda seca: En este tipo de molienda se muele el grano entero, incluyendo la cascara. El tipo de molienda que se aplique determinará el tamaño de partícula y el grado de ruptura de la cascarilla. Se almacena en depósitos intermedios antes de ser añadidos a la cuba de maceración.

Molienda con sistema de humectación de cascarilla: A fin de minimizar el daño de la cáscara durante la molienda se desarrollaron sistemas de humectación de la misma que consisten en humedecer la malta antes de molerla para hacer su cáscara más flexible, lo que permite que pueda pasar entre los rodillos sin romperse.

Molienda húmeda: También llamado “Wet Milling” es el sistema en el que la malta es previamente mojada con agua a una temperatura entre 30°C y 50°C para que la cascara se hidrate y se vuelva más flexible. El agua es recirculada hasta alcanzar una hidratación del grano uniforme, que suele producirse tras un tiempo de 15 a 30 minutos.

Posteriormente se pasa el grano por un molino de un solo par de rodillos y el endospermo se muele por completo, pero la cascará queda completamente intacta. Después de la molienda del grano, la harina resultante se mezcla con agua y se envía directamente a la cuba de empaste o maceración. La molienda húmeda es ventajosa porque da como resultado una combinación de cáscara entera y partículas más pequeñas de endospermo que acelera el proceso de macerado y facilita la obtención de extractos más altos.

Maceración:

Es el proceso por el cual se mezcla la malta molida con agua a una temperatura determinada que suele oscilar entre los 55 y 67 °C. Con esto se consigue que se disuelvan los almidones y los componentes solubles en el agua. Cuando ya estén disueltos, será la temperatura del agua la que condicione las diferentes enzimas que pueden actuar sobre los almidones produciendo diferentes tipos de azúcares fermentables y no fermentables, así como otros componentes secundarios de mayor o menor importancia para el proceso de elaboración de la cerveza.

El extracto es el conjunto de los componentes de la malta disueltos en el agua que se obtiene en la maceración. Este contiene azúcares fermentables, nitratos de aminoácidos, minerales, vitaminas y nutrientes para la levadura. Se consigue aproximadamente que de la cantidad inicial de malta molida se disuelva en agua entre 75-80% de su extracto. Se dice que una maceración esta correctamente realizada cuanto

mayor es este porcentaje. Gracias a las temperaturas, el espesor del empaste, el pH, que suele estar entre 4,5 y 5,8 y por los tiempos empleados se pueden hacer diferentes variedades de maceración para obtener diferentes tipos de cervezas. Con una temperatura demasiado alta, se destruirían las enzimas o las dejará inactivas y una temperatura demasiado baja, no conseguirá activarlas lo suficiente. La temperatura tiene un papel muy importante por como activa a las enzimas beta-amilasa y alfa-amilasa como se observa en la Figura 8.

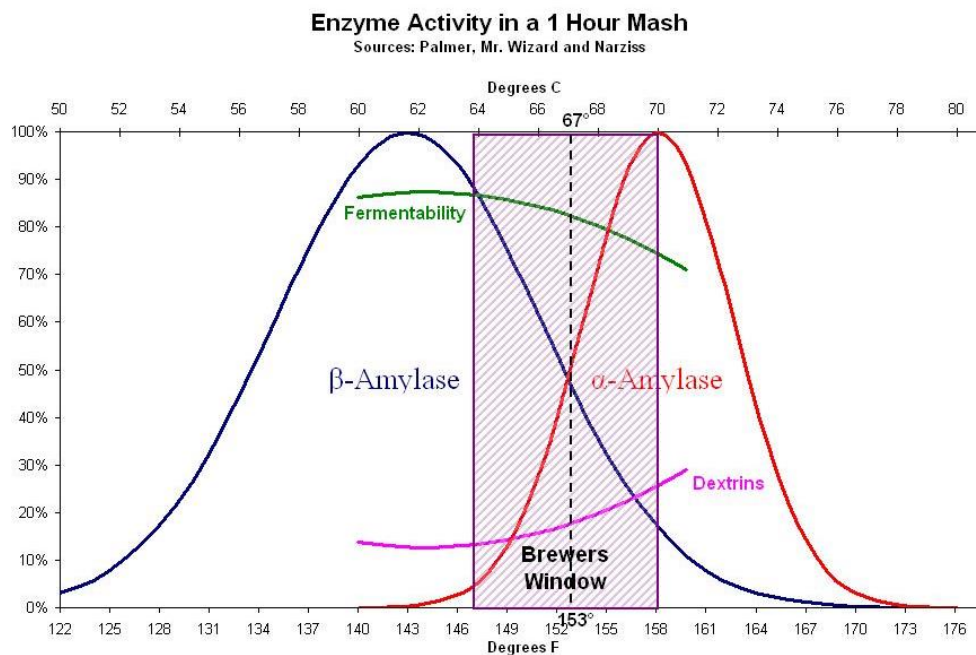


Figura 8.-Actividad enzimática en 1 hora de macerado. (McWhirter, 2012).

En la Figura 8 podemos observar que las temperaturas idóneas para cada enzima tienen aproximadamente 8°C de diferencia. La denominada “ventana del cervecero” indica los límites que pueden ser variados para conseguir un mejor rendimiento de una que de otra o mantenerse en los 67°C donde ambos rendimientos se encuentran en el 50%.

La glucosa es el primer azúcar que la levadura fermenta, después le sigue la maltosa, y una vez fermentada está en su totalidad, la levadura fermenta la maltotriosa. Las dextrinas no son fermentadas y son las que contribuyen en su mayoría el sabor dulce final de las cervezas.

Las cerveceras artesanales suelen empezar sus maceraciones sobre 60°C debido a la importancia dada a las proteínas solubles que provocan una ligera turbiedad natural. Estas industrias no suelen filtrar las cervezas para eliminar la levadura. El exceso de proteínas solubles no provoca una inestabilidad del sabor de la cerveza a largo plazo ya que las cerveceras artesanales suelen vender en mercados más pequeños que las grandes industrias y en un menor periodo de tiempo. El exceso de proteínas ayudará a que las cervezas tengan cuerpo y espuma cremosa que las diferenciará de las cervezas de tipo industrial.

Las fases del macerado, teniendo en cuenta el proceso químico son:

Remojado: se mezcla de malta molida y agua caliente, como se mencionó antes, y aprovechamos para medir el pH y ajustarlo si es necesario.

Gelatinización: El almidón empieza a absorber agua gracias a la molienda donde se rompió el grano y este se va hinchando. El almidón se vuelve inestable y se acaba descomponiendo en pequeñas partes y este punto es lo que se llama temperatura de gelatinización. Cada fuente de almidón se gelatiniza a una determinada temperatura. Así es como el almidón se combina con el agua creando una pastosidad con consistencia

Licuefacción: es la fase del macerado donde entran en juego las enzimas y empiezan a partir las cadenas largas de azúcares en otras más pequeñas.

Sacarificación: El mosto está rebosante de dextrinas, que son cadenas largas de azúcares de hasta 20 moléculas de glucosa. Estas no van a poder ser metabolizadas por la levadura. Este es el último proceso de la maceración por el cual una enzima rompe una cadena compleja de azúcares en otra más pequeña de monosacáridos o disacáridos.

Filtración de mosto:

En este proceso se separa el extracto disuelto en el agua de los restos de malta no disueltos, como las cascarillas. El extracto disuelto es a lo que se le denomina mosto y los restos de malta se les conoce como bagazo. El objetivo del proceso es conseguir la mayor cantidad de mosto posible separando así el bagazo en su totalidad.

Primero se vacía el recipiente donde transcurrió la maceración y se traslada la mezcla a una cuba especial de filtración o una prensa como es más habitual en las industrias de mayor tamaño. La cuba está aislada para poder mantener una temperatura aproximadamente de 78 °C durante tres horas. En la parte inferior de la cuba habrá agujeros de 3 milímetros de diámetro o ranuras paralelas de unos 0,5 milímetros en su parte superior abriéndose hacia la parte inferior hasta alcanzar unos 0,8 milímetros que servirán de elementos filtrantes. A esta superficie se le denomina como suelo falso.

Previamente al traspaso de la mezcla a la cuba de filtración, se llenará esta de aproximadamente tres centímetros por encima del suelo falso de agua a la temperatura de 78°C para evitar que la mezcla se aplaste contra el suelo falso y lo obture. Es recomendable que el pH sea bajo, inferior a 6,5, para evitar la extracción de polifenoles de las cascaras de los granos. Durante todo el proceso de maceración las cascarillas, a las cuales se tuvo en cuenta como elemento filtrante evitando su ruptura lo máximo posible, están mezcladas con el resto de los componentes. Al terminar esta habremos de esperar entre 15 o 20 minutos para que las cascarillas se depositen en el fondo falso de la cuba de filtración y formen la primera capa del elemento filtrante. Encima de las cascarillas se irán depositando los demás componentes del bagazo que también servirán como elemento filtrante.

Después del tiempo de reposo, se abrirá la válvula inferior de la paila de filtración y el mosto turbio empezará a fluir hacia el exterior. Este mosto se deja fluir hasta que empiece a clarificarse, proceso que durará unos 15 minutos. No es recomendable que este flujo del mosto sea muy rápido debido a que se compactará el elemento filtrante y se dificultará la filtración. Este flujo no debe superar los 10 litros por metro cuadrado cada minuto.

Se debe intentar que el mosto no entre en contacto con el aire absorbiendo así el oxígeno. El bagazo restante puede ser utilizado para forraje de ganado o para abono y cultivo de setas u otras hortalizas.

Cocción del mosto:

Después de tener el mostro ya filtrado, se continúa el proceso cocinando el mismo durante un tiempo de 35 a 120 minutos, aunque a veces puede ser más, junto con el lúpulo para obtener el “mosto cocido o caliente” (Boto Fidalgo y Boto Ordoñez, 2017). Debe ser una cocción fuerte debido a que es necesario que el mosto entre en la fase de ebullición constante. Se realiza este proceso para obtener los componentes de amargor y aroma del lúpulo deseado, eliminar los Dimetilos de sulfuro, coagular y precipitar las proteínas innecesarias y los taninos, precipitación más intensa del fosfato cálcico y caída del pH, destruir las enzimas evitando así que continúen con su efecto biológico, remoción-destilación de compuestos volátiles indeseados, evaporación del agua consiguiendo una mayor concentración de mosto, producción de color por caramelización de azúcares, formación de melanoidina y oxidación de taninos y con el objetivo de esterilizarlo de bacterias que hayan aparecido en las fases llevadas a cabo anteriormente en el mosto. En esta parte del proceso productivo es el momento en el que se le puede agregar otras materias como jugos de frutas u otros elementos que den un sabor distinto.

Previamente al proceso de cocción del mosto se debe comprobar que no queden restos de cereal o harina en el mismo. Este producto que hemos obtenido se introduce en una caldera donde se calienta junto con el lúpulo hasta que empieza la fase de ebullición constante gracias a exponerlo ante una fuente de calor. Se necesita esta cocción debido a que las resinas del lúpulo que dan el toque amargo no se disuelven en mosto frío. Del total de alfa ácidos que contiene el lúpulo, aproximadamente un 25 % llega hasta el producto final, la otra parte se queda adherida a los restos de proteínas coaguladas tras la cocción, a los mismos restos de las flores de lúpulo y a la levadura. Los taninos del lúpulo y de la malta se disuelven en su totalidad en el mosto uniéndose con las proteínas coaguladas.

En esta etapa en la que se adiciona el lúpulo, se contribuye en el sabor y aroma. Los aceites del lúpulo dan ese sabor amargo para hacer contraste con el dulzor de la malta. Las adiciones de lúpulo se realizan en tiempos diferentes: al comienzo del hervor,

a la mitad de esta etapa y hacia el final. Esto dependerá de las propiedades que se quieran obtener del lúpulo. La característica del aroma se pierde rápidamente con la cocción al ser delicada. Se estima que después de 30 minutos se han perdido todos los compuestos volátiles que pudieran aportar olores a la cerveza (Boto Fidalgo y Boto Ordoñez, 2017). Por el contrario, el amargor necesita más tiempo para ser absorbido por el mosto por lo cual, cuanto antes se agregue el lúpulo, más amarga será la cerveza. La cantidad de amargor se expresa en Unidades Internacionales de Amargura (IBU) y existen fórmulas para calcularla dependiendo del tiempo que el lúpulo será sometido a ebullición y del valor de alfa-ácidos que éste tenga. El IBU mide el amargor del lúpulo en una cerveza, y la escala de medición va de 0 a 100. Las unidades miden los miligramos de alfa ácidos isomerizados que contiene cada volumen de cerveza. Las cervezas con IBU de menos de 20 muestran poca o ninguna presencia de lúpulo, con IBU de 20 a 45 tienen una presencia de lúpulo entre leve a pronunciada y las cervezas con mucho lúpulo tienen un IBU superior a 45 y pueden tener un sabor bastante amargo.

La fórmula para medir la cantidad de lúpulo que hay que añadir a la paila de cocción es la siguiente (peso en gramos de lúpulo en flor es igual a la división entre):

$$(\text{Litros de cerveza} * \text{IBU} * 10) / (\% \text{ utilización} * \% \text{ alfa ácido})$$

A pesar de la información expuesta, existen reglas sobre la adición del lúpulo para facilitar la estimación de las dosis:

La regla de los cuartos: Si se mantiene la cocción durante 1 hora, se recomienda añadir el lúpulo en cuatro fracciones iguales, de ahí el nombre de la regla. La primera al inicio de la ebullición y las otras tres a los 40, 20 y 5 minutos antes de dar por finalizada la cocción.

La regla de los tercios: Esta consigue añadir un tercio al inicio de la ebullición, otro tercio veinte minutos antes de la finalización y otro tercio al finalizar la ebullición para aprovechar las distintas características del lúpulo: amargor, sabor y olor respectivamente.

La regla de tres cuartos: Consiste en añadir al inicio de la ebullición una cantidad de lúpulo que pueda aportar un 75% de alfa-amilasa y el resto al final de la cocción, estos últimos añadidos son lúpulos con características aromáticas.

Clarificación mosto:

En el libro *The Oxford Companion to Beer* se define la clarificación de la cerveza como “cualquier proceso en el que los sólidos se eliminan del mosto o la cerveza para dar un líquido transparente”. El mosto claro y brillante tiende a ser de mayor calidad y esa es la principal razón de realizar este proceso. Se empezó a clarificar la cerveza debido a la introducción de recipientes de vidrio que permitía al consumidor ver la visión del líquido.

La clarificación se puede hacer en la misma sala de cocción o en un tanque independiente. Tras terminar la cocción, se esperan unos 15 minutos aproximadamente para que los pétalos se depositen al fondo. A continuación, se abren la válvula de salida dejando salir el mosto turbio y se devolverá al recipiente por la parte superior. Hay distintos tipos de agentes clarificantes, los que se agregan después de la cocción y los que se agregan en la fermentación.

Los agentes que se agregan después de la cocción ayudan a sedimentar las proteínas, al decantado de las partículas sólidas y a tener una cerveza con sedimentos de levadura. Tres ejemplos de estos clarificantes son el musgo irlandés, el polyclar y el profolc.

Refrigeración y aireación del mosto:

El mosto debe ser enfriado tan pronto como sea posible para poder añadir la levadura a una temperatura y condiciones ideales para esta. Se enfriará el mosto desde unos 80°C hasta 20°C para cervezas de fermentación alta y unos 9°C para cervezas de fermentación baja. Esto se debe hacer de una manera rápida ya que si lo dejáramos enfriar por sí solo podría tardar hasta 10 horas y se correría el riesgo de que el mosto se infectara de microorganismos. El mosto debe estar lo suficientemente frío para que la levadura no produzca subproductos indeseados o inestabilidad biológica en reacciones

a posteriori. El enfriamiento con sistemas abiertos produce evaporación del agua lo que incrementa la concentración del extracto final del mosto.

El intercambiador de calor de placas es la forma de enfriamiento más rápida y económica. Se usan estas placas debido a la superficie de contacto que dejan fluir el mosto caliente en una dirección y el agua fría en la otra. Se controla las velocidades de ambos líquidos saliendo así el mosto y el agua a la misma temperatura. Los intercambiadores de tubos son más económicos de construir, pero tienen una menor eficiencia por su superficie de contacto.

En cuanto a la aireación, esta es necesaria para que el oxígeno que está presente en el aire se disuelva en el mosto y sirva a la levadura como elemento de multiplicación. La levadura en un medio oxigenado se multiplica y no metaboliza los azúcares convirtiéndolos en alcohol y CO₂. Para hacer el siguiente paso productivo, la fermentación, se necesita que se produzca esta multiplicación de la levadura. Esto no depende de la cantidad de levaduras que se añadan, sino que es muy importante el medio oxigenado ya que gracias a este se producen células mucha más joven y vigorosa y de mayor potencial que una levadura inactiva. Esta aireación debe hacerse en frío y este oxígeno será consumido por la levadura en pocas horas y no se producirán efectos de oxidación en el mosto, caso que si ocurriría si la aireación se hiciera en caliente. Se puede realizar inyectando aire esterilizado en la tubería por la cual el mosto sale ya enfriado hacia el tanque donde se produce la fermentación.

Las cervecerías artesanales introducen el mosto frío en los tanques de fermentación con un difusor y por la parte alta de los tanques. Esto produce una fuente de microorganismos por no utilizar aire estéril, aunque este tipo de industrias suelen vender su producción rápidamente por lo que el peligro de contaminación es muy pequeño.

Fermentación de la cerveza:

Para poder realizar el proceso de fermentación, se debe añadir levaduras sobre un mosto con la temperatura ideal y la suficiente oxigenación, como se ha mencionado

previamente. Se debe añadir la levadura de manera que se mezcle correctamente. La mejor opción es añadirla cuando el difusor inyecta aire en el mosto para que las turbulencias de la corriente de aire mezclen y disuelvan el oxígeno y se cree un buen contacto con la levadura además de evitando el posible contacto de CO₂ con esta. Al añadir la levadura no se comenzará la fermentación en el momento, esta necesita un periodo de adaptación, por eso es recomendable que el mosto durante las primeras horas de multiplicación de la levadura, este unos grados más calientes que la temperatura de fermentación. Cuando ya no quede más oxígeno en el mosto y la levadura este comenzando la metabolización de los azúcares contenidos en el mismo, ya se debe bajar la temperatura ideal de la de fermentación.

La fermentación es el paso más importante. Según se realice se podrán obtener distintos resultados por lo que debemos controlar la temperatura y la evolución del metabolismo de la levadura que se esté usando. Dicho metabolismo cambia según la forma en que se hubiera usado esta antes y su pureza.

La levadura consume azúcares y otros productos del mosto resultados de la realización del proceso productivo. Al metabolizar los azúcares, se produce alcohol y CO₂, sin embargo, depende de las temperaturas de fermentación y de los otros productos del mosto que se produzcan alcoholes superiores y otros subproductos que contribuyan al aroma sabor y calidad de la cerveza. Dependiendo de la cantidad de proteínas coaguladas del mosto y de su composición, será más o menos favorable que la levadura se alimente y realice los procesos de metabolización del azúcar.

Debido a que en la transformación de azúcares también se producen otros compuestos distintos al etanol, se puede hacer una estimación de que cada 100 gramos de azúcares fermentables se forman 46 gramos de etanol. Conociendo la densidad del alcohol a la temperatura de 20°C, que es 0,79 g/ml, los 46 gramos de alcohol supondrían unos 58 ml del volumen (Boto Fidalgo y Boto Ordoñez, 2017).

La fermentación depende de distintos factores como la composición del mosto, la temperatura, la presión, la cantidad y tipo de cepa de levadura que se haya añadido, la

cantidad de oxígeno disuelto en el mosto, el zinc, cobre y otros metales y minerales contenidos en el mosto, el pH, y la forma y geometría de los tanques y de las corrientes que se produzcan en su interior. Es imprescindible para conseguir cervezas con una calidad constante, que la adición de levadura sea siempre igual tras cada cocción.

La temperatura produce cambios en la velocidad de la fermentación, a más alta, más incrementa la rapidez. Las cepas de levaduras de superficie actúan a unas temperaturas de entre 20 y 40°C produciendo esteres y subproductos que aumentan la calidad de la cerveza. A una temperatura inferior se darían inconvenientes como un estado de hibernación por parte de las levaduras que causa la pausa de la fermentación. Por otro lado, las cepas de levaduras de fondo, a temperaturas más altas crean subproductos de aroma y sabor indeseable. Su temperatura ideal esta entre 1 a 10°C.

La presión en tanques cerrados también ocasiona un cambio, a más presión, más se frenará la fermentación. Estos tanques cerrados no liberan el CO₂ producido por la levadura completamente y esto ocasiona una dificultad en la función fermentativa de la levadura, por el contrario, los tanques abiertos si liberan el CO₂.

La falta de zinc ocasiona fermentaciones incompletas debido a que las células de la levadura lo necesitan para su multiplicación. La malta de cebada suele contener el zinc necesario, pero en algunas industrias se añade. Dependiendo de las cepas de levadura se requiere de más o menos zinc.

El pH ideal del mosto debe estar entre 5 y 5,5 para que la multiplicación de la levadura este en buenas condiciones. Este margen se consigue debido al agua utilizada ya que no debe ser ni alcalina ni pesada. El pH desciende durante los primeros días de fermentación hasta 4 y 4,1 por el metabolismo de la levadura.

Las corrientes producidas por el mosto en la fermentación, ocasionada por la geometría de los tanques, mezcla el mosto de manera más homogénea y facilita el contacto entre las células del mismo y de la levadura. A mayor contacto entre ambas, mayor será la fermentación. La geometría de los tanques produce corrientes más fuertes

o débiles de CO₂ que tienden a subir a la superficie en el centro y provocando que el mosto descienda por los laterales. A más ancho el tanque, más lenta la fermentación.

Los subproductos producidos durante la fermentación afectan a la cerveza en los aspectos biológicos, sensoriales y en la estabilidad de la espuma, por eso es importante controlar su formación y descomposición. Durante la fermentación y el almacenado se descomponen y son eliminados o pueden producir otros subproductos aún menos deseados. Según su concentración en el mosto, pueden estar o por encima o por debajo del umbral de percepción por los consumidores. Los subproductos que están en las concentraciones al borde de dicho umbral, aumentan la calidad del sabor. Sin embargo, si superan el umbral tendrá un sabor indeseable. Estos subproductos pueden ser el alcohol metílico, esteroides, diacetilo, acetaldehídos, componentes sulfurosos y ácidos orgánicos. Gracias al control de la temperatura y duración de la fermentación, se evitan la formación de los anteriormente mencionados subproductos.

Es necesario tener un mosto de alta calidad con todos los nutrientes necesarios para la multiplicación de la levadura en el momento de su adición junto al oxígeno disuelto necesario para evitar problemas en la fermentación.

Maduración y clarificación:

Una vez terminada la fermentación, se debe madurar en frío para conseguir unas mejores características además de volver a clarificarla. En esta parte del proceso, llamado también cold crash, la temperatura se enfría a unas temperaturas de entre -1 y 5°C rápidamente y puede durar entre 4 a 30 días. Así se eliminan subproductos no deseados mejorando sus propiedades sensoriales además de clarificar la cerveza ya que, al aplicar frío, mucha cantidad de levadura y de partículas en suspensión, se decantan al fondo del fermentador. Si se desea carbonatar la cerveza de forma natural, es recomendable que el cold crash no dure más de 15 días ya que puede provocar que todas las levaduras en suspensión decanten al fondo del fermentador y no pasen a las botellas. Dichas levaduras en suspensión son necesarias para conseguir una segunda fermentación.

Los objetivos de la maduración son:

Desarrollo de sabor: se atribuye el sabor en función de la guarda y el acabado de la cerveza. Esta etapa se ha vuelto imprescindible debido a la tendencia de las cervezas más livianas.

Carbonatación: El nivel de CO₂ disuelto en la cerveza a continuación de la fermentación es de 1,1 a 1,7 volúmenes dependiendo de la temperatura. Esta cantidad de gas es la que puede mantener la cerveza sin aplicar otra presión superior y sin variar la temperatura de fermentación.

Clarificación: Es la eliminación de la levadura y las moléculas que causan turbidez. La cerveza consigue una gran claridad si está sometida a un periodo de reposo a bajas temperaturas. La levadura y los turbios no biológicos se separan de esta y se depositan en el fondo.

Estabilización:

Es el proceso mediante el cual se inactivan los microorganismos de la cerveza antes de su embotellado y asegura la inalterabilidad de las propiedades fisicoquímicas de la cerveza durante un mayor tiempo controlado evitando las fermentaciones. Pueden ser la pasteurización, proceso del cual se habla con más detalle adelante, o la filtración tangencial. Este último se realiza gracias a un control microbiológico cuyo resultado es la esterilización directa e instantánea de la cerveza y utiliza membranas orgánicas. Dicho control inactiva, inhibe y establece la necesaria asepsia ante contaminaciones y futuras activaciones e interacciones químicas. La mayor diferencia de este proceso con el de pasteurización es que este no usa el calor.

Embotellado:

Este proceso se hace a partir de los tanques de almacenaje después de que la cerveza llegue al nivel de maduración deseado. Los tanques están a una presión de entre 1 y 2 bares y a una temperatura superior a los 0 °C aproximadamente. Se debe tener en cuenta la temperatura de las botellas y de las líneas o mangueras por donde pasará la

cerveza a presión. Cuanta mayor sea dicha presión, mayor será la cantidad de CO₂ disuelta, sin embargo, pasa el efecto contrario con la temperatura. Será necesario controlar estos dos factores durante el recorrido del tanque de almacenaje a las botellas para que no se produzca espuma. Otra característica de las botellas que se debe tener en cuenta es que suelen ser de colores oscuros, como el marrón o el verde oscuro, para evitar la degradación de la cerveza por efecto de la luz.

El recipiente donde se deposite la cerveza, sea botella o barril, se rellena con CO₂ a presión justo antes de recibir la cerveza debido a que este mantendrá la presión igual a la del tanque de almacenaje y servirá para eliminar el aire y el oxígeno contenidos que oxidarían la cerveza con el tiempo. Cuando el recipiente este completamente lleno, se procederá a cerrarlo. En dicho momento se libera la presión y se produce algo de espuma que rellena el espacio sobrante entre el nivel superior del líquido y el cierre para eliminar cualquier cantidad de oxígeno que pudiera haber entrado cuando se desconecta de la línea de rellenado a presión con el recipiente.

Las cervecerías artesanales suelen rellenar los barriles y las botellas sin el uso de maquinaria que mantenga los niveles de presión iguales que la de los tanques de almacenaje. Esto ocasiona que gran parte del CO₂ disuelto en la cerveza se pierda, para solucionar este inconveniente, se provoca una segunda fermentación en el recipiente. Dicha fermentación se consigue añadiendo una pequeña cantidad de mosto sin fermentar u otro tipo de azúcar fermentable disuelto.

Antes de meter la cerveza en sus recipientes finales, estos son llevados a la enjuagadora donde se usa una solución acuosa que esteriliza el envase además de eliminar el polvo y los gérmenes. A continuación, es llevada a la taponadora donde se pone el tapón, en el caso de las botellas, se chapa gracias a unas capsuladoras.

Pasteurización:

Este proceso tiene como objetivo reducir la población de los posibles microorganismos presentes en la cerveza para prolongar el tiempo de su vida útil y garantizar la calidad. Esto se consigue disminuyendo dicha población mediante la

elevación de la temperatura durante un determinado tiempo, es decir, aplicar calor. Se considera una operación básica que consiste en un tratamiento térmico relativamente suave, temperaturas entre 60-65°C.

El proceso de pasteurización puede ser llevado a cabo por varios métodos industriales. La pasteurización se puede realizar antes del embotellado o después. La temperatura flash se realiza antes del embotellado y se eleva la temperatura entre 65 y 85 °C aproximadamente durante unos 10 a 20 segundos. Tiene como característica principal usar un intercambiador de placas con tres zonas específicas: zona de intercambio, zona de calentamiento y zona de enfriado. Como se observa en la Figura 9, la cerveza se mantiene en el tanque desde donde se bombea al intercambiador de calor.

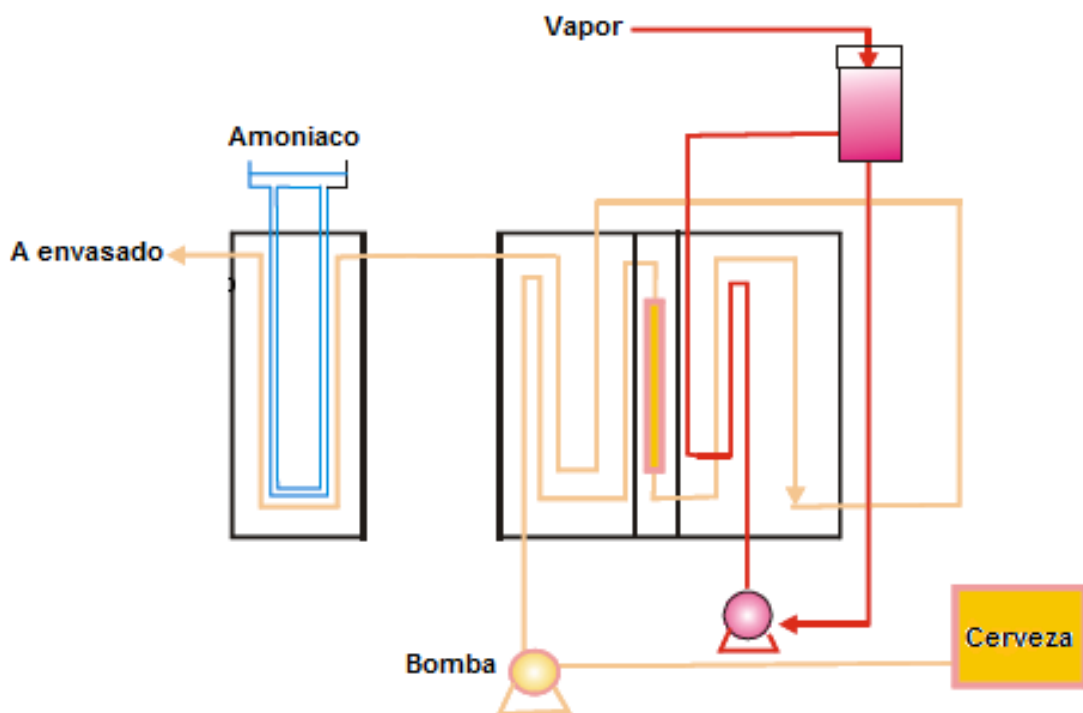


Figura 9.- Circuito básico para una pasteurización tipo flash. (Mulet Hing, Giralt Sánchez e Ing. Remesal Bychko, 2018).

En la zona de intercambio, la cerveza que entra se encuentra en contracorriente con la ya pasteurizada que cede calor a la primera. En la zona de calentamiento, el proceso base de la pasteurización, se calienta la cerveza a 70 °C aproximadamente. Esto ocurre gracias a un circuito secundario cerrado donde se tiene vapor de agua circulando.

Por último, en la zona de enfriamiento, la cerveza se enfría hasta los 0 °C con amoníaco. Esto es debido a que, si se mantuviera a altas temperaturas, la cerveza se fermentaría y se dañaría.

La pasteurización después del embotellado se denomina pasteurización túnel y tiene una temperatura más baja, aproximadamente 60°C y un proceso más largo, sobre 8 minutos, en comparación con la anterior. La máquina consta de tres partes: zona de calentamiento, zona de tratamiento del calentamiento y zona de enfriamiento. Las botellas se cargan en un extremo de la máquina donde se pulverizan con agua mientras se desplazan por la cinta transportadora. La temperatura del agua va aumentando hasta que la botella llegue a la temperatura necesaria. Luego se enfría gradualmente con agua hasta que se llega al final de la máquina.

Etiquetado:

Según la Normativa y legislación para el etiquetado de cerveza en España del Real Decreto 678/2016, de 16 de diciembre, por el que se aprueba la norma de calidad de la cerveza y de las bebidas de malta, debe aparecer en la etiqueta la denominación del alimento, la lista de ingredientes en el orden de mayor a menor en base a la cantidad contenida, la indicación de sustancias que puedan causar alergia, el grado alcohólico volumétrico, cantidad neta en litros, centilitros o mililitros, fecha de consumo preferente, identificación de la empresa productora y/o distribuidora y el número de lote.

El proceso de etiquetado se realiza a través de una máquina denominada etiquetadora donde se pone la etiqueta autoadhesiva, normalmente con un tratamiento ultra WS en la superficie para que no sufra daños con el agua-hielo.

Almacenado:

Los barriles o botellas se mantendrán durante unos diez días a temperaturas de fermentación a la vez que se controla el aumento de presión producido por la conversión de los azúcares en CO₂. Una vez conseguida la presión deseada y la fermentación total de todos los azúcares fermentables, se refrigeran las botellas y barriles para luego poder

venderlas. Las cervezas artesanales son cervezas sin conservantes ni aditivos y sin pasteurizar. Por ello se almacenan durante un mes antes de su venta.

Venta y distribución:

Una vez acabado el proceso productivo solo queda su distribución en vehículos de transporte con las condiciones adecuadas y su venta al consumidor.

Subproductos del proceso:

Cabe destacar que los subproductos generados en este proceso de elaboración, son reutilizados, en su mayoría para la alimentación animal, sin embargo, se estudia la posibilidad del uso de estos en la medicina. El bagazo debido a su bajo coste y composición química es de interés para otras áreas. Las raicillas de malta poseen elevadas cantidades de hemicelulosas, lignina, inulina y fructooligosacáridos por lo que tiene varias aplicaciones por su capacidad prebiótica. En cuanto al residuo de levadura, se le considera una fuente de fibra alimentaria y carbohidratos como el β -glucanos, que disminuyen el colesterol LDL, la respuesta a la glucemia y el sistema inmunológico. Además, la levadura residual tiene grandes proporciones de vitaminas hidrosolubles como las vitaminas B1, B2, B6, niacina y ácido fólico, biotina y pantotenato.

4.3.1. Diferencias entre el proceso de Lager y Ale.

TIPO LAGER.

Las cervezas Lager fermentan a baja temperatura alrededor de los 0°C y 10°C y suelen madurar con una temperatura de 0°C por un periodo de 2 a 6 meses, dependiendo del carácter que se quiera dar a la cerveza, siendo tres o cuatro semanas el tiempo mínimo, ya que si lo hacen por menos tiempo no se obtendrá su acabado característico. Las más fuertes pueden necesitar un tiempo de maduración de un largo periodo de tiempo.

Las levaduras que se emplean en esta fermentación baja son *Saccharomyces carlsbergensis* y *Saccharomyces uvarum* y son más delicadas que las de fermentaciones altas. Al ser a temperatura baja, es necesario que suceda una fermentación lenta por lo

que hay menos sustancias albuminoides y precipitados además de que son capaces de metabolizar y fermentación melibiosa. Gracias a tener una fermentación lenta, la cerveza esta mejor clarificada, con más cuerpo y un aroma menos afrutado que la cerveza tipo Ale.

Este tipo de cervezas es más moderno en comparación con las de tipo Ale ya que su elaboración es posible gracias al desarrollo de la refrigeración artificial, y a la aislación de un cultivo de levadura que fermentaba en la parte baja de los tanques. Las cervezas tipo Lager se conocen así por la fermentación de fondo.

TIPO ALE:

A diferencia del tipo Lager, las Ale fermentan a temperaturas más altas, entre unos 15°C y 30°C y empleando la levadura *Saccharomyces cerevisiae*. Debido al uso de dicha levadura, esta cerveza es más tolerante al alcohol por lo que tiene una mayor graduación.

Este es el método considerado más antiguo en la fabricación de cerveza ya que no necesita frío artificial. Son cervezas de fermentación de superficie, pues la levadura se mantiene suspendida durante todo el proceso de fermentación, pudiéndose así recoger en ese mismo momento. Más tarde, estas levaduras comienzan a precipitar en el fondo de la cuba cuando se está llegando al fin del proceso de fermentación. El proceso de fermentación completa dura entorno a una semana. La temperatura de la posterior maduración es de entre 10°C y 15°C.

Normalmente, el lúpulo que suele tener es más alto que en las Large debido al efecto protector antimicrobiano que le confiere al mosto durante la fermentación a mayores temperaturas.

Las cervezas Ale pueden dividirse en Pale Ale, Mild Ale y Bitter Ale.

Tabla 4.-Diferencias entre tipo Ale y Lager. (Aroni, Bellina, Díaz, Escurra, & Pérez, 2015).

TIPO	ELABORACIÓN	CARACTERÍSTICAS
ALE	Aguas duras Fermentación de superficie. (20°-25°) (+/- 4 días) Baja eficiencia fermentativa. 2da fermentación en botella. Maduración corta en caliente (13°C-16°C). Cervezas no transparentes. Consumir frescas.	Dominan los matices de las levaduras (florales, afrutadas, especiadas y lácteas). Más dulzonas, más afrutadas. Carácter oscuro, velado y/o turbio. Complejas, menos atenuadas. Sabor intenso. Buen cuerpo. Baja carbonatación. % Vol: medio.
LAGER	Aguas blandas. Fermentación de fondo. (10°-13°) (8-10) días. Transformación completa de azúcares. Maduración larga en frío (+/- 0°C). Cervezas filtradas. Consumir frías.	Domina el carácter de la malta y el amargor del lúpulo. Más secas, más amargas. Transparencia, tonos dorados y limpios. Sabores y aromas definidos y limpios. Cuerpo ligero. Alta carbonatación % Vol: moderado.

5. Descripción de la cervecería artesanal objeto de estudio y su proceso productivo.

La organización elegida para este estudio de Huella de Carbono es una cervecera artesanal llamada Redneck Brewery situada en el Parque Empresarial Besaya, Cantabria. La empresa se dedica a la fabricación, comercialización y venta de su cerveza artesanal.

Esta cooperativa cuenta con 4 socios que desempeñan su trabajo en una nave alquilada. Cuentan hasta con 10 tipos de cerveza diferente que se pueden adquirir tanto en botellín de 33 centilitros como en barril de 30 o 20 litros. Entre sus tipos de cerveza en botellín se pueden encontrar en su mayoría tipo IPA como Honky Tonk Amber ALE o Brandine American pale ALE.

La materia prima para la fabricación de la cerveza es importada. Como en el caso de la levadura que es comprada desde Bélgica donde llega a Barcelona a través de la empresa "AgronetBrewing". En cambio, el cereal viene de Inglaterra y el lúpulo de Estados Unidos. Toda la materia prima llega a la nave donde se hace el proceso de producción. La malta es fundamentalmente de cebada, pero también se utiliza trigo, avena y centeno en función del tipo de cerveza que se quiera obtener.

Se divide su proceso productivo en dos fases: caliente y fría. En primer lugar, se suministra agua de la red y se corrigen sus características para obtener unas predeterminadas. La molienda es en húmedo gracias al rodillo, que evita producir polvo. Se muele el grano de la malta obteniendo una cascarilla, lo más íntegra posible debido a que es importante para el proceso de filtrado. A continuación, será mezclada con esa agua, en la cantidad suficiente para conseguir la receta del maestro cervecero. Permanece aproximadamente una hora en la paila de maceración (1) donde se degrada el almidón, obteniendo azúcares y dextrinas solubles. Sin embargo, el tiempo que dura esta etapa varía en función de la temperatura, el pH, el tiempo y la concentración de malta en el agua de macerado, ya que estos son parámetros variables para cada receta. Como norma general, la temperatura varía de entre 60°C y 71°C con objeto de conseguir un mosto altamente fermentable y un pH ácido. La paila de maceración es doble con el fin de disminuir la superficie ocupada en la nave.

La paila de maceración contiene un filtro de modo que el mosto que se obtiene pasa a la cuba de cocción (4) a través de un pequeño depósito regulador (3) intermedio, cuya función es que el flujo de una cuba a la otra sea lento para que el filtrado sea perfecto. Se obtiene mosto con extracto concentrado y bagazo. Se añade más agua rectificadora para obtener un mosto de segunda colada y aprovechar al máximo los extractos. Ambos mostos son los que se cuecen con el lúpulo. El bagazo es recogido por un agricultor de la zona y se usa como alimento para los animales. Para conducir el mosto desde la paila de cocción hasta el depósito regulador y de este a la cuba de cocción se dispone de unas bombas de trasiego.

La cuba de cocción, la cual dispone de una campana extractora, es donde se calienta la mezcla hasta una temperatura 105°C con un quemador de Gas Natural donde se pone en ebullición durante 1 hora. Una vez finalizada la cocción, el producto obtenido se enfría rápidamente haciéndole pasar a través de un intercambiador de placas (5) alcanzando una temperatura de entre 18 y 20°C.

La fermentación ocurre en unos tanques denominados fermentadores que son de doble camisa y aislante para mejorar el aguante de la temperatura que se desea. Aquí

es donde añaden las levaduras. La fermentación dura aproximadamente una semana. Se dispone de cinco tanques, cuatro de 1.300 litros (6) y el restante de 3.000 litros (7). La temperatura de fermentación es de 18°C. Este control de la temperatura se consigue mediante una unidad de refrigeración (8) de la marca "TAEevo TECH 031" que permite conseguir temperaturas entre el rango de -5°C a 43°C. En este, se utiliza un refrigerante orgánico al 20% de la marca Lubricantes Luberol de temperaturas entre -9°C a 104°C del cual no ha habido ni fugas ni recargas hasta el momento. En esta fábrica se producen tipos de cervezas a las que se les añade puré de frutas esterilizado para aumentar los sabores en paladar. Estos aditivos se añaden en diferentes momentos de la fase de fermentación e incrementan el tiempo de fermentación. Además, en estos tanques también se hace el proceso de maduración y extracción de las levaduras para evitar fermentaciones no deseadas que originaran un mal sabor a la cerveza. Tener un solo tanque que permite realizar estos dos procesos implica un tanque menos que limpiar, una inversión inicial menor, reduce mermas y el gasto energético, y minimiza la pérdida de CO₂ y el riesgo de entrada de O₂.

Antes del envasado, la cerveza obtenida se pasa a un depósito de 1.200 litros (9) para enfriarla a una temperatura de -1°C. Este paso es importante porque este tipo de cerveza no se somete a pasteurización/filtrado y hay que garantizar que no queden levaduras que provoquen fermentación en los botellines o barriles. A este paso se le denomina reposo.

Tanto en las etapas de maduración como de reposo, una parte de las levaduras emerge y otra, que es la mayor parte, decanta en el fondo del cono inferior. Esta debe ser retirada lo antes posible y cuantas veces sea necesario para evitar la formación de sustancias albuminoides, la formación de proteinasas que comprometen la estabilidad de la espuma y la pérdida general de calidad por su autólisis. La levadura se extrae del cono lentamente y a caudal constante. En la salida se acopla un indicador de turbidez que facilitará identificar el momento en el que se ha de parar el bombeo.

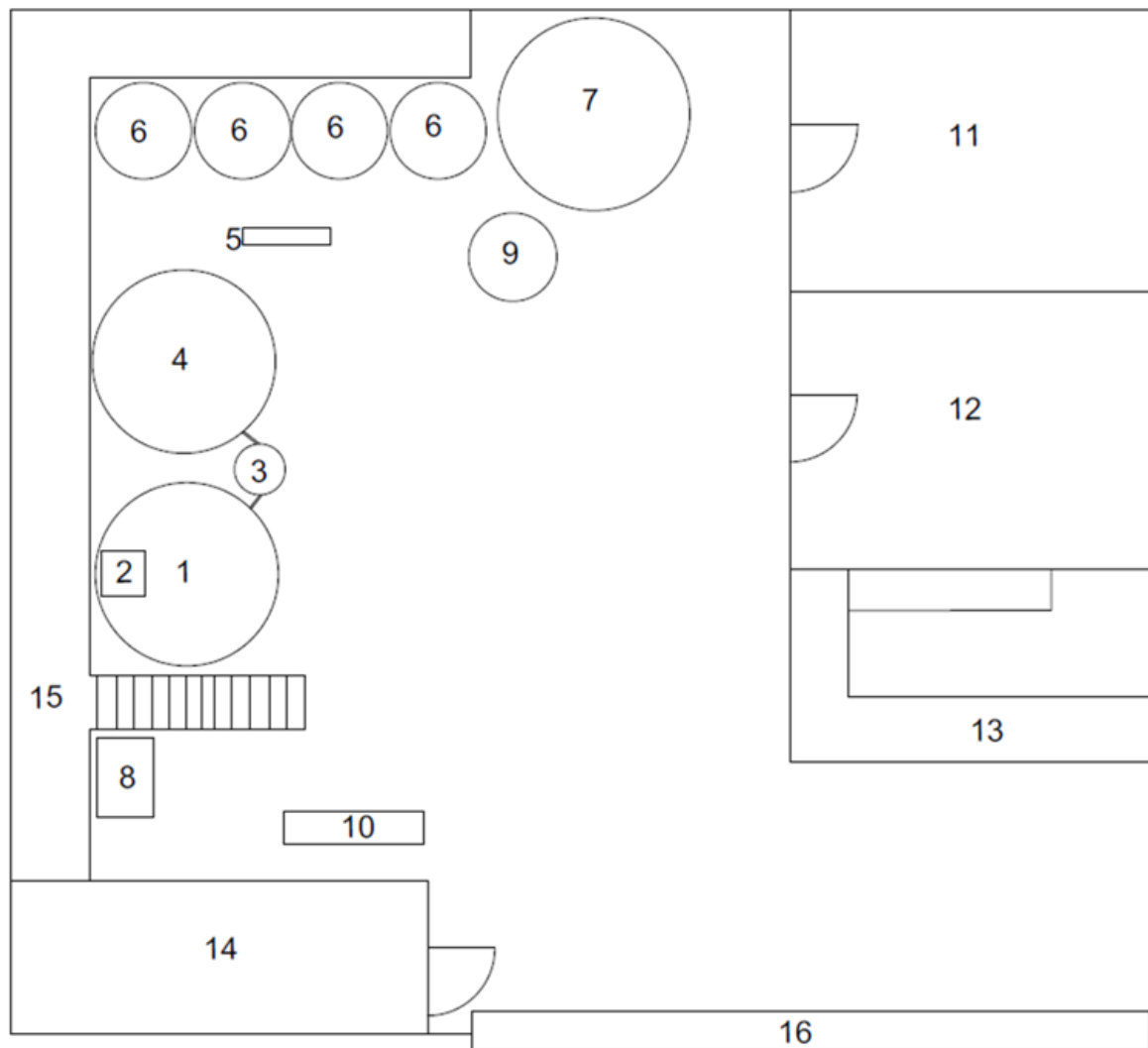
Finalmente se llenan las botellas y los barriles con la máquina embotelladora (10) portátil que cuenta con 6 mangueras. Cuando se embotella se agrega CO₂ alimentario

debido a que el CO₂ producido en la fase de fermentación no es posible capturarlo. Se añade aproximadamente 900 kg de CO₂ anualmente en total. Los recipientes se compran a la empresa “Apiglass envases y material apícola, S.L.” Los barriles de plástico de 20 litros solo pueden ser aprovechados para su uso una vez. Sin embargo, los barriles de 30 litros de acero inoxidable son reutilizables.

Hacen entrega de su producto de dos maneras: o la transportan ellos mismos hasta los bares y negocios en Cantabria con su único vehículo o mediante una distribuidora que les permite aumentar su mercado de venta a otras zonas como por ejemplo Madrid, Barcelona, Sevilla o Bilbao. Además, se pueden comprar sus distintos productos a través de la página web, aunque su mayor auge en este tipo de ventas fue durante la cuarentena.

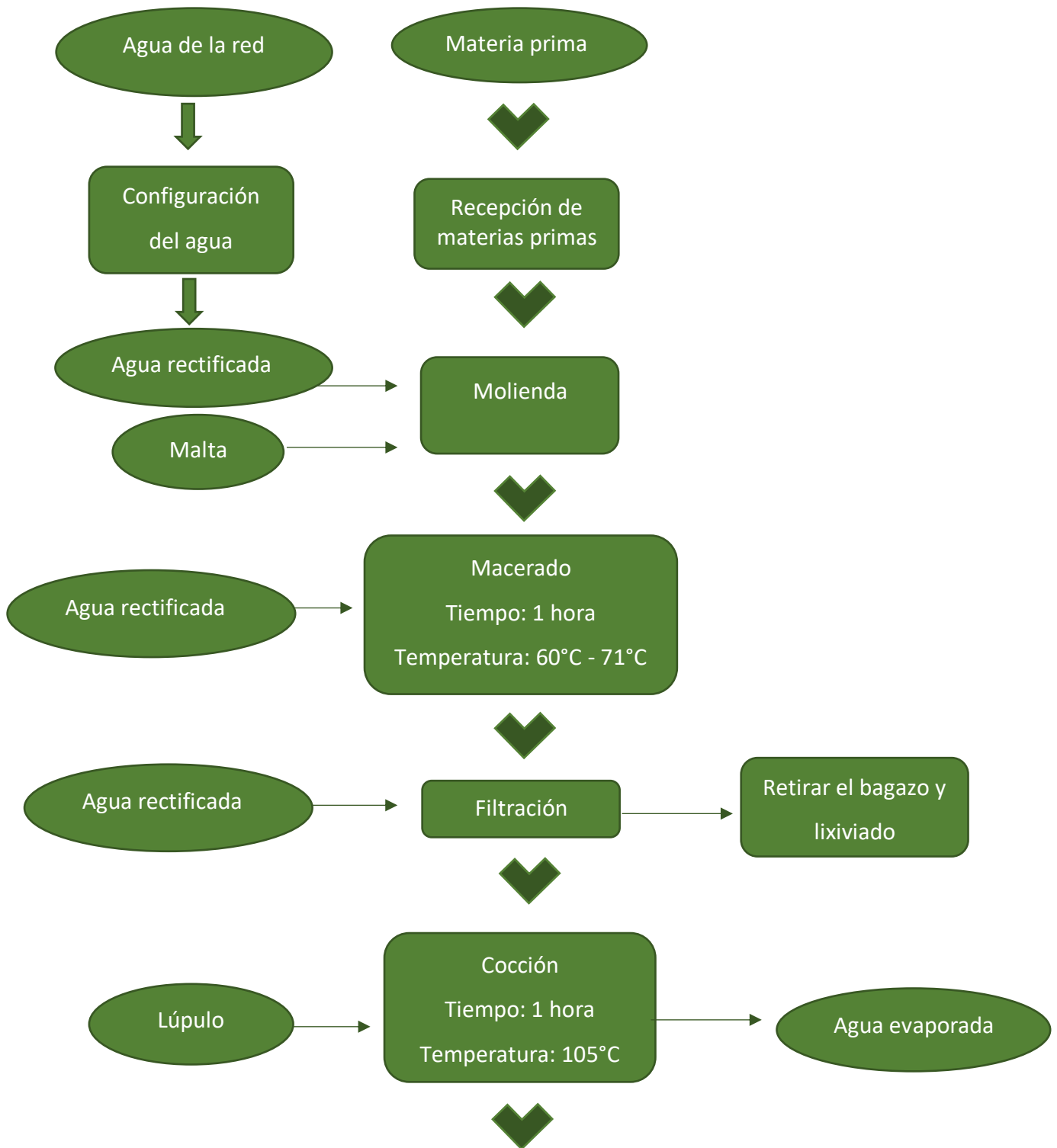
La siguiente Figura está elaborada para tener una visión esquemática de como es la planta de la bodega y como está el espacio distribuido. Como se puede observar, todos los procesos están ordenados en el espacio para facilitar la cadena del proceso productivo.

Figura 10.-Plano esquemático de la planta de la cervecera artesanal.



Número de referencia	Nombre del elemento representado
1	Paila de maceración.
2	Tolva.
3	Depósito regulador.
4	Cuba de cocción
5	Intercambiador de placas.
6	Depósito de fermentación atmosférico de 1.300 litros.
7	Depósito de fermentación atmosférico de 3.000 litros.
8	Unidad de refrigeración.
9	Depósito de 1.200 litros.
10	Máquina embotelladora.
11	Cámara frigorífica de 1°C.
12	Sala climatizadora de 18°C.
13	Mostrador.
14	Oficina.
15	Pasillo a doble altura.
16	Puerta de acceso.

Debido a que las cantidades de las materias primas son de conocimiento privado de la empresa, no pueden ser reflejados en este trabajo. Con toda la información que se posee se muestra el diagrama de procesos de esta cervecería artesanal en concreto:



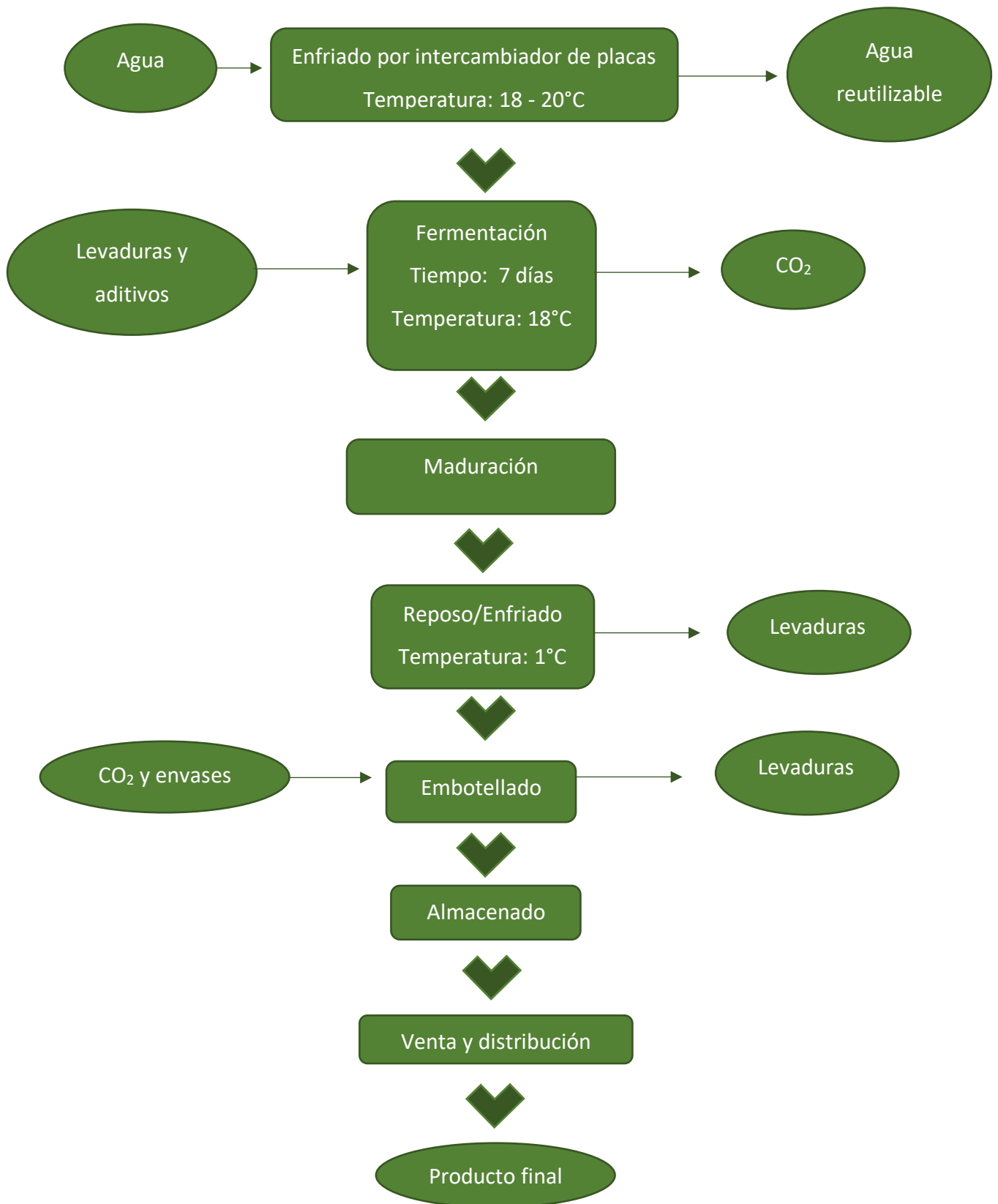
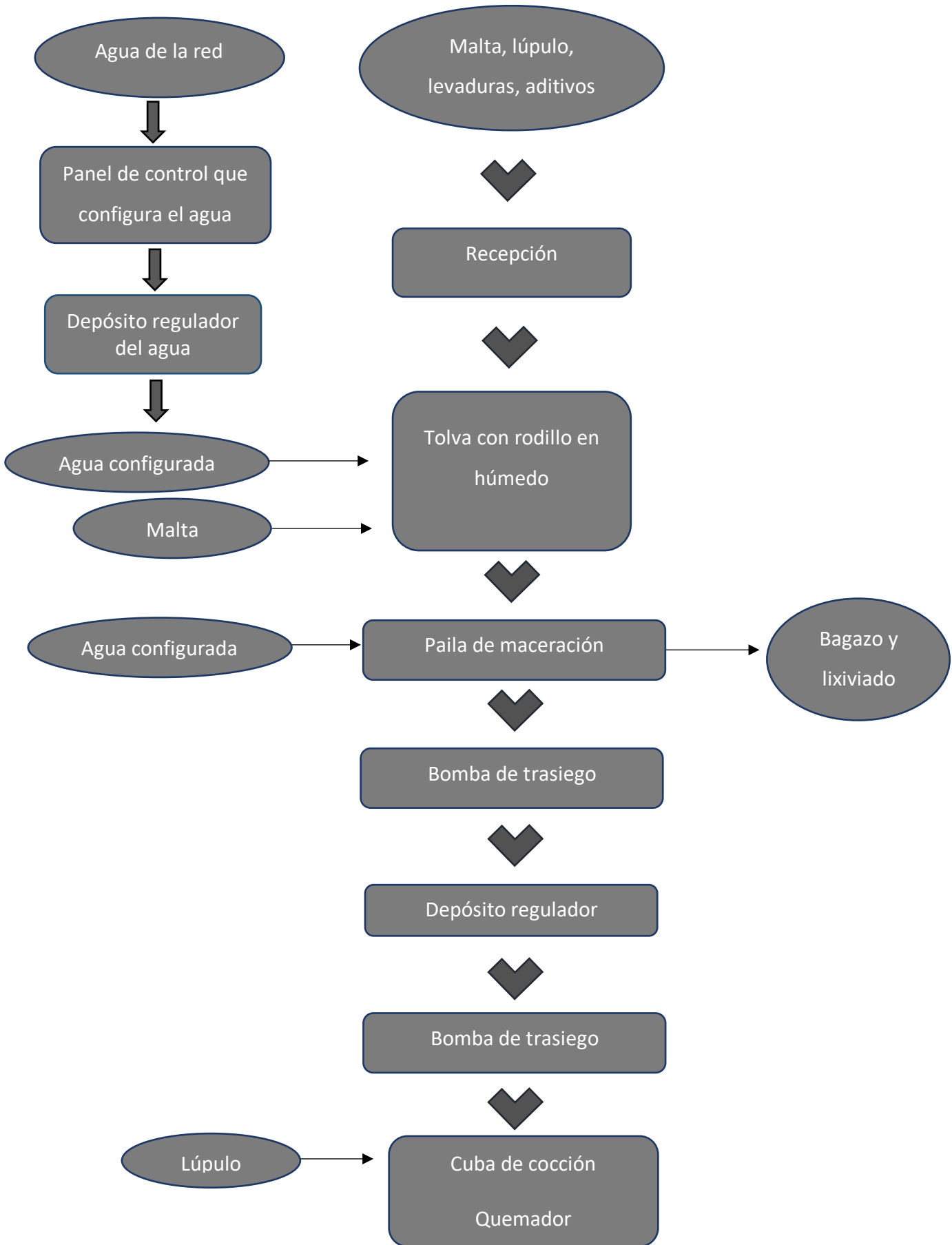


Figura 11.-Diagrama de flujo del proceso en la cervecería Redneck Brewery.



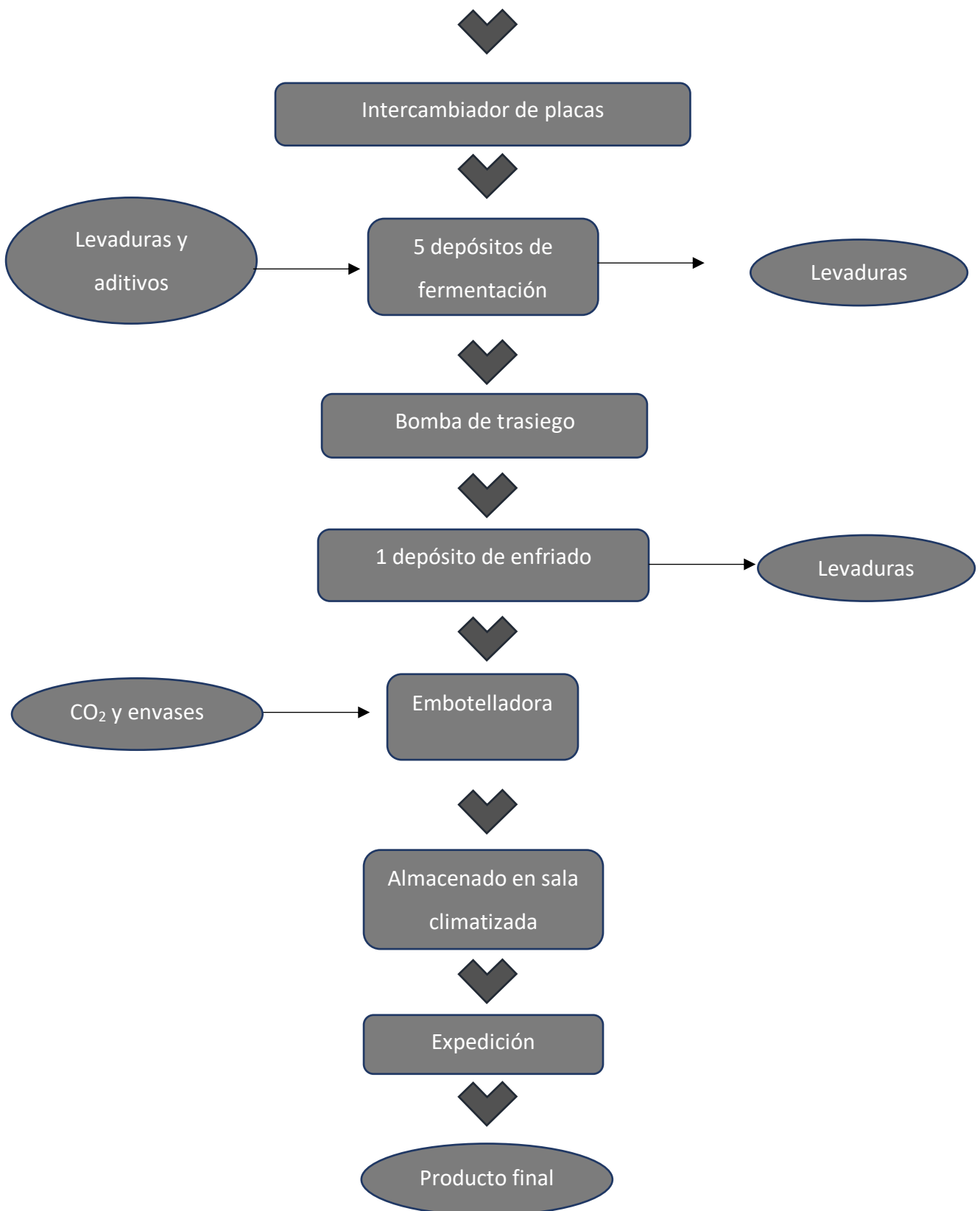


Figura 12.-Diagrama de flujo de los equipos en la cervecería Redneck Brewery.

6. Metodología cálculo Huella de Carbono

6.1. Consideraciones previas al cálculo.

Para calcular la Huella de Carbono se seguirá la *“Guía para el cálculo de la Huella de Carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización”* (Ministerio para la Transición Ecológica & OECC, 2020) y *“Instrucciones de uso de la calculadora de Huella de Carbono de organización alcance 1+2”* del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

Los primeros pasos por los que se debe empezar a preparar el cálculo según el apartado *“2.1. Antes de realizar el cálculo”* son:

1. Establecer los límites de la industria cervecera y los límites operativos. Esto se basa en decidir e indicar las áreas de la industria que se someterán a la recolección de información y en los cálculos. También trata sobre reconocer e identificar las fuentes emisoras asociadas a las operaciones dentro de esas áreas diferenciando entre las que son emisiones indirectas y las que son directas.

2. Elegir el periodo. Se refiere a decidir en qué año se va a calcular la Huella de Carbono. Suele ser el año natural anterior al año en el que se realiza el cálculo debido a que son los más actuales de una anualidad completa.

3. Recopilación de los datos de actividad de estas operaciones. Suelen ser los datos de consumo, tanto de combustible como eléctrico.

4. Buscar los factores de emisión adecuados. Mediante fuentes oficiales reconocidas a nivel internacional. Anualmente el Ministerio para la Transición Ecológica a través del Registro de Huella de Carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono, pone a su disposición los factores de emisión y las calculadoras de Huella de Carbono de Alcance 1+2.

Una vez se han llevado a cabo los pasos anteriores, el cálculo es inmediato realizando el producto del dato de la actividad por el correspondiente factor de emisión.

6.2. Base metodológica del cálculo

Según la “*Guía para el cálculo de la Huella de Carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización*” la fórmula que se aplica es:

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

El dato de actividad es referido al parámetro que define el grado o nivel de la actividad que genera las emisiones de gases de efecto invernadero.

El factor de emisión supone la cantidad de gases de efecto invernadero emitidos por cada unidad del parámetro anterior. Cada factor es específico para cada actividad tratada que se puede encontrar en la propia guía. Dichos factores definen los datos de las actividades respectivamente. Las unidades en las que estén expresados los factores de emisión han de elegirse a partir de los datos de la actividad disponible.

El resultado de dicha fórmula será una cantidad (en unidad de masa) determinada de dióxido de carbono equivalente (CO₂ eq). Dicha unidad utilizada para exponer los resultados hace referencia a los gases indicados en el Protocolo de Kioto como los gases más perjudiciales que contribuyen al calentamiento global, denominados gases de efecto invernadero. Estos son: el ya mencionado antes dióxido de carbono (CO₂), el metano, el óxido de nitrógenos, los perfluorocarbonos, el hexafluoruro de azufre, los hidrofluorocarbonos y el trifluoruro de nitrógeno. De todos ellos el más influyente en el calentamiento global es el CO₂ y esa es la razón por la cual las emisiones de gases de efecto invernadero se miden en función de dicho gas. La t CO₂ eq es la unidad universal de medida que indica el potencial de calentamiento atmosférico o potencial de calentamiento del planeta de cada uno de estos gases de efecto invernadero.

6.3. Alcance 1.

6.3.1. Desplazamiento de vehículos

En la metodología de la Guía no se considera necesario la contabilización de otros gases de efecto invernadero distintos del CO₂ respecto al transporte ya que este es el

que más predomina y el que más se produce, aunque estos pueden ser incluidos si la empresa los conoce.

En el Alcance 1 se incluye el transporte propio de la organización y la flota ajena sobre la que tiene control ya que incide indirectamente y puede tenerse en cuenta con respecto a la reducción de sus emisiones. Normalmente para las organizaciones dicho cálculo es referido a los consumos de los vehículos cuyo gasto de combustible corra a su cargo como turismos, camiones, furgonetas etc.

No se considera los transportes que sean usados por los trabajadores en los que no tengan el control de consumo como en el transporte público. Las emisiones que generen los empleados en el trayecto desde sus casas a los centros de trabajo son excluidas también. Dichas emisiones se consideran indirectas y se engloban en el Alcance 3.

Dato de actividad.

Existen dos opciones de calcular los datos para realizar este cálculo:

La primera opción contempla los datos del tipo y de la cantidad de combustible consumido.

Se registran las magnitudes y el tipo de combustible consumido como puede ser la gasolina o el gasóleo. Si se trata de coches eléctricos o híbridos enchufables las emisiones producidas por el consumo de electricidad se consideran como emisiones indirectas y se incluyen en el Alcance 2. Respecto a la cantidad de combustible, se cuantifican de maneras distintas en función de si es combustión interna o híbridos. Si se trata de vehículos de combustión interna la manera correcta de calcular la cantidad es con los litros de cada uno de los combustibles consumidos por los vehículos durante el periodo escogido de cálculo. Si por el contrario son vehículos híbridos no enchufables, se considerará el dato de litros de combustible consumido debido a que la electricidad la genera el propio vehículo.

Si en vez de tener el dato de la cantidad de combustible se tiene en euros gastado en combustible en ese periodo de tiempo, se debe realizar la conversión de litros consumidos a partir de los precios que aparecen en el geoportal de hidrocarburos que publica el Ministerio para la Transición Ecológica.

En la segunda opción se necesita el modelo del vehículo, el tipo de combustible y la distancia en km recorridos durante el periodo de evaluación.

Para poder hacer esta opción, es necesario que el modelo del vehículo considerado se encuentre en la base de datos del Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía. Es necesario conocer el tipo de motorización, la categoría, el segmento y los kilómetros recorridos.

Factor de emisión.

Dependiendo de la opción que se haya elegido, el procedimiento para obtener los factores de emisión es diferente:

En la primera opción se debe usar el documento de Factores de Emisión en el que se encuentran los factores de emisión para cada año de los combustibles más empleados por los vehículos. Las fuentes de donde se extraen esta información son el Inventario Nacional de Emisiones de España” y las “Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero de 2006”.

En la segunda opción se debe acudir a la página web del Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía donde se encuentra una aplicación de búsqueda por marca y modelo en la que se obtiene los g CO₂/km gracias a los datos de marca y modelo del coche, tipo de motorización, categoría y segmento. El cálculo de las emisiones es directo ya que se realiza multiplicando dichos g CO₂/km por los km recorridos.

Si el vehículo que estemos usando para calcular las emisiones consume un determinado biocombustible, como Biogasolina E10 o Biodiesel B30, se debe conocer la proporción de la parte bio que hay en la mezcla.

6.3.2. Consumo de combustibles en instalaciones fijas.

En este apartado es donde se consideran las emisiones derivadas del consumo de combustibles en instalaciones fijas. Esto incluye máquinas como calderas, hornos, turbinas, calentadores, incineradores, motores, quemadores, etc.

Dato de actividad.

Para este apartado es necesario recopilar la cantidad de los distintos tipos de combustibles fósiles consumidos especificando las unidades en que se miden de unos y otros en el periodo de tiempo en el que se realiza el cálculo de la Huella de Carbono. Este consumo se puede obtener mediante la suma de las facturas de ese año. Es importante diferenciar entre los datos de consumo con lo de suministro. Normalmente estos combustibles son:

Tabla 5.-Combustibles más habituales y su medida correspondiente.

Nombre del combustible	Unidad de medida
Gas Natural	Kilovatio-hora
Gas butano	Kilogramo o número de bombonas
Gas propano	Kilogramo o número de bombonas
Gasoil	Litros
Fueloil	Kilogramo
GLP genérico	Kilogramo
Carbón	Kilogramo
Coque de petróleo	Kilogramo

Factores de emisión.

De la misma manera que en el apartado anterior de factores de emisión para los desplazamientos en vehículos en la primera opción, se usara el siguiente enlace donde aparecen los factores de emisión que necesitamos:

https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/factoresemission_tcm30-479095.pdf

Se puede encontrar dichos factores para cada año de los combustibles empleados más importantes por vehículos, instalaciones fijas y equipos de climatización y otros. Las fuentes de donde se extraen estos factores son el Inventario Nacional de Emisiones de España y las Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero de 2006.

6.3.3. Utilización de biomasa.

Para definir la biomasa, se consultó La Decisión de la Comisión de 18 de julio de 2007, por la cual se establecen directrices para el seguimiento y la notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero. Esta define así la biomasa:

“Material orgánico no fosilizado y biodegradable que procede de plantas, animales y microorganismos, incluidos productos, subproductos, residuos y residuos de la agricultura, la silvicultura y las industrias relacionadas, las fracciones orgánicas no fosilizadas y biodegradables de residuos industriales y municipales y, también, los gases y líquidos recuperados de la descomposición de material orgánico no fosilizado y biodegradable” (Decisión de la Comisión, 2007).

La Guía otorgada por el Ministerio de Transición Ecológica no considera que la biomasa sea una fuente emisora de gases de efecto invernadero, no obstante, se recomienda tener recopilada dicha información.

Dato de actividad.

Este dato de actividad se refiere a la cantidad de biomasa consumida durante el periodo de cálculo elegido. En la propia Guía hay una lista de biomasa neutras respecto al CO₂ que se puede encontrar en el Anexo 1. En dicho Anexo, la biomasa es dividida en cuatro grupos: Plantas y partes de plantas, residuos, productos y subproductos de biomasa, fracciones de biomasa de materiales mezclados y combustibles cuyos componentes y productos intermediarios han sido obtenidos a partir de biomasa.

Factores de emisión.

Para el cálculo de la Huella de Carbono según esta Guía, la biomasa pura como combustible emite unas emisiones neutras. Se considera que las emisiones de CO₂ han sido absorbidas anteriormente por la atmósfera. No se consideran las emisiones que pudieran derivarse de su respectivo ciclo de vida por lo que se aplica a la biomasa pura un factor de emisión igual a 0 con distintas magnitudes (tonelada CO₂/Terajulio, tonelada CO₂/tonelada y tonelada CO₂/ Newtons metro cúbico).

6.3.4. Sistemas de refrigeración y climatización.

Las emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas con los equipos de refrigeración y climatización deben ser consideradas en nuestro cálculo en pequeñas empresas u organizaciones. Dichas emisiones son ocasionadas con gases refrigerantes, que son los que usan estos equipos. Estos gases suelen ser gases fluorados, más concretamente los hidrofluorocarburos (HFCs) cuyo potencial de calentamiento global o potencial de calentamiento atmosférico varía entre 12 hasta 14.800. Los HFCs se utilizan en varios sectores como refrigerantes, aire acondicionado o bombas de calor, disolventes, productos extintores, etc.

Las emisiones ocasionadas se producen durante todas las etapas del ciclo de vida de los sistemas ya sea en el proceso de instalación como en el uso del mismo. La Guía indica que, para hacer estos cálculos más sencillos, se permite desprestigiar las emisiones derivadas de la instalación y la eliminación de los equipos. Para calcular dichas emisiones, se debe multiplicar la cantidad de gas fluorado, considerado el refrigerante, que sea fugado en el periodo de tiempo del estudio por el factor de emisión que corresponda. En el caso de estos gases, dicho factor de emisión es el equivalente a su PCG. Por lo que Emisiones climatización/ Refrigeración será igual a kilogramo de gas refrigerante fugado por PCG.

Dato de la actividad.

Si tenemos en cuenta que en la organización de estudio hay equipos de refrigeración o climatización, para el cálculo será necesario saber cuál es ese tipo de gas

refrigerante o el preparado que es una mezcla de ellos que consume el equipo y saber mediante un registro la cantidad de gas que se ha recargado en cada equipo durante el periodo de estudio. Se tendrá en cuenta que el dato de la actividad buscado, cantidad de gas fugado durante un periodo determinado, equivale a la cantidad de gas que se recarga durante el año de estudio.

Para encontrar dicha información sobre el tipo y cantidad de cada gas refrigerante, podemos optar por buscar en la etiqueta del equipo, manual, especificaciones técnicas o mediante el fabricante, proveedor o empresa de servicios que desempeña la labor del mantenimiento.

Debido a las fugas no deseadas de gas fluorado o de las fugas intencionadas por labores de mantenimiento de los equipos puede haber emisiones fugitivas.

La Guía hace mención al Real Decreto 115/2017 de 17 de febrero donde se habla de la revisión de los sistemas frigoríficos en función de la cantidad de gases fluorados de efecto invernadero y se especifica el periodo de tiempo exacto para cada uno de los aparatos según las toneladas de CO₂ eq que contenga cada uno. En el queda reflejado la regulación tanto de la comercialización como de la manipulación de gases fluorados y sus correspondientes equipos y sus requisitos técnicos para su correcto desarrollo además de la certificación de los profesionales que los usan.

Factores de emisión.

Los Potenciales de Calentamiento Global (PCG) de los gases fluorados relacionan las emisiones generadas por dichos gases comparándolos con las emisiones generadas por la misma masa de CO₂ para generar esta contaminación. Los valores están incluidos en el Cuarto Informe de Evaluación del IPCC, 2007 y aprobados el 11/12/2011 por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático y están disponibles en esta Guía.

6.3.5. Otras actividades que generan otros GEI.

En el Protocolo de Kioto entran otros gases de efecto invernadero que se producen en distintas actividades. Estos son los perfluorocarburos (PFCs), el hexafluoruro de azufre (SF₆), el metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O) y el trifluoruro de nitrógeno (NF₃) que fue el último gas en ser incluido a la lista ya que se añadió en el segundo periodo de vigencia (2013-2020) del Protocolo.

Los anteriormente mencionados hidrofluorocarburos junto con los perfluorocarburos y el hexafluoruro de azufre forman los llamados gases fluorados. Se ha aumentado el uso de dichos gases aproximadamente un 60% en la Unión Europea desde la última década del siglo pasado hasta ahora y eso es algo negativo ya que presentan unos Potenciales de Calentamiento Global hasta 22.800 veces superior que el del CO₂. Debido a este motivo, la Comisión Europea ha decidido reforzar la legislación correspondiente para tratar de reducir las emisiones de estos gases en dos tercios para 2030. Los gases se originan en diferentes procesos dependiendo de la actividad que desempeñe la organización.

Para calcular las emisiones de estos gases se debe usar la metodología adecuada a la tipología de las actividades de la organización, dichas metodologías aparecen definidas en la Guía. La siguiente Tabla muestra los PGC y sus principales fuentes de emisión por la cual son emitidos:

Tabla 6-. Los PCGs y sus principales fuentes de emisión de los gases. (Ministerio para la Transición Ecológica, 2019).

GEI		PCG	Principales orígenes en España
PFCs	Perfluorocarburos	7.390-12.200	El 100% de las emisiones de PFCs son originadas por la producción de aluminio y extintores de fuego.
SF₆	Hexafluoruro de azufre	22.800	Todas las emisiones de SF ₆ son emitidas por equipos eléctricos
HFCs	Hidrofluorocarburos	12-14.800	Todas las emisiones de HFCs provienen de la industria de los equipos de refrigeración aire acondicionado y de los extintores de fuego.
CH₄	Metano	25	El 61% de las emisiones de CH ₄ son originadas por la agricultura y la ganadería (60% de la fermentación entérica, mayoritariamente de las vacas, y 39% de la gestión de purines), alrededor de un 31% proceden de los residuos (mayoritariamente vertido de residuos sólidos sobre el terreno), y aproximadamente un 8% de las actividades de quema de combustibles.
NF₃	Trifluoruro de nitrógeno	17.200	Fabricación de semiconductores, LCD y células fotovoltaicas.
N₂O	Óxido nitroso	298	El 74% de las emisiones de N ₂ O son originadas por la agricultura, el 16% por la combustión de combustibles fósiles y el 4% por la industria química y el manejo de aguas residuales.

6.4. Alcance 2.

6.4.1. Consumo eléctrico

Este apartado se refiere al consumo de nuestra organización en el periodo de tiempo del estudio de la Huella de Carbono.

Dato de actividad.

Los datos que se usan son los kWh de electricidad del año en cuestión por lo que se deben revisar las facturas de electricidad procedente de los proveedores externos de la organización analizada.

Se destaca que hay unas pérdidas por transporte y distribución en la red, eso significa que, para poder disponer de la cantidad determinada de los kWh, el consumidor debe tener en cuenta que ha sido producida una cantidad superior y la diferencia son las pérdidas por transporte y distribución.

Para no contabilizar dos veces las emisiones que le corresponde al consumidor y las que les corresponden a los productos, hay algunas metodologías que indican los consumidores finales de la electricidad no deben incluir las emisiones de vidas a las pérdidas por transporte en este alcance, si no que se debe hacer dentro del Alcance 3 siempre y cuando la organización conozca estos datos y desee incluirlos.

Factores de emisión.

Para el cálculo de las emisiones relacionadas con el consumo eléctrico, se debe aplicar el factor de emisión atribuible a la compañía eléctrica con la que se tenga contratado el suministro eléctrico para el año de cálculo. Dicho dato se puede encontrar en el documento "Mix Comercial y Factores de Impacto Medio Ambiental" que se encuentra en la web de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC), en el que se indica, para el año en el que se realiza el cálculo, el dato "Emisiones de CO₂ (kg CO₂/kWh)" según la compañía eléctrica. El valor debe tener dos números decimales.

Otro factor importante a tener en cuenta es el origen de la electricidad. El origen verde de la energía está regulado desde diciembre de 2007 a través de la Orden

ITC/1522/2007, de 24 de mayo. La manera de validar dicho origen es a través de la Garantía de Origen (GdO), que es una acreditación otorgada por la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia. Dicha acreditación está en formato electrónico y expedida a solicitud del interesado, que asegura que un número determinado de megavatios-hora de energía eléctrica producidos en una central, en un periodo temporal determinado, han sido generados a partir de fuentes de energía renovables y de cogeneración de alta eficiencia.

Si se da el caso de que el consumidor tenga contratada la electricidad con redención completa de Garantía de Origen, su factor de emisión no se correspondería con el de la compañía eléctrica, sino que, si la redención concierne a la Garantía de Origen de energías renovables, se considerará nulo. Por lo que:

Tabla 7.- Factores de emisión según su Garantía de Origen. (Ministerio para la Transición Ecológica, 2019).

	Factor de emisión	Unidad
Con GdO renovable	0	g CO ₂ /kWh
Sin GdO	Variable según compañía	g CO ₂ /kWh

También cabe señalar que si se tuviera el caso de que la organización tuviera contratada la electricidad con varias compañías eléctricas diferentes y se desea simplificar el procedimiento y hacer una suma total en vez de desglosar los kWh consumidos en cada una de ellas, se tendrá que emplear el factor de emisión correspondiente al valor medio de los factores de la mezcla de energía de las empresas comercializadoras sin la Garantía de Origen, valor que se proporciona en el mismo documento de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia y que aparece denominado como mix de la “Comercializadora sin GdO’s”.

En la propia Guía aparece en el Anexo IV una de las páginas del documento “Mix Comercial y Factores de Impacto Medio Ambiental” de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia y se señala dónde localizar los factores de emisión. Se incluye además en el mismo anexo un ejemplo de Garantía de Origen.

6.4.2. Instalaciones de energías renovables.

Si la organización cuenta con instalaciones para la generación de energía renovable para su consumo propio, esto repercutirá directamente en una reducción del consumo energético (de la red eléctrica general y/o de combustibles fósiles). Esto debe quedar reflejado en el resultado final de la Huella de Carbono de la organización ya que es importante tener en cuenta que gracias a contar con esta energía renovable se consume menos combustibles fósiles.

6.5. Alcance 3.

Este alcance se refiere a otras emisiones indirectas que son creadas por actividades de la empresa. Se diferencian del Alcance 2 porque ocurren en fuentes que no están controladas propiamente por la entidad de estudio como pueden ser los viajes de trabajo a través de medios externos, transporte de materias primas, de combustibles y de envases u otros productos realizados por terceros o la utilización de servicios ofrecidos por otros. Puede ser un porcentaje considerable de emisiones de la empresa, no obstante, la calculadora del Ministerio para la Transición Ecológica no incluye este alcance. En este trabajo no se va a realizar este cálculo ya que presenta ciertas dificultades en la hora de recogida de datos.

En este trabajo se consideran dentro del Alcance 3 los siguientes elementos:

-Los bienes y servicios comprados: cultivo, recolección, fabricación y transporte de la materia prima necesario para el producto final.

-Las emisiones emitidas por los procesos de extracción, producción y transporte de los equipos u otros materiales necesitados por la organización como puede ser la maquinaria, ordenador o vehículo.

-Emisiones debidas a la generación de la energía que es adquirida por la empresa objeto de estudio.

7. Consumos energéticos y eléctricos.

7.1. Consumo y alcance en el proceso productivo de Cerveza

En la Tabla 8 se muestran los consumos del proceso productivo de la cerveza y para los distintos alcances considerados.

Tabla 8.- Consumos y alcances del proceso productivo de la cerveza.

Equipo	Tipo de energía consumida	Alcance
Molturación de la malta	Electricidad	Alcance 2
Depósito de malta	Electricidad	Alcance 2
Sinfín	Electricidad	Alcance 2
Molino	Electricidad	Alcance 2
Paila de maceración	Electricidad	Alcance 2
Bomba de trasiego	Electricidad	Alcance 2
Cuba de filtrado	Electricidad	Alcance 2
Cuba de cocción	Gas Natural	Alcance 1
Campana extractora	Electricidad	Alcance 2
Cuba de fermentación	Electricidad	Alcance 2
Intercambiador de placas	Electricidad	Alcance 2
Cuba de enfriamiento	Electricidad	Alcance 2
Embotelladora	Electricidad	Alcance 2
CPI Instalación de limpieza	Electricidad	Alcance 2
Cámara frigorífica	Electricidad	Alcance 2
Sala climatizada 18°C	Electricidad	Alcance 2

8. Determinaciones para el cálculo de la Huella de Carbono.

8.1. Periodo de estudio.

El límite temporal escogido es el del año 2021 por ser el año anual completo más próximo del cual la cervecera tiene los datos completos.

Desde el 01/01/2021 hasta el 31/12/2021.

8.2. Determinación de los límites.

Para el cálculo de la Huella de Carbono se deben establecer las áreas de la industria que se incluirán en la recogida de la información y de los cálculos. En este caso, al ser una organización de pequeña magnitud, no supone una gran complejidad ya que solo se dispone de un centro de operaciones.

En este trabajo se van a representar los Alcances 1 y 2 debido a que se ha tenido en cuenta el combustible de los vehículos, el consumo energético y eléctrico de la cervecera.

Las unidades englobadas dentro de los alcances son la línea de producción, los distintos almacenes de la nave, la oficina que es la zona administrativa de toda la empresa, la sala climatizadora y la cámara frigorífica además del vehículo que se dispone para la distribución del producto final.

En la identificación de las fuentes de emisiones de GEI en la organización, aparte de la Tabla 8 donde se reflejan tanto el equipo como el alcance al que corresponde, se tiene en cuenta el vehículo del que dispone nuestra empresa y que corresponde al Alcance 1.

8.3. Determinación factores de emisión.

La industria cervecera Redneck Brewery consume electricidad a través de la comercializadora "REPSOL COMERCIALIZADORA DE ELECTRICIDAD Y GAS, S.L.U". Esta garantiza una electricidad 100% renovable y cuenta por ello con la máxima certificación "etiqueta A" sobre el origen respetuoso con el medio ambiente en relación con la electricidad que suministra (Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia). Debido a que el origen de la electricidad de la organización es de origen verde, la Orden ITC/1522/2007, de 24 de mayo, que regula la garantía del origen de la electricidad procedente de fuentes de energía renovables, el factor de emisión es nulo.

Tabla 9.- Etiquetado restante de comercializadoras que han efectuado redenciones de Garantía de Origen. (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Gobierno de España, 2022).

Comercializadora	kg CO ₂ e/kWh
REPSOL COMERCIALIZADORA DE ELECTRICIDAD Y GAS, S.L. U	0,000

Respecto al combustible fósil en las instalaciones fijas, esta cervecería artesanal usa Gas Natural, suministrada por Total Energies, la cual es considerada una de las energías más limpias ya que su extracción y generación tiene un efecto medioambiental menor que el de otras energías. Se estima que la combustión del Gas Natural reduce entre un 20 y 30% las emisiones de CO₂ (Nedgia, 2018).

En la calculadora de la Huella de Carbono se indica que el factor de emisión del Gas Natural es de 0,182 kg CO₂/ud, valor que es de los más bajos respecto a los demás tipos de combustible.

Para calcular el consumo de combustible fósil en el vehículo de la empresa, ya que esta no usa este tipo de combustible para la maquinaria, se debe tener en cuenta el factor de emisión del gasóleo B7 en furgonetas y furgones cuyo valor es de 2,486 kg CO₂/ud.

9. Recogida de datos de la organización.

Para obtener los datos necesarios para el cálculo de la Huella de Carbono, se creó una plantilla de recogida de datos creada con el programa Excel, que queda representada en el Anexo 2, para facilitar a la empresa el envío de los datos necesarios que se muestra a continuación.

1. Desplazamiento de vehículos: tipo y cantidad de combustible consumido
¿Cuántos vehículos tenéis en la empresa?: 1

La organización realiza desplazamientos en vehículos propios o alquilados (ya sean turismos, camiones, furgonetas, motos, etc.) para el desarrollo de su actividad: Propios

¿Qué tipo de combustible utilizan?

	E5 (l): mezcla de un 5 % de bioetanol y el resto de gasolina.
	E10 (l): mezcla de un 10 % de bioetanol y el resto de gasolina.
	E85 (l): mezcla de un 85 % de bioetanol y el resto de gasolina.
X	B7 (l): mezcla de un 7 % de biodiesel y el resto de gasóleo
	B10 (l): mezcla de un 10 % de biodiesel y el resto de gasóleo.
	B20 (l): mezcla de un 20 % de biodiesel y el resto de gasóleo
	B30 (l): mezcla de un 30 % de biodiesel y el resto de gasóleo.
	B100 (l): combustible formado por un 100 % de biodiesel.
	XTL (l): diésel parafínico.
	CNG (kg): Gas Natural comprimido.
	LPG (l): gas licuado de petróleo.
	LNG (kg): Gas Natural licuado.
	H2 (kg): hidrógeno.

¿Qué cantidad de combustible habéis gastado o cuántos kW/h (vehículos eléctricos o híbridos) habéis consumido en el año 2021?:

Tipo de combustible	Cantidad consumida (L)
B7 (L): mezcla de un 7 % de biodiesel y el resto de gasóleo.	2.880

Para poder hacer el cálculo de otra manera que sirva como comprobación, se han recogido también estos datos:

Vehículo Nº	Marca	Modelo	Combustible	Km recorridos en 2021
1	Volkswagen	Caddy LIFE TDI	B7	55.000

2. Cantidad consumida de los diferentes combustibles fósiles consumidos.
(indicando la unidad de masa o de volumen consumida.)

-Gas Natural (kWh): 39.122

Esta cifra se sacó gracias a la Figura 13 que pertenecía a una factura del año 2022 y de ahí se sacó la Tabla 10 siendo esto una aproximación.

Tabla 10-. Consumo de Gas Natural en kWh mensual.

Mes	kWh
Enero	3200
Febrero	2574
Marzo	3200
Abril	4000
Mayo	3900
Junio	3700
Julio	4000
Agosto	4457
Septiembre	3000
Octubre	891
Noviembre	2000
Diciembre	4200
Total	39122

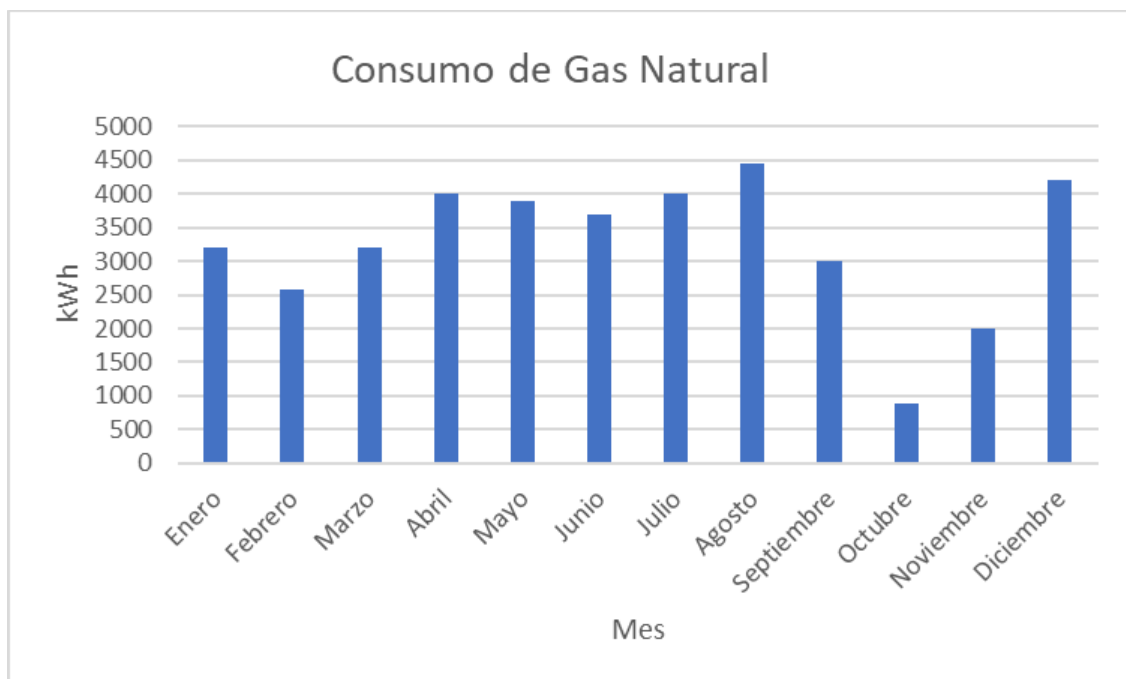


Figura 13.- Consumo mensual de Gas Natural en kWh desde enero de 2021 hasta diciembre de 2021.

-Gas butano (kg o N° bombonas): 0

-Gas propano (kg o N° bombonas): 0

-Gasoil (l): 0

-Fueloil (kg): 0

-GLP genérico (kg): 0

-Carbón (kg): 0

-Coque de petróleo (kg): 0

3. Cantidad de biomasa consumida:

Tipo de biomasa:	Cantidades parciales (kg):
A. Plantas y partes de plantas:	0
B. Residuos, productos y subproductos de biomasa:	0
C. Fracciones de biomasa de materiales mezclados:	0
D. Combustibles cuyos componentes y productos intermedios han sido obtenidos todos a partir de biomasa:	0

4. Cantidad de gas refrigerante fugada. (cantidad de gas refrigerante que se necesita volver a introducir en el sistema): No ha habido recargas.

5. Los kWh consumidos por nuestra organización. (Para ello se revisarán las facturas de electricidad del año 2021): 24.300

Nombre de la comercializadora suministradora de energía:

REPSOL COMERCIALIZADORA DE ELECTRICIDAD Y GAS, S.L. U

Se elaboro la Tabla 12 gracias a los gráficos de las facturas de la comercializadora suministradora de energía el cual queda representado en la Figura 14.

Tabla 11.- Consumo mensual de electricidad en kWh.

Mes	kWh
Enero	1400
Febrero	1300
Marzo	1800
Abril	2000
Mayo	2200
Junio	2400
Julio	2600
Agosto	2800
Septiembre	2500
Octubre	2000
Noviembre	1900
Diciembre	1400
Total	24300

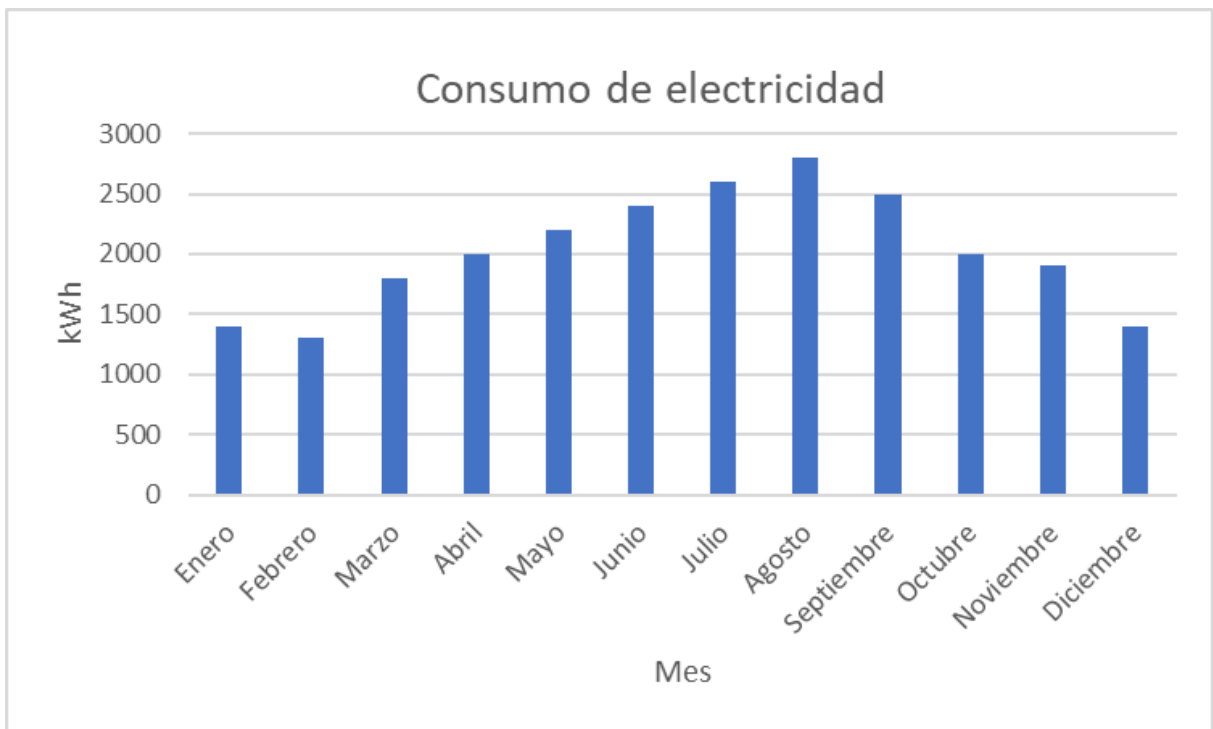


Figura 14.- Consumo mensual de electricidad en kWh.

6. Instalaciones de energías renovables y los kWh generados (Si disponéis):

No se dispone.

-Tipo de energía renovable: No se dispone.

-Energía consumida/vendida(kWh): 0

7. Volumen de producción de cerveza en hectolitros anual: 1.000hl

Factor de emisión de CO₂ debido a la fermentación de la cerveza: 3,6 kg CO₂/hl de cerveza.

10. Cálculo y resultados

Los datos a continuación están sacados de la Calculadora del Ministerio que queda reflejada en el Anexo 4.

Alcance 1.

Consumo de combustibles fósiles en vehículos y maquinaria.

Se dispone de un único vehículo funcional con motor de gasóleo de tipo B7.

El modelo es Volkswagen CADDY LIFE TDI. La cantidad de gasóleo consumida es de 2.880 litros y ha realizado 30.000 kilómetros aproximadamente en un año.

Al tener los datos necesarios para las dos opciones, se puede elegir el método según la preferencia.

En la primera opción, al usar el combustible B7, tiene unas emisiones de 2,486 kg CO₂/L, 0,009 g CH₄/L y 0,076 g N₂O/L.

Por lo que el resultado será:

$$2.880 \text{ L} * 2,486 \text{ kg CO}_2/\text{L} = 7.159,68 \text{ kg CO}_2$$

$$2.880 \text{ L} * 0,009 \text{ g CH}_4/\text{L} = 25.92 \text{ g CH}_4$$

$$2.880 \text{ L} * 0,076 \text{ g N}_2\text{O}/\text{L} = 218,88 \text{ g N}_2\text{O}$$

Usando la segunda opción, que puede ser usada como una comprobación, al conocer el modelo del vehículo, Volkswagen CADDY MAXI LIFE TDI, se puede averiguar que le corresponde 132 g CO₂/km y teniendo en cuenta que los kilómetros recorridos son 55.000, el resultado será:

$$55.000 \text{ km} * 132 \text{ g CO}_2/\text{km} = 7.260 \text{ kg CO}_2$$

Ambas cantidades se aproximan con una diferencia muy pequeña por lo que se puede llegar a la conclusión de que esta correctamente calculado.

Para el total del cálculo se usará la primera cantidad calculada por ser más precisa respecto a los kg CO₂.

Consumo de combustibles fósiles en instalaciones fijas.

Solo se consume Gas Natural y como se indica en la Tabla 10 la cantidad de combustible consumida es de 39.122 kWh.

Los factores de emisión del Gas Natural son 0,182 kg CO₂/kWh y 0,016 g CH₄/kWh.

Por lo que el resultado será:

$$39.122 \text{ kWh} * 0,182 \text{ kg CO}_2/\text{kWh} = 7.120,20 \text{ kg CO}_2$$

$$39.122 \text{ kWh} * 0,016 \text{ g CH}_4/\text{kWh} = 625,95 \text{ g CH}_4$$

Emisiones de proceso

En este apartado, la calculadora nos indica que se excluyen las emisiones de CO₂ que proceden de procesos químicos o físicos a partir de la biomasa donde se incluiría la fermentación de la cerveza. Sin embargo, en el presente trabajo sí que se van a tener en cuenta. La razón por la cual esta calculadora no las contempla es porque está diseñada para calcular las emisiones de gases de efecto invernadero producidos por otras industrias que generan unas mayores emisiones en sus procesos en relación a la cantidad emitida durante el proceso de fermentación. Por ello, se van a tener en cuenta dichas emisiones de CO₂ durante la producción de cerveza para poder obtener una cantidad más exacta y ajustada a la realidad.

La organización de estudio produce durante un año 100.000 litros (1.000 hectolitros) de cerveza.

El factor de emisión del CO₂ por la fermentación de la cerveza según la “Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del sector cervecero” es de entre 3.2-4 kg CO₂/hl. (Ministerio de Medio Ambiente, 2005, p. 129.)

Se cogerá el dato de 3.6 kg CO₂/hl cerveza como aproximación.

Por lo que el resultado será:

$$1.000 \text{ hl} * 3.6 \text{ kg CO}_2/\text{hl} = 3.600 \text{ kg CO}_2$$

Los Compuestos Orgánicos Volátiles Distintos del Metano (NMVOC) son compuestos formados por hidrocarburos a los cuales se les une alguno de los siguientes grupos químicos: alcoholes, aldehídos, alcanos, aromáticos, cetonas y derivados halogenados. Su mayor característica es que se vaporizan fácilmente a temperatura ambiente. Es importante tenerlos en cuenta en el cálculo ya que estos compuestos son precursores de ozono. Esto es referido a que, si se mezclan con otros contaminantes atmosféricos, y reciben exposición solar, estos son capaces de formar ozono al nivel del suelo. Siguiendo el documento disponible en la página del Ministerio, Producción de vino, cerveza y licores (emisiones de proceso), la producción de cerveza es responsable de 35 g / hl de NMVOC.

Por lo que:

$$1.000 \text{ hl} * 0.035 \text{ kg/hl} = 35 \text{ kg NMVOC}$$

Alcance 2.

Consumo de electricidad en la nave.

El consumo eléctrico anual es de 24.300 kWh. La comercializadora que suministra la energía es REPSOL COMERCIALIZADORA DE ELECTRICIDAD Y GAS, S.L. U.

Dispone de Garantía de Origen (GdO) por lo que su factor de mix eléctrico empleado por esta comercializadora para este año de estudio es de 0,00 kg CO₂e/kWh.

Por lo que el resultado será:

$$24.300 \text{ kWh} * 0 \text{ kg CO}_2\text{e/kWh} = 0 \text{ kg CO}_2$$

Resultado final del total de CO₂ emitido:

Los kg CO₂ equivalente es una forma de representar la emisión total de gases de efecto invernadero llevándolos a esta única medida a través de una conversión considerando la masa de los gases.

Se realiza un sumatorio de todos los apartados anteriores.

Por lo que el resultado final será:

$$7.159,68 + 7.120,20 + 3.600 + 0 = 17.879,88 \text{ kg CO}_2$$

Siendo el total de CO₂ emitidos por el volumen de producción:

$$17.879,88 \text{ kg CO}_2/100.000 \text{ L} = 0.1788 \text{ kg CO}_2/\text{L}$$

$$17,88 \text{ t CO}_2/1.000\text{hl}$$

Resultado final del total de CO₂ equivalente emitido:

Se debe tener en cuenta los demás GEI contemplados en el cálculo para así obtener una cifra que agrupe a todos los gases además del CO₂ producidos en la cervecera artesanal. Esto se hace a través de los factores de caracterización, en este caso referidos a los kg eq CO₂. De este modo, se pueden obtener valores con unidades equivalentes que pueden ser sumados.

Tabla 12.-Los PCGs y sus principales fuentes de emisión de los gases. (Ministerio para la Transición Ecológica, 2019).

Sustancia	Factor de Caracterización kg CO ₂ equivalente
CO ₂ Dióxido de carbono	1
CH ₄ Metano	25
N ₂ O Óxidos nitroso	298
HFCs Hidrofluorocarbonos	124-14.800
SF ₆ Hexafluoruro de azufre	22.800

Teniendo en cuenta los demás gases de efecto invernadero calculados:

$$625,95+25,92=651,87 \text{ g CH}_4$$

$$218,88 \text{ g N}_2\text{O}$$

$$35 \text{ kg NMVOC}^*$$

Se obtiene:

$$17.879,88 \text{ kg CO}_2 * 1 = 17.879,88 \text{ kg CO}_2 \text{ eq}$$

$$0,65187 \text{ kg CH}_4 * 25 = 16,297 \text{ kg CO}_2 \text{ eq}$$

$$0,21888 \text{ kg N}_2\text{O} * 298 = 65,227 \text{ kg CO}_2 \text{ eq}$$

$$17.879,88 + 16,297 + 65,277 = 17.956,14 \text{ kg CO}_2 \text{ equivalente.}$$

Siendo el total de CO₂ emitidos por el volumen de producción:

$$17.956,814 \text{ kg CO}_2 \text{ eq}/100.000 \text{ L} = 0.1796 \text{ kg CO}_2/\text{L}$$

* Los Compuestos Orgánicos Volátiles Sin Metano (NMVOC) no se tienen en cuenta ya que no se encuentran en los GEI contemplados por ninguna de las metodologías, incluida la usada: Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC).

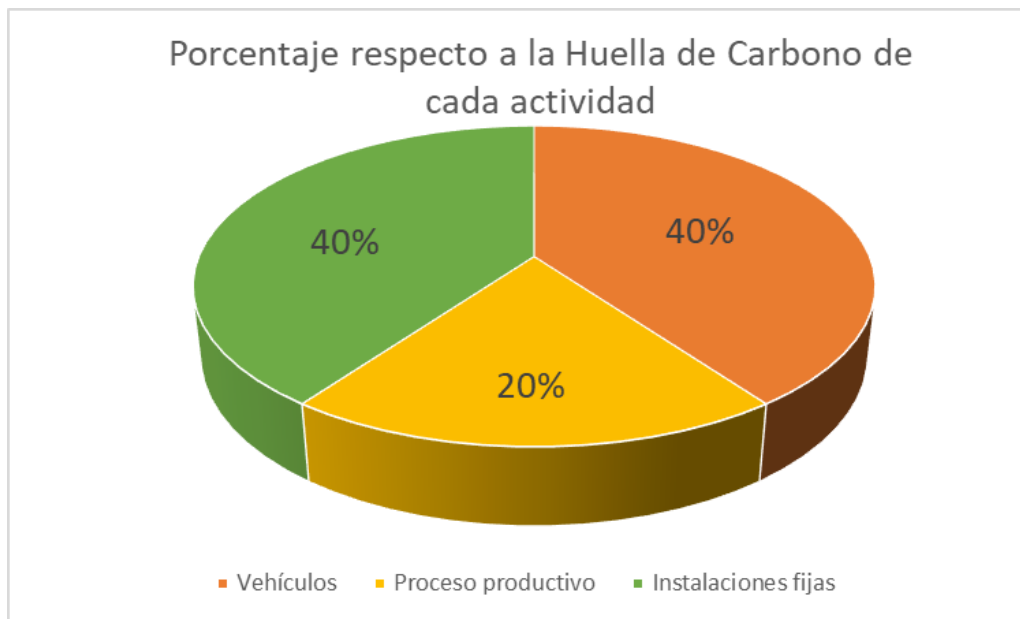


Figura 15.- Gráfico del porcentaje de contaminación de cada actividad.

En este gráfico se puede observar de manera más visual cuáles son los tres factores en los que la empresa puede trabajar para disminuir sus emisiones de CO₂ a través de un plan de mejora siendo el transporte por vehículos y las instalaciones fijas los más relevantes para el cambio.

11. Discusión.

Como se mencionó dentro del análisis del mercado, en el apartado “3.4. El sector en España”, los datos que se dispone de las Huellas de Carbono en tCO₂/ud registradas en la página del Ministerio para la Transición Ecológica son:

- ESTRELLA DE LEVANTE, S.A.U en el año 2019 con una Huella relativa 1+2 de 3,77 toneladas CO₂/1.000 hectolitros, obteniendo el sello Calculo.
- HIJOS DE RIVERA, S.A.U. en el año 2019 con una Huella relativa 1+2 de 2,85 toneladas CO₂/1.000 hectolitros, obteniendo el sello Calculo.
- LA ZARAGOZANA, S.A. en el año 2020 con una Huella relativa 1+2 de 8,64 toneladas CO₂/1.000 hectolitros, obteniendo el sello Calculo.

Todas estas son descritas como de gran tamaño, por lo que, si comparamos el resultado de la cervecera artesanal objeto de estudio, que es 17,88 t CO₂/1.000hl, se puede observar que este es muy superior en comparación. Esto podría ser causa de que los sistemas de la cervecera artesanal no consiguen sacar el mismo rendimiento que los de las grandes industrias.

12. Plan de mejora para la cervecera del estudio.

12.1. Introducción.

Gracias a la Huella de Carbono, además de tener el conocimiento de las emisiones de GEI que ocasiona cada actividad de la organización como se ha visto anteriormente, se puede establecer un plan de mejora creando unos objetivos para la reducción de las emisiones y haciendo una comparación con empresas del mismo sector para descubrir posibles deficiencias en el proceso, mantenimiento, transporte, etc. Se debe identificar y analizar cuáles son los puntos críticos e intentar crear un cambio

positivo sobre ellos. Respecto a las opciones tecnológicas, se debe considerar el uso de mejores técnicas disponibles teniendo en cuenta la emisión de los GEI.

La organización es responsable de 17.956,14 kg CO₂ equivalente.

Las actividades donde se puede trabajar en una mejora son las que conciernen a los vehículos, emisiones de proceso y a las instalaciones fijas. Siendo estas responsables de:

Consumo de combustibles fósiles en vehículos: 7.159,68 kg CO₂

Consumo de combustibles fósiles en instalaciones fijas: 7.120,20 kg CO₂

Emisiones de proceso: 3.600 kg CO₂

12.2. Vehículo.

Respecto a la mejora del combustible se podría cambiar este por uno menos contaminante como podría ser el B20 o el B30. Con estas opciones de combustible el factor de emisión en kilogramos de CO₂ se reducirían de 2,486 (B7) a 2,158 y 1,906 respectivamente. Otra posibilidad podría ser cambiar el coche por un híbrido o eléctrico.

Sin embargo, si no se quisiera cambiar ni el coche ni el combustible se podría reducir el consumo de combustible haciendo uso de marchas largas además de mantener el vehículo en condiciones óptimas o la optimización de las rutas que se hacen para transportar el producto ya que se gastaría menos combustible y habría un ahorro económico a mayores.

12.3. Instalaciones fijas.

En el caso de las instalaciones fijas, ya se usa Gas Natural que es un combustible de los menos contaminantes que hay actualmente por lo que no sería necesario cambiar este tipo de consumo, aunque si sería interesante estudiar como disminuirlo. Para ello se podrían plantear opciones como la mejora en el aislamiento de la nave, sobre todo puertas y ventanas, y de los equipos, una renovación de las instalaciones antiguas o con modificaciones oportunas. También sería recomendable que no se tuviera la puerta de

acceso abierta cuando la fase de cocción estuviera realizándose además de tener la superficie de la transferencia de calor limpia.

En este caso, una herramienta que dispone la cervecería para disminuir sus gastos correspondientes de Gas Natural y disminuir su Huella de Carbono, sería sustituir esta fuente de energía por la electricidad. Se dispone información de cuanto se paga mensualmente de Gas Natural y conociendo también los costes de la electricidad, los dueños son los que van escogiendo que tipo de energía usar según les convenga más. Esta práctica se podría realizar en el equipo de la cuba de cocción ya que usa Gas Natural para calentar el producto mediante un quemado que se encuentra en la parte inferior de esta.

Así mismo, conociendo el equipo que usa Gas Natural, en este caso la cuba de cocción, se podría hacer una mejora en el rendimiento del quemador con un mejor aislamiento en la cuba. También sería útil hacer un control del tiempo para que el quemador no esté en funcionamiento más tiempo del requerido.

12.4. Electricidad.

Aunque el CO₂ equivalente del consumo de electricidad sea nulo según los criterios de cálculo debido a que se dispone de Garantía de Origen, el consumo no es 0 y por ello no se debe dejar de intentar mejorar este aspecto considerando mejoras como el uso de más luz natural, un cambio de bombillas de bajo consumo o incrementar la limpieza de las lámparas y ventanas. Una práctica que se está usando cada vez más es el cambio a tecnología led. El uso de led ha sufrido un incremento en su uso ya que son más eficientes que las bombillas convencionales.

Asimismo, se podría revisar el aislamiento térmico ya que los tanques de fermentación si contaban con uno y esta práctica podría usarse en las demás instalaciones como en la cuba de cocción, la cámara frigorífica o en la sala climatizada, además de en otros componentes de los equipos como son las tuberías bridas, válvulas, etc. También se debe tener en cuenta la realización de un mantenimiento periódico de

las bombas y el quemador para asegurar su eficiencia lo que daría como resultado una menor pérdida de energía eléctrica.

12.5. Proceso.

En cuanto a las emisiones del proceso son más complejas de reducir ya que se trata de un proceso de metabolismo microbiano necesario para la elaboración de la cerveza. Aunque una posible solución sería el uso de un sistema de recuperación del CO₂ del proceso de fermentación, pero de momento solo está disponible para grandes producciones. Dicho sistema permite recuperar, reciclar y almacenar el CO₂ para poder así carbonatar la cerveza. Así se lograría ahorrar dinero al no tener que comprar carbono alimentario y reducir el impacto medioambiental. Otra posibilidad podría ser la instalación de un circuito de reciclaje a través de un refrigerador que permita atrapar las emisiones de CO₂ para uso de carbonatado de cervezas o venta.

Otra práctica que sería interesante de desarrollar podría ser la reutilización de levadura de los tanques en el proceso de fermentación debido a que la eliminación de las levaduras supone la pérdida de entre 1.5-2.5% del total de la producción según se indica en la Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del sector cervecero del Ministerio de Medio Ambiente. Se debe recoger toda la levadura sobrante posible debido a que solo una parte se puede reutilizar y que aportaría una menor contaminación en las aguas residuales además de la ventaja de poder venderla para otros usos como alimento en ganaderías porcinas, capsulas de levadura, cosméticos...De igual forma, la reintroducción de levaduras retiradas permite conseguir un subproducto con menor grado de humedad y lo hace más fácil de valorizar. En los fermentadores cilíndricos-cónicos es más eficiente recuperar las levaduras minimizando así las pérdidas de cerveza al retirarlas y la filtración de flujo tangencial es la más conveniente y efectiva.

12.6. Otras recomendaciones.

En cuanto a la limpieza, se recomienda la retirada segregada y en seco de los residuos generados antes de la limpieza con agua debido a que se reduce el volumen de agua y productos de limpieza. También es recomendable el uso de mangueras de bajo caudal y alta presión, sistemas que permitan usar la combinación de agua y vapor y el uso de productos de limpieza de mejor calidad. Además, a esto se le puede sumar evitar el secado del equipo con toallas de papel y un mayor uso de la escoba y la fregona para no usar la manguera cuando no sea necesario.

Se podría proyectar una recogida de envases ya usados en los propios puntos de venta ya que estos son establecimientos a los que la propia empresa lleva el producto. Se plantearía la idea de recoger los botellines vacíos en las propias cajas donde llegaron a cambio de una compensación económica como ya hacen empresas más grandes. Estas se someterían a un eliminado de la pasta de las etiquetas y a un lavado y esterilizado para poder volverse a usar. La pasta del etiquetado se puede reciclar o compostarse si es viable.

Finalmente se podría plantear la posibilidad de la instalación de energía renovables limpias como sería el caso de placas solares en la parte superior de la nave, energía eólica o biomasa. Gracias a este tipo de instalaciones se reducirían las emisiones de CO₂ a la atmósfera y además se reduciría la Huella de Carbono ya que se requeriría menos consumo de procesos contaminantes.

La energía solar térmica es la opción más sencilla y económica, aunque para saber si su instalación sale rentable para la organización se debería hacer una valoración por la zona donde está situada la nave, la energía y dinero que se podría ahorrar y el coste de la compra, instalación y mantenimiento.

Una estrategia interesante que usa la marca El Águila es la de omitir el proceso de filtración. Dicho método hace que la empresa logre escatimar en gastos y disminuir sus emisiones. Esta gran industria cervecera propone un producto novedoso eliminado un proceso, en este caso la filtración con la justificación de que en el siglo XX no se

empleaba. De esta manera disminuyen su consumo de energía y venden un producto que se distingue entre los demás. Esta práctica podría considerarse y hacer un tipo de cerveza sin filtrar que además de llamativa disminuirá el impacto medioambiental de la cervecera.

En el presente trabajo no se ha estudiado el Alcance 3, sin embargo, se sugiere que, para reducir dicho alcance, se podría valorar la idea de comprar materias primas y envases en puntos más cercanos, y si es posible, que los botellines, cajas y papeles de oficina estuvieran compuestos por material reciclable y que contengan la menor cantidad de embalaje posible.

Como se mencionó en el apartado “3.4. El sector en España”, las medidas por las que están optando otras empresas podrían ser una buena fuente de inspiración como la incorporación de sistemas de alta eficiencia energética y libres de hidrofluorocarburos en los equipos de frío, la adhesión a la iniciativa Lean & Green, la propuesta de alcanzar el 99% de los residuos valorizados o aumentar un 40% de las compras que incorporan requerimientos ambientales.

12.7. Compensación.

Si la organización estuviese dispuesta a compensar parte de sus emisiones de forma voluntaria, una opción es a través de un proyecto de absorción de CO₂. En España hay diversas entidades que ponen en marcha este tipo de proyectos vinculadas al Registro Nacional de Huella de Carbono. Existen dos tipos de proyectos: repoblación forestal con cambio de uso de suelo a bosque y acciones de restablecimiento de masas forestales en zonas incendiadas. Se puede buscar gracias a la página del Ministerio de España por la zona que te interese a través de este buscador:

https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/buscador_proyectos.aspx

12.8. Creación de un objetivo.

Para realizar el establecimiento de un objetivo cuantificable de reducción de emisiones se deben tener en cuenta las siguientes directrices del marco teórico:

1. Concienciación de los responsables de la organización.

Lo primero y más importante que se debe tener en cuenta es que los dueños de empresa quieran y se comprometan a iniciar un cambio para así poder tener una contaminación mínima en el desarrollo y venta de su producto.

2. Seleccionar el objetivo a realizar.

Se puede clasificar los objetivos de dos maneras: absoluto o relativo. El objeto absoluto habla de una cantidad específica de reducción de emisiones, por el contrario, el objeto relativo se refiere a la relación entre la reducción de los gases de efecto invernadero emitidos y las diferentes unidades que representan el nivel de actividad de la empresa. Se debe elegir el tipo según los factores como la comparación o crecimiento de la actividad.

3. Seleccionar el límite del objetivo.

Se debe tener en cuenta cuales son las fuentes, operaciones y actividades que emiten los gases de efecto invernadero por los cuales se establecerá un plan de mejora y quedaran incluidos bajo el objetivo.

4. Seleccionar el año base de comparación.

En este apartado se fijará el año que será usada como base de comparación de la Huella de Carbono emitida y ver si hay una mejoría. Suele hacerse mediante un porcentaje en el que se indica cuanto se desea mejorar. Si el objetivo es complicado o es muy costoso obtener los datos fiables para un año, se puede hacer uso de un año base móvil que facilitara el proceso ya que solo se debe hacer el recálculo el año anterior.

5. Establecer una fecha límite para tener el objetivo realizado.

Teniendo en cuenta la capacidad y recursos de la organización y teniendo en cuenta la dificultad del objetivo, se puede elegir entre corto o medio plazo para su cumplimiento.

6. Establecer cuanto va a durar el periodo de compromiso.

Es referido al periodo para el cual se establecerá el seguimiento de las emisiones con la finalidad de obtener información sobre la evolución del objetivo establecido y usar correcciones si fuese necesario. Dicho periodo puede ser anual o multianual.

7. Establecer el nivel del objetivo cuantitativamente.

Primero se debe hacer una investigación sobre las emisiones de GEI y las características variables de la organización. Gracias a ello se podrá idear posibles escenarios que puedan reducir esos gases, como un cambio de vehículos a unos más sostenibles, ajustar el horario según la luz natural, uso de energía renovable, un cambio en las bombillas por unas de menor consumo...

8. Tener un seguimiento e informar sobre el progreso conseguido.

Una vez comenzado el proceso de mejoría de la organización en cuanto al CO₂ que emite a la atmósfera, debe ser recogido y almacenado para poder llevar un seguimiento de los objetivos establecidos y cumplidos.

La información necesaria que se debe tener en cuenta para crear el objetivo es:

- El tipo de objetivo.
- El nivel del objetivo con un valor numérico.
- El año base del objetivo.
- La fecha de compromiso del objetivo.
- Extensión del periodo de cumplimiento.

Teniendo el conocimiento de estos pasos, para la empresa estudiada en este trabajo se podría plantear así en los diferentes puntos:

1. Concienciación y acuerdo entre los integrantes de la cooperativa.
2. La manera más aconsejable sería el uso de objetivos relativos por el hecho de intentar reducir las emisiones de GEI por volumen de cerveza producido.

3. Las actividades de las que esta organización es responsable en cuanto a la emisión de GEI es definida por el proceso productivo de la cerveza y el transporte del producto final.

4. El año 2021 es donde se ha realizado el primer cálculo de Huella de Carbono por lo que será el año base de comparación.

5. El objetivo de reducir las emisiones referidas al transporte por vehículos podría estar cumplido en 2023 ya que las posibles soluciones no son complejas. Sin embargo, si no se pudiera realizar en ese periodo de tiempo, por problemas como podría ser el económico, el periodo de extensión sería el 2024.

6. El periodo de compromiso sería anual ya que al ser una organización de pequeño tamaño no se emiten grandes cantidades a la atmósfera y no es necesario coger información varias veces al año.

7. Realizando una investigación sobre las emisiones de GEI y los distintos escenarios para reducirlas en relación a los vehículos, se obtienen distintos escenarios como cambiar el tipo de gasóleo de automoción o la adquisición de un vehículo híbrido o eléctrico. Cambiar el tipo de gasóleo a uno menos perjudicial para el medioambiente sería el escenario más fácil de lograr ya que si fuese Diésel B10 solo sería necesario comprarlo en la gasolinera. Sin embargo, si nos referimos a un Diésel B100, el motor tendrá que ser modificado para poder utilizarlo evitando así el riesgo de averías en el motor. Refiriéndose al cambio de vehículo, este es más costoso económicamente, sobre todo si se quiere un vehículo híbrido enchufable ya que son más caros que los eléctricos, pero a nivel medioambiental, un coche eléctrico sería el que menos emisiones de CO₂ emitiría. Se procede a continuación a calcular dichas emisiones según cada alternativa.

Cálculo de la Huella de Carbono de los distintos escenarios:

A. Si se cambiara de combustible por uno más tolerante con el medioambiente, en este caso el B10 el cual está compuesto por un 90% de gasóleo derivado del petróleo y

un 10% de biodiesel, y suponiendo que se consumen los mismos litros que en el año base, el cálculo sería:

$$2.880 \text{ L} * 2,410 \text{ kg CO}_2 / \text{L} = 6.940,80 \text{ kg CO}_2$$

B. Si se cambiara de combustible por un biodiésel puro, el B100, el cual es el que menos kg CO₂ emite, y suponiendo que se consumen los mismos litros que en el año base, el cálculo sería:

$$2.880 \text{ L} * 0,142 \text{ kg CO}_2 / \text{L} = 408,96 \text{ kg CO}_2$$

C. Si se cambiara el vehículo actual por uno eléctrico, el consumo medio de los vehículos eléctricos actualmente es de 14 kWh/100km aproximadamente (Escobar, A. 2021), y suponiendo que se recorren los mismos kilómetros que en el año base y que la compañía suministradora de energía en vehículos sería la misma que en el edificio, el cálculo sería:

$$55.000 \text{ km} * 14 \text{ kWh} / 100 \text{ km} = 7.700 \text{ kWh}$$

$$7.700 \text{ kWh} * 0 \text{ kg CO}_2 / \text{kWh} = 0 \text{ kg CO}_2$$

D. Si se cambiara el vehículo actual por híbrido enchufable, se deberá tener en cuenta dos factores de emisión: los litros del combustible y los kWh/km. Los trayectos que realiza la empresa para transportar su materia prima no son cortos, y este tipo de vehículo usará más el motor de combustión. Por tanto, de los 55.000 kilómetros que realizaría el vehículo, se va a suponer que un 60% es mediante el motor de combustión (33.00 km) y el 40% con el motor eléctrico (22.000 km).

Se va a suponer que el combustible usado será gasolina E5 la cual contiene un 5% de etanol y el restante es gasolina. También se va a suponer que el motor eléctrico consume 14 kWh / 100 km aproximadamente. Por lo tanto, el cálculo para el motor eléctrico sería:

$$22.000 \text{ km} * 14 \text{ kWh} / 100 \text{ km} = 3.080 \text{ kWh}$$

$$3.080 \text{ kWh} * 0 \text{ kg CO}_2 / \text{kWh} = 0 \text{ kg CO}_2$$

Por lo general, un coche de gama media y que mantiene una velocidad constante suele consumir un litro de carburante por cada 12 kilómetros según la página web de Estaciones de Servicio Zoilo Ríos URL: <https://www.zoilorios.com/noticias/cuantos-litros-de-gasolina-se-gasta-por-kilometro-recorrido>

Por lo tanto, el cálculo para el motor de combustión sería:

$$33.000 \text{ km} / (1 \text{ L} / 12 \text{ km}) = 2.750 \text{ L}$$

$$2.750 \text{ L} * 2,234 \text{ kg CO}_2 / \text{L} = 6.143,50 \text{ kg CO}_2$$

Y el resultado final es:

$$0 \text{ kg CO}_2 + 6.143,50 \text{ kg CO}_2 = 6.143,50 \text{ kg CO}_2$$

En la siguiente Tabla se refleja la comparación de las emisiones de CO₂ emitidas en los casos supuestos, siendo la menos contaminante la opción del vehículo eléctrico.

Tabla 13.- Huella de Carbono según los distintos escenarios.

Posibles escenarios	Huella de Carbono
Sin cambios (B7)	7.159,68 kg CO ₂
A. Cambio de combustible por un B10	6.940,80 kg CO ₂
B. Cambio de combustible por un B100	408,96 kg CO ₂
C. Cambio por un coche eléctrico	0 kg CO ₂
D. Cambio por un coche híbrido enchufable	6.143,50 kg CO ₂

8. Almacenaje tanto virtual como en papel en la oficina de la empresa una vez finalizado ordenadamente según el año.

Se va a suponer que el objetivo es la adquisición de un vehículo eléctrico que se usara para repartir el producto final.

Los años y el nivel del objetivo se han estimado debido a que el cambio de un solo vehículo no supone una gran dificultad ni cantidad de tiempo.

Tabla 14.- Información necesaria para la creación de un objetivo.

Objetivo:	Cambio de vehículo por uno eléctrico.
Tipo de objetivo:	Relativo
Año base del objetivo:	2021
La fecha de compromiso del objetivo:	2023
Extensión del periodo de cumplimiento:	2024

Teniendo en cuenta el cálculo anterior en la opción correspondiente al vehículo eléctrico, la Huella de Carbono para el año en el que se ha propuesto el cambio, 2023, la Huella de Carbono sería:

$$7.120,20 + 3.600 + 0 = 10.720,20 \text{ kg CO}_2$$

Siendo el total de CO₂ emitidos por el volumen de producción:

$$10.720,20 \text{ kg CO}_2 / 100.000 \text{ L} = 0.1072 \text{ kg CO}_2 / \text{L}$$

$$10,72 \text{ t CO}_2 / 1.000 \text{ hl}$$

En la siguiente Figura se puede ver de manera más grafica como disminuiría la Huella de Carbono con relación al año base gracias al cumplimiento del objetivo establecido.

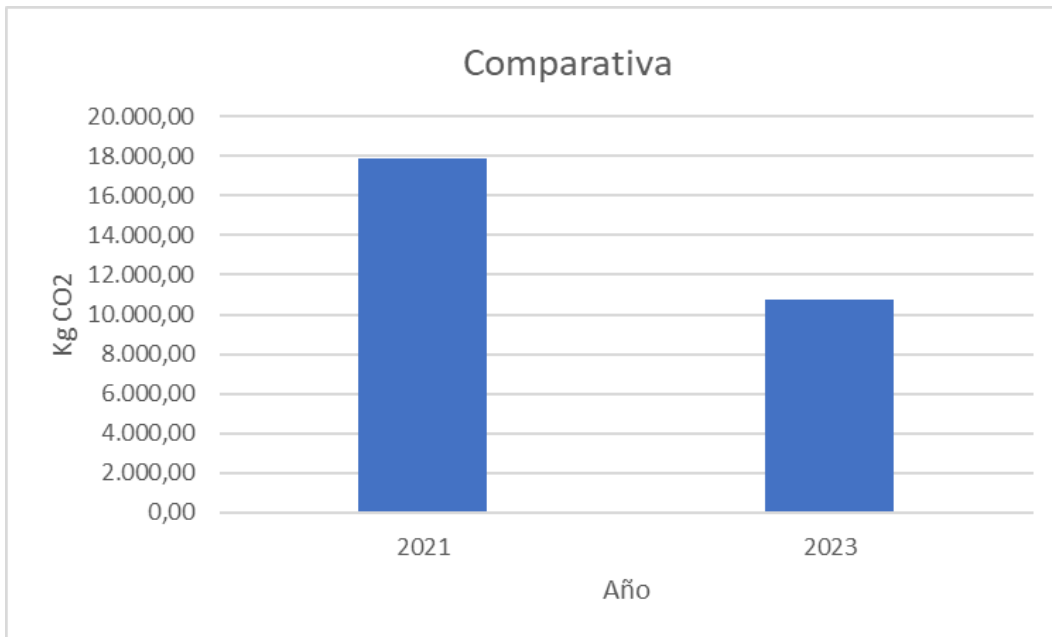


Figura 16.- Comparación de kg CO₂ con el plan de mejora supuesto.

13. Guía de buenas prácticas medioambientales en el sector cervecero.

13.1 Introducción.

Las Buenas Prácticas Ambientales son definidas como un conjunto de acciones que pretenden disminuir el impacto ambiental causado por los distintos procesos productivos a través de la creación de unos cambios en la organización de los procesos y las actividades. Debe ser la empresa, entendida en su globalidad, la que tome la decisión de implantar dichas prácticas. Las Buenas Prácticas Ambientales se asocian al concepto de mejora continua basado en el Círculo de PHVA: Planificar, Hacer, Verificar y Actuar.

Los principales objetivos de las buenas prácticas ambientales son reducir el consumo de los recursos, al igual que el coste, la optimización de recursos, reducir la cantidad de residuos producidos y las emisiones a la atmosfera, los ruidos y los vertidos de aguas, y la facilitación de la reutilización de productos, subproductos y residuos generados además de mejorar la competitividad de la empresa.

Las Guías de Buenas Prácticas Ambientales ayudan a fomentar la implicación personal crean así un desarrollo en los trabajadores de la empresa practicas respetuosas con el medioambiente, proporcionan pautas concretas para el desarrollo de su labor profesional de un modo respetuoso con el entorno y los recursos de la empresa, y promover actitudes proambientales frente a la utilización de los recursos , como el cuidado del material o las instalaciones, y la disminución de la generación de residuos en el puesto de trabajo.

13.2. Materias primas y materiales

Las siguientes recomendaciones se refieren a la disminución de los impactos negativos sobre el medioambiente que podrían ser provocados por la materia prima y otros materiales necesarios en la elaboración del producto final del sector cervecero.

- Elaboración de listados de las materias primas, incluyendo las levaduras, aditivos y otras materias necesarias, para evitar su deterioro o expiración de fecha de caducidad.
- Almacenar las materias primas de manera que no ocasionen contaminación cruzada con los productos elaborados que ocasione su eliminación.
- Comprar materias primas menos agresivas con el medioambiente.
- Difusión entre los trabajadores sobre los símbolos o las marcas ecológicas presentes en los productos ayudando así a la concienciación
- Tener en cuentas productos más caros a corto plazo pero que son capaces de consumir menos energía y recursos naturales.
- Entregar al proveedor el material sobrante si es posible.
- Almacenaje de la malta a una temperatura optima, por debajo de 30°C, en un lugar seco, en bolsas o recipientes herméticos.
- Distribución y venta de los productos que tenga la fecha de expedición de caducidad más próxima.
- Tomar medidas de precaución sobre los materiales para que estos no tengan que se desechados por contaminación evitando al máximo la perdida durante su manipulación.
- Evitar caídas al suelo tomando medidas como no llenar demasiado bandejas y recipientes.
- Evitar llenar totalmente los recipientes de líquidos para evitar salpicaduras o derrames.
- Compra de granos ecológicos que disponen del correspondiente certificado de “producto ecológico”, emitido por un órgano de control autorizado.

13.2.1 Envases

- Reutilización de los envases mediante la selección de proveedores que admitan la devolución.
- Comprar productos que tengan la menos cantidad de embalaje posible.
- Uso de envases reutilizables.

- Envases compuestos por material menos contaminante para el medioambiente.
- No tirar los envases antes de haber finalizado su ciclo de vida útil.
- No abrir nuevos envases hasta que no sea necesario.
- Vaciar los envases con cuidado para facilitar su recuperación.

13.2.2. Productos Químicos

- Compra de productos químicos de menor agresividad con el medio ambiente.
- Compra de productos de limpieza biodegradables.
- Correcto etiquetado y almacenamiento de los productos químicos para evitar contaminaciones.
- No mezclar los productos químicos líquidos en el mismo recipiente.

13.3. Indicaciones generales

Las siguientes recomendaciones abarcan aspectos generales que se repiten en todo el proceso productivo y hay que tener en cuenta siempre para así disminuir el uso del agua, energía o pérdidas del producto innecesarias ayudando así al medioambiente y a la economía de la empresa al mismo tiempo.

13.3.1. Agua

- Instalación de válvulas automáticas y cierres con muelle.
- Correcto cerramiento de las llaves y válvulas.
- Control de fugas.
- Instalación de sistemas de ahorro como limitadores de caudal, temporizadores o pulsadores de rayo interrumpido.
- Lavados en seco de los equipos.
- Disponer del sistema CIP, Cleaning in Place, reduciendo así el uso de agua y de productos de limpieza hasta en un 50%.
- Establecer llaves de paso para evitar fugas dentro de los procedimientos de revisión por parte del personal de mantenimiento la
- Vigilancia de aspectos relacionados con el estado de las cañerías y el cierre recipientes y grifos.

- Reducción de la presión de la red de suministro al mínimo necesario.
- Contadores individuales en zonas con un consumo elevado ya que el conocimiento del consumo ayuda a ahorrar en un 5-10% de agua.

13.3.2. Energía.

- Realización de auditorías del sistema eléctrico para la optimización del consumo.
- Aprovechamiento al máximo de la iluminación natural.
- Control del buen mantenimiento de la iluminación artificial.
- Uso de lámparas de bajo consumo para reducir el gasto de la electricidad.
- No apagar ni encender los tubos fluorescentes con frecuencia ya que el mayor consumo se produce en el encendido.
- Controlar un buen mantenimiento de las cámaras frigoríficas o salas climatizadas.
- Colocación de los frigoríficos lejos de fuentes de calor.

13.3.3. Equipos.

- Antes de adquirir nuevos equipos, se debe tener en cuenta la existencia de otros de utilidad similar, que sean más favorables al medio ambiente.
- Comprobación de que los equipos y las tuberías estén correctamente conectados evitando así derrames y pérdidas de materia prima y agua.
- Cambiar cuando sea necesario el aceite de los equipos para optimizar su rendimiento.
- Optimización de las condiciones del proceso, como los caudales, la temperatura y la presión, para mejorar el rendimiento y reducir así las cantidades de residuos.
- Instalación de motores más eficientes y controladores de velocidad en las bombas para reducir el consumo de energía.
- En las zonas donde se encuentran los fermentadores y cámaras frigoríficas, se debe instalar equipos de extracción de aire en la zona superior, donde se ubicará el aire caliente proveniente de los motores y del proceso en sí.

13.4. Proceso.

Las siguientes recomendaciones incluyen todas las operaciones del proceso, tanto como maquinaria, salas y limpieza para disminuir el gasto de agua y de energía para evitar lo máximo posible los impactos negativos sobre el medioambiente.

13.4.1. Molienda.

- Verificación de que la malta no contenga a mayores otros tipos de granos no necesarios que puedan quedar atrapados entre los rodillos.
- Protección del rodillo con una rejilla o tamiz impidiendo así el paso de objetos extraños evitando así la ruptura del rodillo y la contaminación del producto.
- Dimensionamiento adecuado del molino para evitar gasto de energía innecesaria. Se debe considerar también la distancia entre los rodillos dependiendo del tamaño de la molienda requerida.
- Respetar el mantenimiento preventivo del molino de acuerdo a los que sugiere el fabricante.
- Limpieza de las partes mecánicas para optimizar su rendimiento.
- Ajustar a la tolva una bolsa o una manga extractora que recibirá la malta molida evitando así el polvo generado y su dispersión.
- Reutilización de las bolsas que reciben la malta molida.
- Separación de del proceso de la molienda del resto el establecimiento con costinas plásticas o un tabique para evitar la disipación del polvo.

13.4.2. Macerado.

- Evitar precalentar el agua de macerado a ebullición o a temperaturas muy superiores a las recomendadas ya que así se evitará una pérdida de tiempo y energía innecesaria.
- Tener un control de la temperatura a través de un equipo automatizado o un timer configurado para no excederse en el tiempo ni en la temperatura.
- Instalación de un calefón solar, con el dimensionado adecuado, para el precalentamiento del agua. Este sistema usa energía solar para calentar agua.

- Si no se pudiera instalar el anterior sistema, se podría utilizar el agua precalentada proveniente de procesos de enfriamiento.
- Los equipos de los procesos en los que se necesiten altas temperaturas deben tener una camisa que permita mejorar la utilización del calor generado por los quemadores y se deben aislar térmicamente para evitar las pérdidas de calor a través de recubrimientos.
- No permitir que se produzcan corrientes de aire en contacto con los equipos que necesiten altas temperaturas para evitar pérdidas de estas y de energía.
- La llama del quemador debe estar en la parte inferior de las ollas para evitar disipación de calor por los laterales.
- Revisión de que los quemadores y su llama funcionen adecuadamente con una llama pareja estable y azul para controlar que el gas está siendo usado eficientemente.
- Instalación de un quemador de aire forzado para la olla de precalentamiento ya que reduce los costos de energía y las emisiones por tener un mejor control del proceso y una mayor eficiencia en el quemado.
- Realizar solo una agitación de la mezcla suavemente si el agitador está en las proximidades del falso fondo.

13.4.3. Filtración.

- Salida del mosto con un flujo lento para no compactar el filtro evitando así que el proceso sea menos eficiente o incluso se pare.
- Revisión periódica de las bombas para garantizar su correcto funcionamiento y rendimiento.

13.4.4. Lavado.

- La cantidad de agua en el lavado debe depender de si puede evitar la dilución en exceso del mosto. Si no se tendrá que emplear un tiempo y energía innecesaria en el proceso de cocción debido a que se deberá hervir el excedente de agua agregado para conseguir la densidad deseada.

- Tener un control del pH de lavado, normalmente por debajo de 6, para evitar conseguir compuestos indeseados que obligarían a tirar la mezcla.
- Reutilizar el bagazo para otros fines como alimento para animales, panificación, biodigestión o compostaje.
- Remover en seco el bagazo previamente al enjuagado del macerador.
- Prevención en el sacado del bagazo para que este no caiga al suelo generando así efluentes con carga orgánica y uso del equipo de limpieza.
- Evitar derrames en el agregado de agua.
- Uso de cestas de malla fina en los desagües del suelo para evitar la entrada de granos y partículas de malta a los sistemas de drenaje para disminuir la carga orgánica del efluente.

13.4.5. Cocción

- Separación entre las salas de cocción con las de fermentación y maduración.
- Uso de una camisa que permita mejorar la utilización del calor generado por los quemadores y aislamiento térmico que disminuya las pérdidas de calor a través de recubrimientos.
- Evitar corrientes de aire en contacto con los equipos evitando de este modo las pérdidas de estas y de energía.
- La llama del quemador debe estar en la parte inferior de las ollas para evitar disipación de calor por los laterales.
- Control de que los quemadores y su llama funcionen adecuadamente con una llama pareja estable y azul para controlar que el gas está siendo usado eficientemente.
- Instalación de un quemador de aire forzado para la olla de cocción.
- Disminución de la llama o apagar el quemador después de generar un hervor vigoroso para evitar rebalse de la olla.
- Eliminación del sulfuro de dimetilo a través de una llama que consiga evaporar entre un 5-10% del volumen total del hervor.
- No volcar el turbio caliente en los efluentes.

- Reutilización del turbio aliente como compostaje o biodigestión.
- Uso de rejillas de contención en las canaletas para evitar el drenaje del turbio caliente hacia el desagüe.
- Agregación de sales de zinc para una mejor fermentación posteriormente.

13.4.6. Enfriado

- Reintroducción del agua de enfriamiento que fue usada en el intercambiador de placas, siendo esta potable, en el tanque de precalentamiento o almacenamiento en contenedores aislados térmicamente que permitan su uso posterior permitiendo de esta manera ahorrar tiempo de calentamiento y reducción del consumo de gas.
- Dimensionando adecuado del intercambiador de calor en función del caudal del líquido a mover, el gradiente de temperaturas y el tiempo de enfriado.
- Mantener limpio el intercambiador de calor después de cada uso tanto internamente como externamente. Gracias a esto se tendrá una mejor transferencia de calor entre el líquido refrigerante y el mosto.
- Enfriado del mosto durante el periodo de tiempo necesario, no superior a 60 minutos, para evitar el peligro de que se produzca un nivel superior al deseado de sulfuro de dimetilo que creara un sabor en la cerveza de verduras cocidas.
- Evitar airear el mosto cuando este está caliente o tibio ya que el oxígeno reaccionara y oxidara los componentes del lúpulo, provocando un aroma y sabor indeseado.
- Mantener por debajo de 26°C el mosto para evitar la oxidación.

13.4.7. Fermentación

- Disposición de los tanques de fermentación de manera alejada de las fuentes de calor para evitar las pérdidas energéticas por las grandes diferencias de temperatura.
- Aislamiento térmico de los fermentadores.

- Evitar condensaciones en las paredes externas del fermentador debido a que es un indicador de que existe un derroche de energía utilizado para condensar la humedad del ambiente.
- Disposición de un control de temperatura automático.
- Evitar temperaturas demasiado altas ya producen sabores indeseados como un fuerte sabor a solvente.
- Evitar temperaturas demasiado bajas ya que inactivan la levadura.
- Agregación de sales de zinc para obtener una buena fermentación y generación de levaduras vitales y viables.
- Agregación de nutrientes de levadura en polvo en el mosto que sea compuesto únicamente de extractos livianos, como el maíz, arroz o cebada no malteada, para conseguir un buen nivel de nutrientes necesarios para que la levadura produzca células vigorosas.
- Uso de cultivos estériles de levadura viable que esté libre de contaminación.
- Reutilización de la levadura generada durante la fermentación.
- Purificar la salida de la base del fermentador para la eliminación de las células muertas, partículas de lúpulo y otros sólidos no disueltos.
- Guardar el recipiente con la levadura reutilizable a temperaturas entre 1-4°C con una presión de 0 bar para tener un mejor mantenimiento de viabilidad de las células en el periodo de tiempo del almacenamiento.
- Evitar tirar los residuos de levadura del fermentador a los efluentes ya que estos poseen una alta carga orgánica.
- Extrae los residuos de levadura a través de una bomba de vacío o por gravedad antes de la clarificación.

13.4.8. Clarificación

- Utilización de maduradores con burletes aislantes en la cámara de frío para prevenir fugas energéticas, así como la entrada de polvo y suciedad del exterior.
- Controlar el estado de los burletes aislantes y su limpieza.
- Aislamiento de tuberías por donde fluyan los líquidos fríos.

- Mantener las puertas de la cámara cerradas todo el tiempo posible.
- Evitar abrir las puertas de la cámara cuando no sea necesario.
- Comprobación de que las puertas de la cámara estén correctamente cerradas para evitar una pérdida de energía.
- Uso de cortinas de plásticos en las puertas de la cámara de frío para aumentar el aislamiento.
- Realización del trasvase con precauciones evitando airear la cerveza.
- Limpieza y desinfectado del contenedor recipiente de la cerveza.
- Extracción del oxígeno del interior del contenedor recipiente barriéndolo con CO₂.

13.4.9. Envasado y gasificado

- Eliminación del residuo de la cerveza en los barriles devueltos antes del lavado de estos para ahorrar agua. Dicho residuo representa una fuente alta de carga orgánica para la descarga final del efluente.
- Implementación de boquilla de pulverización para las lavadoras de barriles.
- Recuperación del agua del enjuague final debido a que se puede reutilizar en el enjuague externo o para el prelavado del barril.
- Automatización en el lavado de los barriles.
- Limpieza en seco cuando sea posible de los envases en su zona exterior.
- Ajustamiento del lavado en base al tamaño del barril para ahorrar energía y agua.
- Mantener en temperaturas óptimas los barriles.
- Control de la temperatura de las líneas o mangueras por donde circula la cerveza a presión ya que la cerveza a baja temperatura mantiene una mayor cantidad de CO₂ disuelto. Por el otro lado, si la temperatura es muy alta, se libera CO₂ y se producirá espuma.
- Controlar la presión a la que está sometida la cerveza. A mayores presiones, mayores cantidades de CO₂ estará disuelto. Si la presión disminuye durante el

recorrido del tanque de almacenaje a los barriles o botellines, se producirá una espuma no deseada.

13.4.10. Maduración y almacenado

- Dimensionamiento del equipo de frío para la maduración y el almacenamiento correctamente.
- Limpieza del condensador.
- Control automatizado de la temperatura de la cámara de frío.
- Mantener temperaturas por debajo de 4°C en la cámara de frío.
- Disposición de burletes en la cámara de frío para evitar pérdidas de energía.
- Control y limpieza de los burletes para verificar su eficiencia.
- Evitar abrir la puerta innecesariamente y que esta esté cerrada el mayor tiempo posible.
- Aislamiento de la cámara frigorífica para ahorrar energía.
- Uso de una cortina de plástico en la puerta para tener un mayor aislamiento.
- Establecer diferentes zonas de almacenamiento para mejorar su operatividad.
- Adecuar zona específica para almacenar residuos u otras materias distintas al producto final.

13.5. Transporte.

Las siguientes recomendaciones son generales para todos los procesos de la empresa en los que se necesite usar vehículos y buscan para reducir el combustible, o la electricidad si se dispone de vehículos eléctricos o híbridos enchufables, agua y otros aspectos.

Características del vehículo:

- Considerar la adquisición de vehículos con un bajo coeficiente de resistencia aerodinámico ya que estos presentan menor resistencia al aire y consume menos combustible.

- Considerar la adquisición de vehículos que utilizan materiales reciclables para poder aprovechar sus distintos componentes cuando se acaba su vida útil y se destinen al desguace.
- Comprar a fabricantes con los estándares más estrictos en los nuevos vehículos en cuanto a niveles de emisión de contaminantes a lo largo de la vida útil del vehículo.
- Tener en cuenta que los vehículos de color claro se recalientan menos en verano, lo que implica menor dependencia y uso de aire acondicionado de los mismos.
- Procurar que el vehículo disponga de neumáticos de vida más larga y que consuman menos energía.
- Si los vehículos son de gasóleo, usar neumáticos radiales ya que reducen su consumo.
- Revisar los vehículos y asegurarse de que están en condiciones óptimas.
- Intentar disponer de una flota con distintas capacidades de carga para una mejor adaptación a las variaciones en la demanda del transporte.
- Realizar la revisión de los aires acondicionados por empresas especializadas que recuperen los refrigerantes y que repongan con refrigerantes autorizados.

Conducción:

- Evitar conducir a velocidades superiores de 50km/h con los cristales bajados ya que el consumo aumenta hasta un 5%.
- La instalación de tacógrafos para el control de la velocidad favorecerá el control del consumo de combustible.
- Evitar la mala conducción con acelerones, frenazos y altas velocidades. Esto ayudara a reducir el consumo de combustible.
- Evitar calentar el motor arrancando mientras el vehículo este parado ya que es conveniente hacerlo circulando y sin forzarlo en los primeros kilómetros. Si se fuerza en frío, se originarán consumos excesivos y averías y desgastes prematuros.

Diseño de recorridos:

- Evitar al máximo las zonas urbanas para un mayor aprovechamiento del combustible.
- Evitar conducir por zonas con mucho tráfico.
- Limitar la circulación en días festivos y zonas urbanas.

Limpieza:

- Las partes exteriores del vehículo no necesitan una limpieza exhaustiva, sin embargo, se debe verificar el sistema de limpieza y el de desinfección para garantizar su eficacia.
- La limpieza siempre se tiene que empezar por el punto más alto del vehículo y finalizar por el más bajo para optimizar el uso del agua.
- Tener en el interior materiales que hagan fácil su limpieza y en caso necesario su desinfección.
- Revisión de que no hayan quedado residuos de otros cargamentos o compuestos químicos de la limpieza.
- Uso de túneles de lavado ya que se puede ahorrar hasta 2.000 litros de agua por lavado en comparación con la manguera (Ministerio de Fomento, 2004).

Carga:

- El producto sea acomodado de modo que se reduzca su exposición al ambiente y con una ubicación apropiada de acuerdo con sus requisitos de temperatura.
- Intentar que el tiempo de carga sea el menor posible.
- Comprobación antes de la carga que el producto este sin roturas evitando así una devolución posteriormente.
- Distribución equilibrada de la carga y otros elementos que alteren el coeficiente aerodinámico del vehículo.

13.5.1. Transporte del producto final.

Este subapartado es específico para el proceso del transporte del producto final.

- Optimización de las rutas de expedición del producto final y tener en cuenta el tráfico para designar las horas del reparto y gastar menos combustible y tiempo.
- Cargar en el vehículo el producto final pedido con las medidas de seguridad necesarias para que no se dañe, pero con el menor embalaje posible.
- Proteger el producto final con cajas de cartón reutilizadas.
- El producto final debe ser transportar con camiones de lona para evitar que la carga se moje o se deterioren los envases y que permita mantener una temperatura ambiente lo más estable posible.

13.5.2. Transporte de las materias primas y otros materiales.

Este subapartado es referido así la empresa se encarga de transportar sus propios materiales y la materia prima u necesita moverlos por el interior de la industria con vehículos especiales para ello.

- Compra de materia prima y otros materiales en lugares próximos a la empresa si es posible.
- Registro de temperatura del interior del vehículo a lo largo del tiempo trayecto para asegurar que no se haya cortado la cadena de frío.
- Tener una separación efectiva si se transportan materias de diferente tipo junto con sustancias no alimentarias.
- Optimización de los circuitos de transporte dentro de la propia industria para realizar traslados de material con menor recorrido.
- Horarios, normas y orden para que los vehículos tengan más agilidad a la hora de moverse por dentro de la empresa.

13.6. Gestión de residuos.

13.6.1. Agua residual

En la industria cervecera se utilizada una cantidad de agua que da lugar a agua residual. Se estima que entre 1,4 y 1,9 hl/hl de cerveza envasada es el agua que acaba incorporada en el producto, emitida a la atmosfera en forma de vapor o en los residuos sólidos (Ministerio de Medio Ambiente, 2005). Por lo que, entre un 83,8%-56,9% del

agua empleada acaba siendo residual. Esta debe ser valorada y tratada antes de ser vertida en las canalizaciones públicas.

- Disposición de una red que permita separar los distintos tipos de agua generada.
- Instalación de una red con una correcta distribución y dimensionado. Debe disponer de canalizaciones y registros para poder conducir las aguas residuales a los lugares de tratamiento o vertido.
- Sistema de protocolo de limpieza que permita una mejor gestión del agua con menos volumen de consumo.
- Disposición de medios adecuados para ejecutar el protocolo de limpieza de la mejor manera posible mediante sistemas CIP, unidades de limpieza con bomba de pistones, lanza con boquillas o difusores adaptables y herramientas complementarias.
- Realización de análisis periódicos de los parámetros, registros para tener un control de los vertidos.
- Gestión de las aguas residuales a través de una estación depuradora de aguas residuales, una estación de lagunaje, un filtro verde o una gestión de efluentes por gestor autorizado. Se usará la alternativa en base del volumen o caudal generado, entorno, espacio disponible, las características contaminantes y la ubicación de la industria cervecera.

13.6.1. Otros

Además del agua, las industrias cerveceras también generan otro tipo de desechos que se deben tener en cuenta como los residuos de lavado, de limpieza, de tratamientos químicos, de oficina, de envases, restos de turbios, de aceite, etc.

- Recogida selectiva de papel de oficina o cajas de cartón en contenedores específicos. Intentar trabajar con organizaciones que recuperen gracias a la facilitación de contenedores y se encargan de su retirada.
- Planificación de la segregación de los residuos generados según su naturaleza, forma, peligrosidad y características físicas y químicas.

- Instalación de los medios necesarios para hacer posible la recogida separada de cada tipo de residuo.
- Adecuar y señalizar la zona donde se almacenan los distintos contenedores de residuos hasta que sean retirados por un gestor autorizado.
- Sacar los residuos tóxicos del almacén antes que pasen seis meses a partir de la fecha de envasado señalada en la etiqueta.
- Sensibilizar y formar al personal de la organización sobre la necesidad de segregar los residuos correctamente.

13.7. Oficina.

- Comprar papel reciclado para su uso tanto en impresoras, informes, sobres, cuadernos...
- Utilización de medios de comunicación electrónicos en la medida de lo posible, para reducir el uso de impresoras y faxes.
- Actualización y reutilización de los equipos informáticos obsoletos para labores que requieran menos potencia.
- Sustituir las pilas de un solo uso por pilas recargables con mayor vida útil.
- Instalar llaves con temporizador en las zonas de servicios múltiples, para eliminar la posibilidad de dejarlas abiertas.
- Elegir llaves diseñadas para regular mejor la temperatura del agua.
- Grifos con llaves que eviten el goteo permitiendo ahorrar un 50% del consumo.
- Apagar equipos, luz, calefacción en las partes de oficinas y despachos en las que no se esté trabajando.
- Apagar los ordenadores, fotocopiadoras, impresoras y demás equipos al acabar la jornada laboral.
- Aumento de la luz natural.
- Ubicar las mesas de trabajo en lugares estratégicos en los que se aproveche más luz natural.
- Pintar las paredes de colores claros para ahorrar energía.

- Aislar térmicamente las ventanas de las oficinas permitiendo un ahorro de energía considerable al evitar las pérdidas de calor y frío.
- Control de la temperatura de la calefacción y de la refrigeración.
- Realizar la revisión de los aires acondicionados por empresas especializadas que recuperen los refrigerantes y que repongan con refrigerantes autorizados.
- Uso racional de los sistemas de climatización.
- Control de que todas las luces y equipos de la oficina queden apagados.
- Uso de sensores de movimiento.
- Evitar tener extintores con halones ya que este es uno de los principales gases que destruyen el ozono estratosférico.

13.8. Personal.

La protección del medioambiente dentro de una industria cervecera es un proceso colectivo en el cual se debe tener en cuenta al personal y que este se sienta responsable e implicado. Por ello una comunicación deficiente conlleva problemas de funcionamiento y falta de motivación en el personal sobre las medidas preventivas del medioambiente.

- Informar al personal sobre la política medioambiental de la industria cervecera.
- Sensibilización y la motivación del personal para lograr que se hagan sugerencias que contribuyan a trabajar de manera más respetuosa con el medioambiente.
- Disposición de la información sobre los ahorros conseguidos gracias a la prevención de la contaminación o malgasto del agua.
- Información periódica sobre los objetivos fijados y sobre los resultados obtenidos con las mejoras implantadas.
- Disposición de una hoja de sugerencias para que el personal se sienta libre de rellenarla y proponer alguna mejora medioambiental.
- La proposición de problemas concretos para que el personal pueda proponer ideas para resolverlos.

- Concienciación de un buen uso del agua y de la energía además de la importancia del reciclado y el reutilizado.
- Proporcionar a los empleados información necesaria para la correcta utilización de las sustancias químicas que se emplean en la empresa, evitando riesgos tanto para la salud como para el medio ambiente.
- Realización de campañas de información y formación entre los empleados para promover el ahorro energético y de agua.
- Tomar conciencia a través de la política ambiental de la empresa.

13.9. Marketing y comunicación.

- Presentar una publicidad ambiental fidedigna
- Información pública sobre las ventajas ambientales de la cerveza debida a su manera de elaboración y de las buenas prácticas implantadas.
- Uso de una información transparente mediante el establecimiento de vías de comunicación con los principales actores sociales.
- Disponer de una declaración ambiental anual donde se describa e informe de los objetivos y logros de la empresa además de a los programas ambientales y certificados que disponga la empresa.
- Disposición de un buzón de sugerencias ambientales abierta al público.
- Sensibilización ante las preocupaciones ambientales de los consumidores.
- Información en la etiqueta del botellín sobre que este es 100% de material reutilizable si fuese posible.
- Informar a los clientes de la concienciación ambiental de la industria.
- Fomentar entre los proveedores y clientes un comportamiento respetuoso con el medioambiente.

13.10. Requisitos legales.

- Determinación y accesibilidad a los requisitos legales relacionados con los aspectos ambientales a tratar.
- Determinación de como lo requisitos legales se aplican a la industria cervecera.

- Tener en cuenta estos requisitos en caso de disponer de un sistema de gestión ambiental.

13.11. Seguimiento de los procedimientos establecidos.

La ausencia de los procedimientos escritos o el incumplimiento de estos puede causar una incorrecta utilización de productos, equipos, materiales y sistemas de limpieza, un mal uso y despilfarro de las materias primas, energía o agua y provocar daños importantes o difíciles de solucionar para el medioambiente. Una vez los procedimientos están bien definidos, se han de documentar completamente para utilizarlos en la formación del personal y ponerlos a disposición para que sean consultados cuando sea oportuno.

- Elaboración de procedimientos de las operaciones que se realicen con más frecuencia.
- Descripción de las operaciones de manera general y luego se defina cada uno de los trabajos individuales.
- Descripción de lo que se encarga cada empleado y como este está integrado en el proceso global esclareciendo así las tareas individuales y facilitando la protección del medioambiente.
- Evitar confusiones a la hora de redactar los procedimientos ya que estos deben ser claro por si hay un cambio de operario que no represente el aumento del riesgo de perdidas o accidentes con repercusiones medioambientales.
- Evaluación continua y objetiva del comportamiento medioambiental de la empresa.
- Identificación de las posibles mejoras ambientales a través de indicadores como la cantidad de materia prima-producto que se pierde.

14. Conclusiones.

En este trabajo se ha tratado el tema del cambio climático y la emisión de los gases de efecto invernadero tan importantes para la sociedad en nuestros días. En el sector cervecero esta concienciación cada vez es más visible y notoria. Gracias a que distintas organizaciones crean diversos programas de sostenibilidad como Drop the C, Lean & Green, The Climate Pledge, Kilómetro Cero y otros muchos que fueron anteriormente nombrados, las empresas cerveceras tienen la oportunidad de adherirse tomando así medidas para disminuir sus emisiones a la atmósfera además de conseguir un reconocimiento por parte de esas organizaciones. También es la asociación de Cerveceros de España una buena fuente de información de los objetivos acordados por los integrantes para realizar el cumplimiento del acuerdo climático de París que pueden servir de inspiración para empresas ajenas a esta asociación.

La Calculadora de la Huella de Carbono proporcionada por el Ministerio para la Transición Ecológica es una herramienta al alcance de todos y está programada de tal manera que sus pasos sean fáciles de seguir, sobre todo para organizaciones pequeñas que no disponen de muchos datos. Sin embargo, se debe mencionar que esta podría ajustar mejor el cálculo en las industrias alimentarias como es en el caso de la producción donde en este presente trabajo no se ha seguido la indicación y se ha propuesto el añadido del CO₂ producido en el proceso de la fermentación.

El compromiso, en el caso de las cerveceras artesanales, no resulta muy complicado debido a su proceso productivo que hace que se necesite menos instalaciones, energía y vehículos. Se muestra en este trabajo como se podría implantar un sistema de seguimiento de la Huella de Carbono y cuáles son las posibles soluciones para disminuir el impacto medioambiental de la empresa objeto de cálculo.

Respecto a los kilogramos de CO₂ emitidos en el Alcance 1 de la cervecería artesanal, ya que gracias a la Garantía de Origen de la comercializadora suministradora de energía en el Alcance 2 no se emite CO₂ directamente, es una cantidad pequeña que se origina en focos localizados donde se podría hacer una mejora fácilmente. En el

presente trabajo se han planteado mejoras para disminuir las emisiones además de mejorar la eficiencia de la empresa como un cambio de vehículo, sistemas de aislamiento en los equipos o con un sistema de recuperación del CO₂. Aunque en este trabajo no se haya podido hacer un estudio del Alcance 3 debido a la dificultad que esto supone, se puede deducir que este sería el más contaminante por el transporte de las materias primas requeridas.

Por tanto, la Huella de Carbono de una cervecera artesanal no supone cantidades grandes, sin embargo, no por ello no se debe intentar disminuir todo lo que sea posible. No obstante, si comparamos la producción de toneladas de CO₂ por hectolitro de cerveza producido de una cervecera artesanal con una gran industria, se puede afirmar que la artesanal puede llegar a tener hasta el doble de emisiones de CO₂. Esto podría ser debido a que los sistemas son menos eficientes ya que no se consigue sacar el mismo rendimiento que en producciones más grandes, por ejemplo, las grandes industrias cerveceras al realizar la molienda en seco obtienen un grano más fino que les permite tener un mayor rendimiento, o añaden otros cereales a la malta, como el maíz o el arroz, en la fase de maceración para aumentar la cantidad de enzimas con el consiguiente ahorro de energía y tiempo. Otra razón puede deberse a que la mayoría de grandes industrias compensan sus emisiones a través de proyectos destinados en su mayoría a la conservación forestal. No debe pasar por alto que las grandes industrias cuentan con un mayor personal, entre ellos especializados en la política ambiental y en los sistemas de gestión ambientales, que llevan a cabo estudios sobre sus emisiones para poder reducirlas y cuentan con un mayor control sobre la eficiencia de sus equipos para poder repararlos o cambiarlos cuanto antes evitando así el malgasto de energía.

La reducción de las emisiones de GEI es un proceso fácil de implementar y necesario que brinda además beneficios como el ahorro energético, una mejor imagen cara al público por la concienciación social y medioambiental que supone este compromiso. Estas y muchas más pueden ser las razones por lo que más de 5.800 empresas en España se han sumado al cálculo de la Huella de Carbono con la calculadora del Ministerio de la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

15. Bibliografía.

Gobierno de España (marzo de 2022). *Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (GEI)* URL: <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei/inventario-gases-efecto-invernadero/>

Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera (marzo de 2022). *Emisiones de gases de efecto invernadero serie 1990-2020 informe resumen ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico* URL: https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei/resumen_inventario_gei-ed_2022_tcm30-534394.pdf

De Felipe Blanch, Jose Juan. (21 de abril del 2004). *Posibles escenarios futuros mundiales de emisiones y absorciones de CO2 y cumplimiento de los acuerdos de Kyoto* (Tesis de doctorado, Universidad Politécnica de Cataluña). UPC Commons. Portal de acceso abierto al conocimiento de la UPC. URL: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6734/03Jfb03de13.pdf;sequence=4>

Sepúlveda González, Sergio Orlando. (2012). *Cuantificación de emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a la producción de la cerveza Ámbar Lager en la cervecería Bespoke*. Universidad Austral de Chile. URL: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2012/bpmfcis479c/doc/bpmfcis479c.pdf>

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Cerveceros de España. (2020). *Informe socioeconómico del sector de la cerveza en España*. URL: https://cerveceros.org/uploads/60cc4d782b7af_InformeSocioeconomicoSectorCerveza_2020.pdf

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (22 de enero del 2019). *Huella de Carbono de una organización*. URL: https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/huellacarbono_conceptosbasicos_tcm30-478999.pdf

Grupo del Banco Mundial (30 de abril del 2007). *Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para las fábricas de cerveza*. URL: https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/3344bf5b-2440-4509-9913-e90c1878fc6b/0000199659ESes_Breweries-%2Brev%2Bcc.pdf?MOD=AJPERES&CVID=nPtfeJN

Asociación Española para la Calidad. (2019). *Huella de Carbono*. URL: <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/huella-de-carbono>

Aguilar Díaz, Marta. (27 de marzo de 2020). *¿Por qué aparecen las bebidas alcohólicas en la Pirámide de la Alimentación Saludable? Dietética sin patrocinadores*. URL: <https://dieteticasinpatrocinadores.org/articulo/bebidas-alcoholicas-piramide-alimentacion-saludable/>

Ministerio de Sanidad. Observatorio español de las drogas y las adicciones (2020). *Informe 2020 Alcohol, tabaco y drogas ilegales en España*. <https://pnsd.sanidad.gob.es/profesionales/sistemasInformacion/informesEstadisticas/pdf/2020OEDA-INFORME.pdf>

Ruiz Castillo, A. (9 de noviembre de 2020). *Cálculo de la Huella de Carbono de una industria cervecera*. Universidad Politécnica de Valencia. URL: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/157904/Ruiz%20-%20C%81LCULO%20DE%20LA%20HUELLA%20DE%20CARBONO%20DE%20UNA%20INDUSTRIA%20CERVECERA.pdf?sequence=2#:~:text=El%20c%3%A1lculo%20de%20a%20huella%20de%20carbono%20se%20estima%20mediante,Actividad%20X%20Factor%20de%20Emisi%C3%B3n>.

Boto Fidalgo, J.A., Boto Ordoñez, M., (mayo de 2017). *La Cerveza, ciencia, tecnología, ingeniería, producción y valoración. Lo que se debe conocer para la elaboración de cerveza a escala industrial, artesanal o en casa*. Universidad de León.

Parra Parra, F., Zúñiga Orellana, M.L. (2013) *Proceso productivo para la elaboración de cerveza artesanal tipo Ale*. Universidad del Azuay. URL: <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/3264>

Velásquez, O. E., Carreño, Á. P. & Carrillo, A. M. (2018). *Criterios de implementación ISO 14000:2015 caso estudio sector de producción de maltas y cervezas*. [Curso de Profundización, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD]. Repositorio Institucional UNAD. URL: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/23377>

Suarez Diaz, M. (julio,2013). *Cerveza: Componentes y propiedades*. Universidad de Oviedo. URL:

[https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/19093/TFM %20Maria%20Suarez%20Diaz.pdf?sequence=8](https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/19093/TFM_%20Maria%20Suarez%20Diaz.pdf?sequence=8)

Albert, S. (27 de diciembre de 2012). *Fabricación de cerveza artesanal: el agua en las propiedades organolépticas*. Verema. URL:

<https://www.verema.com/blog/cervezas/1038750-fabricacion-cerveza-artesanal-agua-propiedades-organolepticas>

(s.f.). *Que son las enzimas y cuáles son sus funciones al elaborar cerveza*. The Beer times.

URL: <https://www.thebeertimes.com/introduccion-a-las-enzimas-cerverceras/>

Boto Ordoñez, M., Boto Fidalgo, J.A. (2015). *Bases para la elaboración y evaluación del vino y la cerveza*. Universidad de León.

Maltas cervecedores. (2022). *La cerveza artesana desde el interior*. Página web de Maltas cervecedores. Grupo Bindelwald. <http://www.maltascervecedores.com/el-malteado/>

Red Nacional de Protección de Alimentos. (s.f.) *Molienda*. WordPress. URL: <https://mascapacionencerveza.wordpress.com/molienda/>

Levabeer. (26 de febrero de 2020). *Proceso de molienda de malta para cerveza artesanal*. Página web de Levabeer. URL: <https://levabeer.com/proceso-de-molienda-de-malta-para-cerveza-artesanal/>

Cervezomicón. (10 de agosto de 2017). *Las cuatro palancas del macerado*. Página web de Cervezomicon. URL: <https://cervezomicon.com/tag/gelatinizacion/>

Aroni Mocada, J., Bellina Morán, J., Díaz Delgado, H., Escurra Farro, C., & Pérez Asalde, S. (2015). *Diseño de una línea de producción para la elaboración de cerveza artesanal de algarroba*. Universidad de Piura. URL: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2345/2.PYT_Informe_Final_Cerveza_Artesanal.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Jake McWhirter. (2012). *The Brewer's Window: What temperature should I mash at?* For the Love of God and Enjoyment of Beer: A Blog Documenting the Journey of a Lover of Jesus Christ and a Brewer of Fine Beers. URL: <https://missionarybrewer.wordpress.com/2012/02/01/the-brewers-window-what-temperature-should-i-mash-at/>

Red Nacional de Protección de Alimentos. (s.f.). *Cocción*. Wordpress. URL: <https://mascapacionencerveza.wordpress.com/coccion/>

Equipo de "Cultura Cervecera" Hijos de Rivera. (27 de junio de 2020). *La clarificación, el proceso para «limpiar» la cerveza*. Estrella Galicia. URL: <https://estrellagalicia.es/amantes-cerveceros/la-clarificacion-el-proceso-para-limpiar-la-cerveza/#:~:text=Tradicionalmente%20la%20clarificaci%C3%B3n%20de%20la,whirlpool%20%80%9D%20o%20centrifugado%20en%20remolino.>

Hacer cerveza artesanal. (2021). *Cómo clarificar la cerveza. Tipos de agentes clarificantes*. Página web de Hacer cerveza artesanal. URL: <https://hacercervezaartesanal.com/como-clarificar-cerveza-agentes-clarificantes/>

Red Nacional de Protección de Alimentos. (s.f.). *Maduración*. Wordpress. URL: <https://mascapacionencerveza.wordpress.com/maduracion/#:~:text=En%20la%20etapa%20de%20maduraci%C3%B3n,que%20la%20cerveza%20va%20clarificando.>

Hacer cerveza artesanal (2021). *Maduración de cerveza en frío. Clarificación mediante Cold Crash*. Página web de Hacer cerveza artesanal. URL: <https://hacercervezaartesanal.com/maduracion-de-cerveza-en-frío-clarificacion-mediante-cold-crash/>

J.G., Bonilla Rodríguez & E.X., Cordero Loor (2010). *Diseño y análisis de un sistema de instrumentación y automatización industrial aplicado al proceso de pasteurización de una planta de elaboración de cerveza*. Escuela Superior Politécnica del Litoral. URL: <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/10830>

Ellab. (s.f.). *Túnel de pasteurización*. Página web Ellab URL: <https://www.ellab.com/es/sectores/alimentos/tuneles-de-pasteurizacion/>

Empresa Eficrea. (2 de noviembre de 2018). *Etiquetado de cerveza*. Eficrea. URL: <https://eficrea.com/blog/etiquetado-de-cerveza>

Cerveza Unika (5 de mayo de 2020). *Cómo se fabrica la cerveza (parte 3): envasado y etiquetado*. Unikabeer. URL: <https://unikabeer.com/como-se-fabrica-la-cerveza-parte-3-ensado-y-etiquetado>

Esteban Torrente, S. (julio del 2019). *Aprovechamiento de los subproductos generados en la industria cervecera*. Universidad Complutense. URL: <http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/SANDRA%20ESTEBAN%20TORRENTE.pdf>

Orús, A. (14 de marzo del 2022). *Ranking de los países líderes en producción de cerveza en el mundo en 2020*. Statista. URL: <https://es.statista.com/estadisticas/1147467/lideres-produccion-cerveza-mundial/>

Orús, A. (28 de octubre del 2021) *Producción de cerveza a nivel mundial entre 2008 y 2020*. Statista. URL: <https://es.statista.com/estadisticas/600571/produccion-de-cerveza-a-nivel-mundial-1998/>

Marín, J. L. (5 de enero del 2022). *Los principales países productores de cerveza en Europa*. El Orden Mundial. URL: <https://elordenmundial.com/mapas-y-graficos/principales-productores-cerveza-europa/>

Haqqi, T. (5 de septiembre de 2020). *Las 11 empresas cerveceras más grandes del mundo en 2020*. YahooFinance. URL: https://finance.yahoo.com/news/11-largest-beer-companiesworld150541894.html?guccounter=1&guce_referrer=aHR0cHM6Ly9lbG9yZGVubXVvZGhbc5jb20v&guce_referrer_sig=AQAAACDOHnxJOeP4MLiX4lgR O50pUvvu J9TJCzEfQ9RQod9DSBPYSDAXdEkQJvFLQzvXXSpASoklgRVSxZFqWp1zMPEHghg2Mloml P5jLGvboHoTMulsxlu4dvcNfBl 3mTBLSEbGhbW5ez3ywJJ8VomZjh5agE8Ay7jjYeaaPjD FZ

Maltosaa Mexican Premium Malt (29 de diciembre de 2021) Pagina web de Maltosaa URL: <https://maltosaa.com.mx/cervecerias-mas-grandes-del-mundo/>

Carrillo, A. (13 de diciembre de 2021). *Cervecería AB InBev se compromete a ser carbono neutral para 2040*. Diario Sustentable. URL: <https://www.diariosustentable.com/2021/12/cerveceria-ab-inbev-se-compromete-a-ser-carbono-neutral-para-2040/>

Redacción Corresponsables México. (28 de marzo de 2018). *AB InBev lanza objetivos de sostenibilidad para 2025*. URL: <https://mexico.corresponsables.com/actualidad/ab-inbev-objetivos-sostenibilidad-2025>

Fundación Haz Revista. (18 de febrero del 2020). *Heineken se convertirá en cervecera 100% neutra en carbono en 2023*. Haz revista. URL: <https://hazrevista.org/rsc/2020/02/heineken-se-convertira-en-cervecera-100-neutra-en-carbono-en-2023/>

García, N. (30 de octubre de 2018). *Heineken alcanza el objetivo de reducción de CO2 en sus fábricas*. El Economista. URL: <https://www.eleconomista.es/especial-medio-ambiente/noticias/9487921/10/18/Heineken-alcanza-el-objetivo-de-reduccion-de-CO2-en-sus-fabricas.html>

Del Real, J. (16 de octubre de 2019). *La cerveza más ecológica del planeta: Carlsberg*. Expok. URL: <https://www.expoknews.com/la-cerveza-mas-ecologica-del-planeta-carlsberg/>

Acosta, C. (16 de febrero de 2021). *Objetivos de reducción de carbono de Carlsberg, muy cerca*. Expok. URL: <https://www.expoknews.com/objetivos-de-reduccion-de-carbono-de-carlsberg-muy-cerca/>

Orus, A. (21 de abril de 2021). *Principales empresas españolas que se dedican a la fabricación de cerveza en España en 2019, por facturación*. Statista. URL: <https://es.statista.com/estadisticas/474891/empresas-lideres-del-sector-de-la-fabricacion-de-cervezas-espana/>

Damm Corporate. (14 de febrero de 2020). *Damm se compromete a disminuir su Huella de Carbono*. Damm Corporate Web site. URL: <https://www.dammcorporate.com/es/damm-se-compromete-disminuir-su-huella-de-carbono>

Heineken España. (24 de noviembre de 2020). *Heineken España obtiene el premio Lean & Green por su compromiso con la reducción de emisiones de CO2*. Heineken España Web site. URL: <https://www.heinekenespana.es/heineken-espana-obtiene-el-premio-lean-green-por-su-compromiso-con-la-reduccion-de-emisiones-de-co2/>

Heineken España. (5 de septiembre de 2021). *Estado de Información No Financiera 2020*. Heineken España Web site. URL: <https://www.heinekenespana.es/wp-content/uploads/2021/08/einf-2020-heineken-ok.pdf>

Alimarket. (17 de febrero de 2022). *Heineken supera en 2021 sus beneficios prepandemia sin recuperar todavía su facturación*. URL: <https://www.alimarket.es/alimentacion/noticia/346096/heineken-supera-en-2021-sus-beneficios-prepandemia-sin-recuperar-todavia-su-facturacion#:~:text=La%20cervecera%20holandesa%20Heineken%20ha,23.969%20M%E2%82%AC%20de%202019>.

Mahou San Miguel. (20 de noviembre de 2021). *Mahou San Miguel se une a the Climate Pledge y refuerza su compromiso de ser carbón neutral en 2040*. Mahou San Miguel Web site. URL: <https://www.mahou-sanmiguel.com/es-es/sala-de-prensa/notas-de-prensa/mahou-san-miguel-se-une-a-the-climate-pledge-y-refuerza-su-compromiso-de-ser-carbon-neutral-en-2040>

Mahou San Miguel. (24 de junio de 2021). *Declaración ambiental 2020*. Mahou San Miguel Web site. URL: <https://www.mahou-sanmiguel.com/es-es/documentos/declaracion-ambiental-2020.pdf>

Gobierno de España. (25 de marzo de 2022). *Organizaciones y proyectos*. <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/organizaciones-proyectos.aspx>

MurciaPlaza (28 de mayo del 2021). *Reconocimiento a Estrella de Levante por la reducción de su Huella de Carbono*. Periódico Murciaplaza. URL: <https://murciaplaza.com/reconocimiento-a-estrella-de-levante-por-la-reduccion-de-su-huella-de-carbono>

Beers and Trips. (4 de mayo de 2020). *Residuo cero en la cerveza artesana. borrando la huella ecológica*. <https://www.beersandtrips.com/residuo-cero-en-la-cerveza-artesana-borrando-la-huella-ecologica/>

Asociación Española de Cerveceros. (2021). *Informe técnico de la Cerveza Artesana e Independiente España*. <https://aecai.es/wp-content/uploads/2021/12/informe-cerveza-artesana-espana.pdf>

Cuñat, J. (12 de noviembre de 2019). *Cerveza Masclatá, primera cerveza artesana de España certificada con km 0 como de elaboración responsable*. Valencia Gastronómica. URL: <https://valenciagastronomica.com/cerveza-masclata-primera-cerveza-artesana-de-espana-certificada-con-km-0-como-de-elaboracion-responsable/>

Gtresonline. (10 de abril de 2019). *La cerveza: un sector plenamente comprometido con la sostenibilidad*. Revista Hola. URL: <https://www.hola.com/estar-bien/20190410140038/sector-cerveceros-medidas-sostenibilidad-gt/>

(s.f.) Cerveceros de España. *Nuestros Asociados*. URL: <https://cerveceros.org/nuestros-asociados>

Cerveceros de España. (22 de marzo de 2019). *Memoria de sostenibilidad ambiental del sector cervecero*. URL: https://cerveceros.org/uploads/5c93c65198977_Informe%20de%20Sostenibilidad%20Medioambiental_Cerveceros%20de%20Espa%C3%B1a.pdf

Ministerio para la Transición Ecológica. (31 de mayo de 2019). *Guía para el cálculo de la Huella de Carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización*. URL: https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/guia_huella_carbono_tcm30-479093.pdf

Ortiz Laseca, A. (febrero de 2020). *Registro de Huella de Carbono, compensación y proyecto de absorción de dióxido de carbono. Informe anual 2019*. Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico. Gobierno de España. URL: https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/informeanual2019_tcm30-510846.pdf

Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico. Gobierno de España. (20 de noviembre de 2017). *Introducción cálculo de elementos de alcance 3*. URL: https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/introduccioncalculoelementosalcance3_tcm30-486210.pdf

Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico. Gobierno de España. (mayo de 2022). *Factores de emisión. Registro de Huella de Carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono*. URL: https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/factoresemission_tcm30-479095.pdf

(s.f.). REPSOL URL: <https://www.repsol.es/particulares/hogar/luz-y-gas/100-renovable/>

Orden ITC/1522/2007, de 24 de mayo, por la que se establece la regulación de la garantía del origen de la electricidad procedente de fuentes de energía renovables y de cogeneración de alta eficiencia. Boletín Oficial del Estado. 131 (1 de junio de 2007). URL: <https://www.boe.es/eli/es/o/2007/05/24/itc1522>

Atlas Copco España – Compresores. (s.f.). *Recuperación del CO2 del proceso de fermentación de la cerveza*. URL: <https://www.atlascopco.com/es-es/compressors/industry-solutions/brewery-air-compressor/co2-recovery-brewery>

Ecoinventos (12 de diciembre de 2021). *Las cerveceras están convirtiendo el dióxido de carbono en oro líquido*. URL: <https://ecoinventos.com/cerveceras-convierten-dioxido-de-carbono-en-oro-liquido/>

Naturgy (19 febrero de 2014). *Soluciones energéticas para ahorrar en tu empresa*. Naturgy Web site. URL: https://www.naturgy.es/empresas/blog/soluciones_energeticas_para_ahorrar_en_tu_empresa

Naturgy (29 enero de 2018). *Naturgy presenta el 9º Estudio de Eficiencia Energética en las Pymes*. Naturgy Web site. URL: https://www.naturgy.es/empresas/blog/naturgy_presenta_el_9o_estudio_de_eficiencia_energetica_en_las_pymes

Quironprevencion (14 de noviembre de 2019). *¿Cómo pueden las empresas reducir la Huella de Carbono?* URL: <https://www.quironprevencion.com/blogs/es/prevenidos/pueden-empresas-reducir-huella-carbono>

Terra. (14 de mayo de 2008). *Energía renovable en casa para reducir nuestra Huella de Carbono*. URL: <https://www.terra.org/categorias/articulos/energia-renovable-en-casa-para-reducir-nuestra-huella-de-carbono>

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2022). *Buscador de proyectos de absorción*. URL: https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/buscador_proyectos.aspx

Santiago, I. (30 de enero de 2019). *Los proyectos de absorción y la compensación de emisiones*. Errese. URL: <https://erreese.com/proyectos-de-absorcion/>

Instituto Tecnológico Alimentario. (15 de junio del 2000). *Mejores técnicas disponibles en el sector cervecero*. URL: <https://prtr.es.es/data/images/la%20industria%20cervecera-74f8271308c1b002.pdf>

Culler, L. (2021) *Tipos de lúpulo y su utilización en estilos de cerveza*. Cerveza artesanal. URL: <https://www.cerveza-artesanal.co/tipos-de-lupulo-y-su-utilizacion-en-tipos-de-cerveza/>

Escobar, A. (30 de agosto de 2021). *Esto cuesta de verdad un kilómetro en euros con un coche eléctrico*. Autobild. URL: <https://www.autobild.es/noticias/cuesta-verdad-km-euros-coche-electrico-922983>

Ministerio de Medio Ambiente. (2005). *Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del sector cervecero*. p. 129 URL: <https://prtr.es.es/Data/images/Gu%C3%ADa%20MTD%20en%20Espa%C3%B1a%20Sector%20Cervecero-A2401D26BE1CD61C.pdf>

Ministerio para la transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2022). *Producción de vino, cerveza y licores (emisiones de proceso)*. Sistema Español de Inventario de Emisiones. p.6 URL: https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/040606-07-08_vino_cerverza_licores_tcm30-535061.pdf

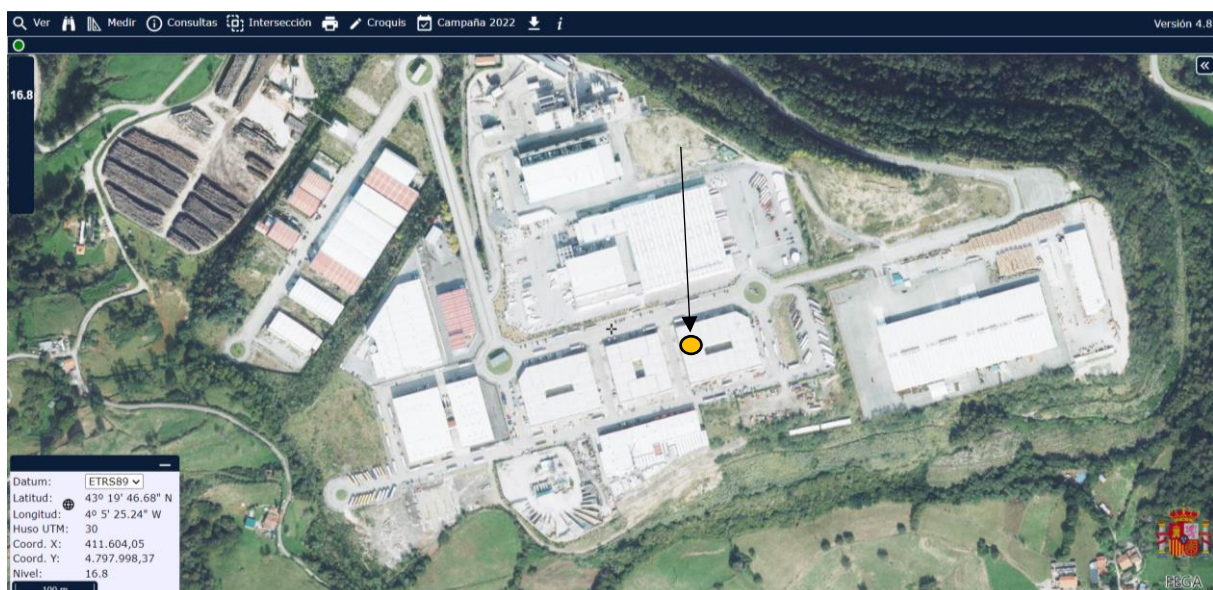
Área de Mejora Ambiental de la Unidad de Investigación. Alimentaria de AZTI-Tecnalia. (s.f.). *Buenas prácticas ambientales en la industria alimentaria*. URL: <https://www.azti.es/wp-content/uploads/2019/03/buenas-practicas-ambientales-en-la-industria-limentaria-azti.pdf>

Ing. Navarro, B., Ing. Canavoso, S., Cascé, M., Ing. Vinti, N., et al. (2021). *Buenas Prácticas Ambientales para la Cervecería Artesanal*. Docplayer. URL: <https://docplayer.es/210117765-Buenas-practicas-ambientales-para-la-cerveceria-artesanal.html>

Ministerio de fomento. (2004). *Requisitos del SGMA según ISO 14001:1996. II.A5 Buenas prácticas Medioambientales*. URL: https://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/pdf/D5216D23-E355-4AC5-83B7-C1A198A25664/19519/IIA5.pdf

16. Anexos.

Anexo 1. Ubicación de la empresa de estudio.



Anexo 2. Ficha enviada a la empresa con los datos necesarios para el cálculo.

1. Desplazamiento de vehículos: tipo y cantidad de combustible consumido:
¿Cuántos vehículos tenéis en la empresa?:

La organización realiza desplazamientos en vehículos propios o alquilados (ya sean turismos, camiones, furgonetas, motos, etc.) para el desarrollo de su actividad:

¿Qué tipo de combustible utilizan?

	E5 (l): mezcla de un 5 % de bioetanol y el resto de gasolina.
	E10 (l): mezcla de un 10 % de bioetanol y el resto de gasolina.
	E85 (l): mezcla de un 85 % de bioetanol y el resto de gasolina.
	B7 (l): mezcla de un 7 % de biodiesel y el resto de gasóleo
	B10 (l): mezcla de un 10 % de biodiesel y el resto de gasóleo.
	B20 (l): mezcla de un 20 % de biodiesel y el resto de gasóleo
	B30 (l): mezcla de un 30 % de biodiesel y el resto de gasóleo.
	B100 (l): combustible formado por un 100 % de biodiesel.
	XTL (l): diésel parafínico.
	CNG (kg): Gas Natural comprimido.
	LPG (l): gas licuado de petróleo.
	LNG (kg): Gas Natural licuado.
	H2 (kg): hidrógeno.

Número de vehículos de cada tipo:

	Vehículo eléctrico
	Vehículo híbrido enchufable
	Vehículo híbrido no enchufable

¿Qué cantidad de combustible habéis gastado o cuántos kW/h (vehículos eléctricos o híbridos) habéis consumido en el año "2021"?:

TIPO DE COMBUSTIBLE	CANTIDAD CONSUMIDA (l)

En el caso de que NO conozcáis estos datos, podríais facilitarme como alternativa:

-Modelo y marca de todos los vehículos

-Tipo de combustible que usan

-Km recorridos en el año 2021

VEHICULO Nº	MARCA	MODELO	COMBUSTIBLE	KM HECHOS

2. Cantidad consumida de los diferentes combustibles fósiles consumidos. (indicando la unidad de masa o de volumen consumida.)

-Gas Natural (kWh):

-Gas butano (kg o Nº bombonas):

-Gas propano (kg o Nº bombonas):

-Gasoil (l):

-Fueloil (kg):

-GLP genérico (kg):

-Carbón (kg):

-Coque de petróleo (kg):

3.Cantidad de biomasa consumida

Tipo de biomasa:	Cantidades parciales (kg):
A. Plantas y partes de plantas:	
B. Residuos, productos y subproductos de biomasa	
C. Fracciones de biomasa de materiales mezclados:	
D. Combustibles cuyos componentes y productos intermedios han sido obtenidos todos a partir de biomasa:	

ACLARACIÓN: *Qué entra en cada tipo de biomasa:*

A. Plantas y partes de plantas, entre otros:

Paja

Heno y hierba

Hojas, madera, raíces, leños, corteza

Cultivos; por ejemplo, maíz y triticale

B. Residuos, productos y subproductos de biomasa, entre otros:

Madera residual industrial, madera usada.

Residuos a base de madera de las industrias de la pasta y del papel; por ejemplo, licor negro.

Desechos de silvicultura.

Harina de animales, pescado y comestible, grasa, aceite y sebo.

Desperdicios primarios de la producción de alimentos y bebidas, estiércol, desperdicios de plantas agrícolas.

Lodos de depuradoras, lodos de puertos, y lodos y sedimentos de otras masas de agua.

Biogás producido por digestión, fermentación o gasificación de biomasa.

Gas de vertedero.

C. Fracciones de biomasa de materiales mezclados, entre otros:

La fracción de biomasa de restos flotantes procedentes de la gestión de masas de agua.

La fracción de biomasa de desperdicios mezclados procedentes de la producción de alimentos y bebidas.

La fracción de biomasa de compuestos que contienen madera.

La fracción de biomasa de residuos textiles.

La fracción de biomasa de papel, cartulina, cartón.

La fracción de biomasa de residuos municipales e industriales.

La fracción de biomasa de residuos municipales e industriales tratados.

D. Combustibles cuyos componentes y productos intermedios han sido obtenidos todos a partir de biomasa, entre otros:

Bioetanol

Biodiésel

Bioetanol eterizado

Biometanol

Bodimetiléter

Bio-oil (fueloíl de pirólisis) y biogás

4.Cantidad de gas refrigerante fugada. (cantidad de gas refrigerante que se necesita volver a introducir en el sistema):

-Tipo de gas:

-Carga inicial de equipo:

-Cantidad de gas recargado(kg) anualmente:

***NOTA:** La información sobre el tipo y la cantidad de cada gas refrigerante puede encontrarse en:

-Etiqueta del equipo

-Manual o especificaciones técnicas.

-Proveedor, fabricante o empresa de servicios encargada de las tareas de mantenimiento

Recarga anual: cantidad de gas refrigerante adicionado (kg) durante 2021. Estas recargas se producen cuando se ha detectado una fuga, y el dato se registra en las hojas de control de fugas efectuadas por los equipos de mantenimiento certificados.

5.kWh consumidos por nuestra organización. (Para ello se revisarán las facturas de electricidad del año 2021):

Nombre de la comercializadora suministradora de energía:

6.Instalaciones de energías renovables y los kWh generados (Si disponéis):

-Tipo de energía renovable:

-Energía consumida/vendida(kWh):

7.Volumen de producción de cerveza en hl anual:

Factor de emisión de CO₂ debido a la fermentación de la cerveza:

Anexo 3. Fotos realizadas en la visita a las instalaciones de " Redneck Brewery ".

3.1. Vehículo:



3.2. Equipo:

Foto general de la nave:



Embotelladora.



Intercambiador de placas.



3.3. Otros elementos:

Mostrador a la entrada de la nave.



Barriles de plástico y acero inoxidable.



Botellines de 33cl:



Anexo 4. Uso de la Calculadora de Huella de Carbono del Ministerio:

de la calculadora

Adapte esta tabla según sus necesidades

	FE CO ₂		FE CH ₄		FE N ₂ O		Fuente
	Valor	Unidades	Valor	Unidades	Valor	Unidades	
Combustible 1							
Combustible 2							
Combustible 3							

En cuanto a los **datos de consumo** podría considerar los siguientes bloques:

- Combustibles fósiles de equipos fijos: datos de consumo de combustibles desglosados según facturas y/o lecturas de contadores.
- Combustibles fósiles de vehículos: datos de consumo de combustibles o de distancia recorrida desglosados según facturas y/o lecturas de contadores.
- Electricidad: datos mensuales o bimensuales de las facturas de la comercializadora de electricidad.

Adapte esta tabla según sus necesidades

	Consumo kWh	Consumo kWh	Consumo_	Consumo_	Consumo_	Consumo_	Consumo_	Consumo_	Consumo_	Consumo_	Consumo_	Consumo_
Enero	3200	1400										
Febrero	2574	1300										
Marzo	3200	1800										
Abril	4000	2000										
Mayo	3900	2200										
Junio	3700	2400										
Julio	4000	2600										
Agosto	4457	2800										
Septiembre	3000	2500										
Octubre	891	2000										
Noviembre	2000	1900										
Diciembre	4200	1400										
TOTAL	39.122,0	24.300,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

2. Hoja de trabajo. Consumos

3. Instalaciones fijas

4. Vehículos y maquinaria

5. Emisiones Fugitivas

6. Emisiones de proceso

7. Información adicional

8. Electricidad y otras energías

Resultados (el dato a introducir en el formulario en caso de solicitar la inscripción en el Registro es el expresado en t CO₂e)

Año de cálculo

	t CO ₂	kg CH ₄	kg N ₂ O	t CO ₂ e
EMISIONES DIRECTAS	17,88	0,65	0,22	17,96
EMISIONES INDIRECTAS POR ENERGÍA COMPRADA	-	-	-	0,00
TOTAL	17,88	0,65	0,22	17,96

Resultados por gases desglosados según actividades

		kg CO ₂	g CH ₄	g N ₂ O	kg CO ₂ e
EMISIONES DIRECTAS (ALCANCE 1)	Instalaciones fijas	7.120,20	625,95	0,00	7.137,73
	Transporte por carretera ⁽¹⁾	7.159,68	25,92	218,88	7.218,41
	Transporte ferroviario, marítimo y aéreo	0,00	0,00	0,00	0,00
	Funcionamiento de maquinaria	0,00	0,00	0,00	0,00
	Fugitivas - climatización y refrigeración	-	-	-	0,00
	Proceso	3.600,00	0,00	0,00	3.600,00
	SUBTOTAL	17.879,88	651,87	218,88	17.956,14
EMISIONES INDIRECTAS Y OTRAS ENERGÍAS (ALCANCE 2)	Electricidad edificios ⁽²⁾	-	-	-	0,00
	Electricidad vehículos ⁽²⁾	-	-	-	0,00
	Calor, vapor, frío, aire comprimido	-	-	-	0,00
	SUBTOTAL	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	17.879,88	651,87	218,88	17.956,14	

⁽¹⁾ Las emisiones de los vehículos eléctricos se engloban en emisiones indirectas debidas al consumo de electricidad.

