UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

DEPARTAMENTO CIENCIAS DE LA TIERRA

CARRERA AGROINDUSTRIAS

TÍTULO

"DISEÑO DE PLANTA CONCEPTUAL PROCESADORA DE CERVEZA ARTESANAL"

AUTOR

Milca Thalia Lisintuña Vinueza

DIRECTOR DEL PROYECTO

MSc. Regla María Bernal Gutiérrez

Puyo – Ecuador

Noviembre 2020

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Quien suscribe Milca Thalia Lisintuña Vinueza con C.I: 1600529109, hacen constar que es autor del Trabajo de Integración Curricular titulado: DISEÑO DE PLANTA CONCEPTUAL PROCESADORA DE CERVEZA ARTESANAL, el cual constituye una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del Tutor de dicho trabajo, Msc. Regla María Bernal Gutiérrez. En tal sentido, manifiesto/manifestamos la originalidad de la conceptualización del trabajo como interpretación de datos y elaboración de conclusiones dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el texto de dicho trabajo.

En el cantón Pastaza, a los 29 días del mes de enero del 2021

…….

Milca Thalia Lisintuña Vinueza

C.I: 1600529109

CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN POR EL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El tribunal de sustentación del proyecto de investigación/ trabajo de Integración Curricular aprueba el proyecto de investigación/ trabajo de Integración Curricular titulado: DISEÑO DE PLANTA CONCEPTUAL PROCESADORA DE CERVEZA ARTESANAL

Dr/Msc. Cerda Mejia Victor Rodrigo

Presidente del Tribunal

Dr/Msc. Cardenas Bonifa Miryam Janeth

Miembro del tribunal

Dr/Msc. Abad Basantes Cristhian Augusto

Miembro del tribunal

CERTIFICADO DE PORCENTAJE DE SIMILITUD OBTENIDO EN EL SISTEMA ANTI-PLAGIO

DERECHOS DE AUTOR

©2020, Milca Thalia Lisintuña Vinueza

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el derecho de autor.

DEDICATORIA

El presente trabajo de integración curricular le dedico a mi familia por el apoyo incondicional; especialmente a mi abuelita Mercedes Lisintuña por sus sabias palabras en los momentos tristes, a mis padres Jorge Lisintuña, Guadalupe Vinueza y a mi hermana Lilibeth Lisintuña por permitirme e impulsarme a luchar por mis sueños, a mi hija Akemi Armas por acompañarme en cada momento y darme la fortaleza para no rendirme.

Milca Thalia Lisintuña Vinueza.

AGRADECIMIENTO

El más sincero agradecimiento a Dios por ser bondadoso y brindar salud y vida a mi familia y a mí para poder alcanzar nuestros propósitos; a la Universidad Estatal Amazónica, por darme la oportunidad de una educación superior de calidad y permitirme obtener una profesión; a los docentes de la facultad de Ciencias de la Tierra, especialmente a Regla María Bernal Gutiérrez y Juan Elías Gonzales Rivera, quienes me brindaron su tiempo y conocimientos para culminar exitosamente este trabajo de integración curricular; a mis padres por el esfuerzo diario que realizan para obsequiarme la mejor herencia como lo es el estudio.

Gracias a toda mi familia y amigos por brindarme sus palabras de aliento.

Milca Thalia Lisintuña Vinueza.

RESUMEN

En el mercado ecuatoriano existe una creciente demanda de cerveza artesanal, por lo cual, han surgido micro cervecerías artesanales que han caído en errores productivos y operativo para la transformación de las materias primas. En base a la investigación bibliográfica, se realizó una comparación de los procesos tecnológicos de la producción de cerveza artesanal, propuesta por diferentes autores, en la cual se ha seleccionado el diagrama de proceso de manufactura planteado por (Gordillo et al., 2018), mediante la selección se obtiene una visión global de los componentes que forman parte de una planta procesadora de cerveza artesanal. Se concluye que el proceso tecnológico cumple con las normativas ecuatorianas de BPM y la NTE INEN 2262 para garantizar un producto inocuo y de calidad, además la planta procesadora concuerda con las características de la maquinaria para obtenido una producción de 7000kg de cerveza artesanal mensualmente. Por lo que se recomiendan realizar un estudio de suelo y acondicionamiento para la construcción de la planta que perimirá operar con seguridad.

Palabras clave: Cerveza artesanal, diseño conceptual, calidad, tecnología, BPM.

ABSTRAC

In the Ecuadorian market there is a growing demand for craft beer, which is why many rising microbreweries have fallen into errors in production and the transformation of raw materials. Based on my bibliographical research, a comparison of the technological processes of craft beer production took place, ranging from a variety of authors, in which the manufacturing process diagram proposed by (Gordillo en al.,2018) has been analyzed. Through selection, a global vision of the components that are part of craft beer processing plant is obtained. It is concluded that the technological process complies with the Ecuadorian regulations of BMP and the NTE INEN 2262 to guarantee a safe and quality product. In addition, the processing plant is compatible with the characteristics of the machinery to reach a monthly production of 7000 kg of craft beer. Therefore, a soil and condition study is recommended for the construction of the plant to ensure safe operation.

Keywords: Craft beer, conceptual design, quality, technology, BPM

TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN 1

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 2

1.2 OBJETIVOS 2

1.2.1 Objetivo general: *2*

1.2.2 Objetivos específicos: *2*

1.3 JUSTIFICACIÓN 2

CAPITULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA 3

2.1 *Cerveza Artesanal* *3*

2.1.1 *Diferencias del proceso tecnológico de la cerveza artesanal e industrial* *3*

2.1.2 Clasificación de la cerveza artesanal 4

2.1.3 Estilos de cerveza 5

2.1.3.1 Cerveza de fermentación alta 6

2.1.3.1.1 Familia Pale Ale 6

2.1.3.1.2 Familia India Pale Ale “IPA” 6

2.1.3.1.3 Familia Amber-Red-Brown Ale 7

2.1.3.1.4 Familia Porter- Stout 7

2.1.3.1.5 Familia Strong Ale 8

2.1.3.2 Cervezas de fermentación baja 8

2.1.3.2.1 Familia Pale Lager / Pilsner 8

2.1.3.2.2 Familia Ámber Lager 9

2.1.3.2.3 Familia Dark Lager 9

2.1.3.2.4 Familia Bock 10

2.2 Materias Primas *10*

2.2.1 Cebada Malteada *10*

2.2.1.1 Características del grano de cebada para malta 10

2.2.1.2 Clasificación de cebada malteada 11
2.2.2 Levaduras 12
2.2.3 Lúpulo 13
2.2.4 Agua 14
2.3 Proceso de elaboración de cerveza artesanal 14
2.3.1 Molturación o molienda 14
2.3.2 Maceración 14
2.3.2.1 Métodos de maceración 15
2.3.3 Filtración – lavado del bagazo 16
2.3.4 Cocción 16
2.3.5 Enfriamiento 17
2.3.6 Fermentación 17
2.3.7 Maduración - Segunda fermentación 18
2.3.8 Carbonatación y envasado 18
2.4 Conceptualización de diseño de procesos ***..... 18***
2.4.1 Fases de diseño de proceso 19
CAPITULO 3: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 21
3.1 Tipo o Diseño de Investigación: 21
3.2 Métodos de Investigación: 21
3.3 Procedimiento para la selección del proceso tecnológico 21
3.4 Metodología para la selección del diseño de planta 23
CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS 24
4.1 Descripción de los procesos tecnológicos de cerveza artesanal 24
4.1.1 Balance de masa del proceso de elaboración de cerveza artesanal. 28
4.2 Propuesta de diseño de planta 30
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 32
Conclusiones 32

Recomendaciones..... *32*

4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 33

Anexos..... 38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1. Cervezas Pale Ale 6
Tabla 2-2. Cerveza India Pale Ale “IPA” 6
Tabla 2-3. Cervezas Amber-Red-Brown Ale 7
Tabla 2-4. Cervezas Porter-Stout 7
Tabla 2-5. Cervezas Strong Ale 8
Tabla 2-6. Cervezas Pale Lager 8
Tabla 2-7. Cervezas Ámbar Lager. 9
Tabla 2-8. Cervezas Dark Lager 9
Tabla 2-9. Cervezas Bock 10
Tabla 4-10. Composición Química del lúpulo 13
Tabla 2.11 Efecto de la temperatura en la maceración 15
Tabla 3.12. Comparación del proceso tecnológico 22
Tabla 4-13. Proceso tecnológico para la cerveza artesanal basado en los artículos del Reglamento BPM……..27
Tabla 14. Resumen de balance de materia 29
Tabla 4-15. Áreas del diseño de planta 31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1. Diferencias del diagrama de flujo entre cerveza industrial y artesanal. ……...3

Figura 4-2. Clasificación de la cebada malteada 12

Figura 2- 3. Lúpulo 13

Figura 2-4:Fases de diseño de planta. Diagrama de catarata 20

Figura 4-5. Diagrama de flujo 24

Figura 4-6**.** Diagrama de bloques de cerveza artesanal..... 29

Figura 4-7: Planta procesadora de cerveza artesanal. 30

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN

Las cervecerías artesanales tiene su origen a finales de la década de los 70 en el Reino Unido y fue utilizada para describir a una generación de pequeñas cervecerías que se enfocaban en la producción tradicional de cerveza de fermentación alta (ElCapitalFinanciero, 2020). El término "micro cervecería" fue utilizado para describir el tamaño de las cervecerías; en la década de los 80 este concepto llegó a los Estados Unidos donde fue utilizado eventualmente para designar a aquellas cervecerías que producen menos de 15,000 litros de cerveza por año (ProChile, 2014). Sin embargo, la de cerveza es uno de los primeras bebidas fermentadas que conoció el hombre y en la actualidad las técnicas de elaboración han evolucionado (Fonseca, 2007).

La cerveza artesanal empezó a introducirse en Ecuador en el 2011, los primeros emprendimientos de esta bebida surgen a partir de iniciativas de amigos o familiares en sus propios hogares, en busca de alternativas donde las bebidas alcohólicas de calidad son demasiado caras; estos emprendimientos tuvieron una gran acogida debido a su diferencia de sabor con respecto a la cerveza industrial (Líderes, 2015). Según datos de la Asociación de Cerveceros, las cervezas industriales dominan 99,38% del mercado, siendo una de las empresas más competitivas, mientras que las cervezas artesanales ocupan 0,52%, pero en la actualidad su consumo poco a poco está ganando espacio en el mercado (Cruz Daza & Meyer Sanchez, 2019). En el país existen alrededor de 230 marcas de cerveza artesanal de las cuales el 30% de ellas no se encuentran regularizadas, sin embargo muchas de ellas acarrean errores productivos, por lo cual se plantea una diagrama de manufactura de cerveza artesanal que garantice la calidad de la cerveza artesanal (Asocerv, 2018).

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las cervecerías artesanales del Ecuador a pesar de la creciente demanda, han caído en errores productivos y operativos, en espacios, herramientas y procesos para la transformación de las materias primas, por tales razones se lleva a cabo el diseño conceptual de una planta procesadora de cerveza artesanal; enfocada a la fabricación tipo Ale que garantice la calidad de producto final, para garantizar la aceptación por los pobladores de la ciudad mediante un proceso tecnológico idóneo y garantizar el empleo a los habitantes de la localidad.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general:

- Diseñar conceptualmente una planta procesadora de cerveza artesanal en la ciudad de Puyo provincia Pastaza.

1.2.2 Objetivos específicos:

- Describir los procesos tecnológicos de la producción de cerveza artesanal a partir de la información bibliográfica recopilada.
- Proponer un proceso tecnológico idóneo para la producción de cerveza artesanal que garantice la calidad del producto final.
- Diseñar la planta procesadora de acuerdo con el proceso tecnológico seleccionado para la producción de cerveza artesanal.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Hoy en día la cultura cervecera ha adquirido más auge, debido a que los consumidores cada vez buscan cervezas de calidad. La cerveza artesanal posee características organolépticas de gran agrado y es percibida como un producto saludable, pues la misma posee componentes como vitaminas, minerales y antioxidantes, debido a que se elabora con ingredientes naturales y un mínimo de conservantes; es de gran agrado de quienes la consumen. Según datos de Asociación de Cervecerías del Ecuador (Asocerv, 2018) en el país existen alrededor de 230 marcas de cerveza artesanal de las cuales el 30% de ellas no se encuentran regularizadas. Por las razones antes mencionadas se lleva a cabo el proyecto del diseño conceptual de una planta procesadora de cerveza artesanal que cumpla con los estándares de calidad y que tenga buena aceptación en los pobladores de la ciudad de Puyo, en la provincia de Pastaza.

CAPITULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Cerveza Artesanal

La cerveza según la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2262:2013 expresa que es una “Bebida de bajo contenido alcohólico, resultante de un proceso de fermentación natural controlado, por medio de levadura cervecera proveniente de un cultivo puro, en un mosto elaborado con agua de características fisicoquímicas y bacteriológicas apropiadas, cebada malteada sola o mezclada con adjuntos, con adición de lúpulo y/o sus derivados.”; el término "artesanal" se refiere que es elaborada siguiendo una receta propia de maestros cerveceros que ponen especial atención en sabores y aromas que las distingan de las industriales (Asimbaya y Curay, 2020).

2.1.1 Diferencias del proceso tecnológico de la cerveza artesanal e industrial

En la actualidad, en todos los países del mundo se consumen cervezas industriales, la cual presentan algunas diferencias con la cerveza artesanal en la Figura 2.1, se puede ver que las diferencias recaen en el proceso tecnológico de filtración, pasteurización y la adición de aditivos y coadyuvantes, además de la segunda fermentación que se lleva a cabo en la botella (Martinez, 2014, p. 11).

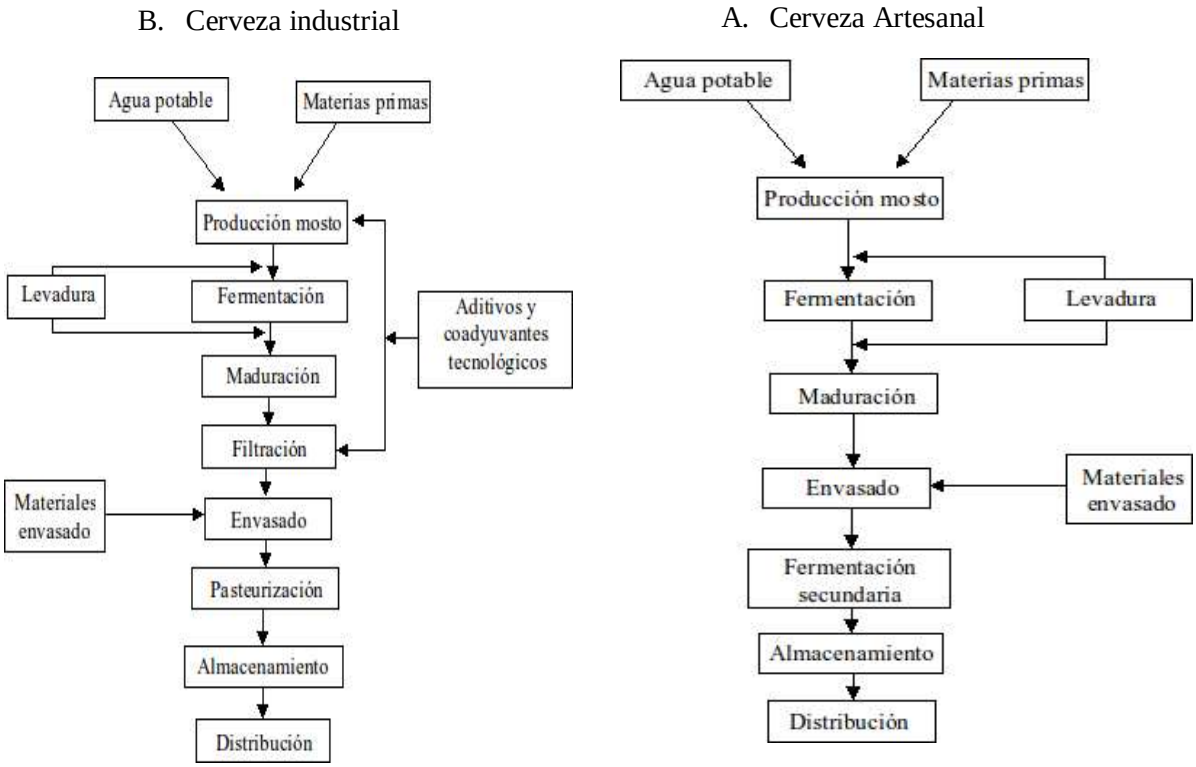


Figura 2-1. Diferencias del diagrama de flujo entre cerveza industrial y artesanal**.**

Fuente: (Martinez, 2014).

Las diferencias entre la cerveza artesanal e industrial también surgen de la tecnología utilizada, la calidad de las materias primas, la receta del maestro cervecero y sobre todo en los procesos de elaboración (Arroyo et al., 2017, p. 15). Las cervezas industriales se producen con equipos de grandes dimensiones completamente automatizados y una formulación básica estandarizada; de esta manera se reduce costos de producción, mano de obra y aumentan las ventas; por otra parte, la cerveza artesana se elabora con equipos más tradicionales, la receta puede ser modificada para obtener sabores y aromas característicos, el proceso tiende a ser muy minucioso y más tardado (Morales y Aguirre, 2017, p. 10).

a. Diferencia según sus componentes

Las cervecerías artesanales se acogen a la producción de cerveza según la ley de pureza alemana, decretada en el año de 1516 que establece la utilización únicamente de malta de cebada, agua y lúpulo; negando totalmente la incorporación de aditivos químicos o algún ingrediente que pueda alterar su sabor (Cervecista, 2020). Las cervezas industriales son elaboradas con mezcla de malta de cebada y cereales adjuntos (maíz amiláceo, arroz, etc.) teniendo como objetivo reducir costos de producción, también agregan antioxidantes y estabilizantes para alargar la vida útil del producto. Además, en el proceso de embotellamiento se inyecta gas carbónico para reducir tiempos de espera y así poder comercializarlo de forma inmediata (Chamorro, 2012, p. 6).

b. Diferencia según la oferta en el mercado

El mercado ecuatoriano esta monopolizado por las marcas Pilsener y Club pertenecientes a la multinacional Cervecería Nacional (PlanV, 2016). Las cervecerías industriales elaboran cerveza estilo “Pilsener Lager”, las cervezas se pueden diferenciar unas de otras por las características del envase y etiquetado ya que la bebida posee las mismas características organolépticas (Rojas Barroso.Victor, 2016). Las cervecerías artesanales ofrecen a sus clientes una gran variedad de estilos ya sean cervezas rubias, rojas, negras, ahumadas, con alto o bajo contenido de alcohol (García, 2015a).

2.1.2 Clasificación de la cerveza artesanal

Clasificar a la cerveza es una actividad muy compleja debido a las múltiples variables de la bebida y a la diversidad de recetas cerveceras que existen en el mercado (H. Rodríguez, 2003). Sin embargo, categoriza a las cervezas artesanales considerando varios criterios tales como:

- Ingredientes empleados: Se denomina cerveza de cereales cuando en el contenido de malta en el mosto cervecero es inferior al 50% ya sea por razones técnicas o económicas; estas cervezas llevarán la denominación de «Cerveza de» seguida del nombre del cereal con mayor contenido en peso, por ejemplo, cerveza de trigo, cerveza de avena (BOE, 2016; González, 2017, p. 9).
- Aspecto: Muchas veces las cervezas suelen ser nombradas por los rasgos visuales que presentan basándose en el color y la turbidez (H. Rodríguez, 2003) . El color de la cerveza se origina por el tipo de malta que se usa, los matices van desde el amarillo pajizo a negro oscuro, pasando por tonalidades rojizas y marrones (Guerberoff et al., 2020, p. 55) . La turbidez de la cerveza se debe a las partículas que se encuentran en suspensión, originadas por la poca o nula filtración existente en el proceso denominándolas como cervezas turbias o claras (González, 2017, p. 9).
- Métodos de elaboración; Se basa en las técnicas específicas que se utilizan en el proceso de elaboración (BOE, 2016). Un ejemplo representativo de esta categoría son las ahumadas, está cerveza es elaborada con malta que ha sido secada al fuego en la que el humo de la leña se impregna al grano brindando un aroma característico, también están las cervezas de doble malta, que poseen un mayor porcentaje de alcohol (Abenza Nuñez et al., 2016)
- Procedencia: En esta categoría se toma en cuenta la región geográfica donde fue elaborada la cerveza tales como cervezas alemanas, británicas, belgas, americanas, escocesas, entre otras(González, 2017, p. 10). Un ejemplo destacado es la cerveza pilsner o pilsen, la cual es originaria de la Republica Checa y que hoy en día es el estilo con mayor difusión a nivel mundial (Suárez Díaz, 2013, p. 4).
- Tipo de fermentación: Se clasifican de acuerdo con el tipo y ubicación de la levadura en el mosto al final del proceso de fermentación, se puede señalar la cerveza Lager (baja fermentación), cervezas Ale (alta fermentación) y las cervezas de fermentación espontánea. (Merelo & Zúñiga, 2013).

2.1.3 Estilos de cerveza

Los estilos de cervezas se clasifican acorde al tipo de fermentación. La cerveza de baja fermentación o también denominada cerveza lager proviene del alemán “Lagern” cuyo significado es “Almacenar”, este tipo de cerveza son elaboradas con cepas del tipo

Saccharomyces uvarum, caracterizadas por sedimentarse en el fermentador (Checerveza, 2019) . Las cervezas de fermentación alta o también denominadas cervezas ale, son elaboradas con cepas de Saccharomyces cerevisiae, estas levaduras tienden a flotar en la superficie del mosto al terminar la fermentación (Merelo y Zúñiga, 2013).

2.1.3.1 *Cerveza de fermentación alta*

2.1.3.1.1 Familia Pale Ale

Son cervezas de color amarillo cobre y translucidas, aroma ligeramente dulce, el amargor variando desde 10 hasta 30 unidades IBU, la espuma difiere entre un blanco moderado y un blanco pálido y puede escasear debido a la baja carbonatación (Cruz Daza & Meyer Sanchez, 2019, p. 73). En la tabla 3-1. se encuadran los distintos estilos de cerveza que pertenecen a esta familia.

Tabla 2-1. Cervezas Pale Ale

Denominación	Alcohol (%ABV)	Amargor (IBU)	Color (EBC)
Golden Ale British	3.8 – 5.0	20 – 45	4 – 12
Blonde Ale American	3.8 – 5.5	15 – 28	6 – 12
Cream Ale American	4.2 – 5.6	8 – 20	5 – 10
Kölsch	4.4 – 5.2	18 – 30	7 – 10
Golden Ale Pampas	4.3 – 5.5	15 – 22	6 – 10
Sparkling Ale Australian	4.5 – 6.0	20 – 35	8 – 15
Pale Ale American (APA)	4.5 – 6.2	30 – 50	10 – 20
Pale Ale Belgian (BPA)	4.8 – 5.5	20 – 30	16 – 28
Saison Ale	5.0 – 7.0	20 – 35	10 – 45
Blond Belgian Ale	6.0 – 7.5	15 – 30	8 – 14

Fuente: (Sánchez, 2020, p. 20)

2.1.3.1.2 Familia India Pale Ale "IPA"

Se caracterizan por sus colores claros, al igual que la familia anterior, pero se diferencia por su moderado- alto nivel de amargor y un contenido de alcohol medio-alto (Sánchez, 2020, p. 20). Es originaria de Inglaterra, en la cual agregaban mayor cantidad de lúpulo a la cerveza para que resistiera los viajes desde Inglaterra a sus colonias en India (Vicente Fernandez, 2018, p. 4). En esta familia se encuentran los siguientes estilos de cerveza.

Tabla 2-2. Cerveza India Pale Ale "IPA"

Denominación	Alcohol (%ABV)	Amargor (IBU)	Color (EBC)
IPA Argentine	5.0 – 6.5	35 – 60	12 – 30
IPA English	5.0 – 7.5	40 – 60	12 – 28
IPA American	5.5 – 7.5	40 – 70	12 – 28
IPA Specialty	5.5 – 10.0	40 – 100	10 – 79
IPA Double	7.5 – 10.0	60 – 120	12 – 28

Fuente: (Sánchez, 2020, p. 20)

2.1.3.1.3 Familia Amber-Red-Brown Ale

Como su propio nombre lo indica estas cervezas son de color marrón, rojo y ámbar, generalmente son poco lúpuladas y de bajo contenido alcohólico (Sánchez, 2020, p. 20). En la tabla 2-3 los estilos pertenecientes a esta familia con su respectivo nivel de alcohol, amargor y color.

Tabla 2-3. Cervezas Amber-Red-Brown Ale

Denominación	Alcohol (%ABV)	Amargor (IBU)	Color (EBC)
Ale Scottish	2.5 – 6.0	10 – 30	26 – 44
Milk Dark British	3.0 – 3.8	10 – 25	24 – 50
Bitter British	3.2 – 6.2	25 – 50	22 – 36
Red Ale Irish	3.8 – 5.0	18 – 28	18 – 28
Brown Ale "Oud Bruin"	4.0 – 8.0	20 – 25	30 – 44
Brown Ale British	4.2 – 5.4	20 – 30	24 – 44
Altbier "Düsseldorf"	4.3 – 5.5	25 – 50	22 – 34
Brown Ale American	4.3 – 6.2	20 – 30	36 – 70
Amber Ale American	4.5 – 6.2	25 – 40	20 – 34
Red Ale Flanders	4.6 – 6.5	10 – 25	20 – 32
Bière de Garde	6.0 – 8.5	18 – 280	12 –38

Fuente: (Sánchez, 2020, p. 21)

2.1.3.1.4 *Familia Porter- Stout*

Son cervezas de color oscuro, sabores y olores intensos a tostado y con un nivel de alcohol muy variado (Sánchez, 2020, p. 21) . El nombre de esta familia significa "Trabajador" y "Robusto" ya que originariamente eran consumido por trabajadores portuarios que se dedicaban a labores muy pesadas, y la palabra stout se debe por ser cervezas con mucho cuerpo (Beer Merchants, 2020). En la tabla 2-4 se muestran los distintos estilos de Porter-Stout.

Tabla 2-4. Cervezas Porter-Stout

Denominación	Alcohol (%ABV)	Amargor (IBU)	Color (EBC)
Dry Stout Irish	4.0 – 4.5	25 – 45	50 – 79
Brown Porter English	4.0 – 5.4	18 – 35	40 – 60
Sweet / Milk Stout	4.0 – 6.0	20 – 40	60 – 79
Oatmeal Stout	4.2 – 6.0	25 – 40	44 – 79
Robust Porter American	4.8 – 6.5	25 – 50	44 – 79
Stout American	5.0 – 7.0	35 – 75	60 – 79
Tropical Stout	5.5 – 8.0	30 – 50	60 – 79
Extra-Stout Foreign	6.3 – 8.0	50 – 70	60 – 79
Strong Porter Baltic	6.5 – 9.5	20 – 40	34 – 60
Imperial Stout "Russian"	8.0 – 12.0	50 – 90	60 – 79

Fuente: (Sánchez, 2020, p. 21)

2.1.3.1.5 Familia Strong Ale

Esta familia se caracteriza por poseer un alto contenido alcohólico y cuerpo, los niveles de amargor son muy variables (Sánchez, 2020, p. 21).

Tabla 2-5. Cervezas Strong Ale

Denominación	Alcohol (%ABV)	Amargor (IBU)	Color (EBC)
Old / Strong Ale British	5.5 – 9.0	30 – 60	16 – 44
Strong Ale American	6.3 – 10.0	50 – 100	14 – 38
Strong Ale Scotch	6.5 – 10.0	17 – 35	28 – 50
Goldem Strong Ale Belgian	7.5 – 10.5	22 – 35	6 – 12
Barleywine English	8.0 – 12.0	35 – 70	16 – 44
Barleywine American	8.0 – 12.0	50 – 100	20 – 38

Fuente: (Sánchez, 2020, p. 21)

2.1.3.2 Cervezas de fermentación baja

2.1.3.2.1 Familia Pale Lager / Pilsner

Las cervezas pilsner también llamadas pilsen o simplemente pils, se caracterizan por poseer un aspecto pálido o claro, el color varía desde colores pajizos hasta dorados claros, son cervezas traslucidas y muy carbonatadas (Checerveza, 2018). En la tabla se detallan los estilos que se encuentran en la familia de cervezas Pale lager.

Tabla 2-6. Cervezas Pale Lager

Denominación	Alcohol (%ABV)	Amargor (IBU)	Color (EBC)
Leichtbier German	2.4 – 3.6	15 – 28	4 – 10
Light – LiteLager American	2.8 – 4.2	8 – 12	4 – 6

Pale Lager Czech	3.0 – 4.1	20 – 35	6 – 12
Standard Lager American	4.2 – 5.3	8 – 18	4 – 8
Pilsner "Premium" Czech	4.2 – 5.8	30 – 45	7 – 15
Pilsner German	4.4 – 5.2	22 – 40	4 – 10
Pale Lager International	4.6 – 6.0	18 – 25	4 – 12
Helles Munich-München	4.7 – 5.4	16 – 22	6 – 10
Pale / Amber Kellerbier	4.7 – 5.4	20 – 40	6 – 34
Helles Exportbier German	4.8 – 6.0	20 – 30	8 – 15

Fuente: (Sánchez, 2020, p. 23)

2.1.3.2.2 Familia Ámber Lager

La familia ámbar lager son cervezas muy parecidas a las pale lager, pero se diferencian por sus colores, estas cervezas tienden a ser de tonalidades rubias alcanzando intensidades de color cobre o marrón (Checerveza, 2019). En la tabla se representan los principales estilos.

Tabla 2-7. Cervezas Ámbar Lager.

Denominación	Alcohol (%ABV)	Amargor (IBU)	Color (EBC)
Amber Lager Czech	4.4 – 5.8	20 – 35	20 – 32
Common Bier Califronian	4.5 – 6.2	30 – 45	20 – 28
Amber Lager International	4.6 – 6.0	8 – 25	14 – 28
Lager Vienna	4.7 – 5.5	18 – 30	18 – 30
Rauchbier	4.8 – 6.0	20 – 30	24 – 44
Festbier Oktoberfest / Märzern	5.8 – 6.3	18 – 25	8 – 34

Fuente: (Sánchez, 2020, p. 23)

2.1.3.2.3 Familia Dark Lager

Las cervezas dark lager son cervezas oscuras que varía desde el marrón oscuro hasta negro (Beer Hause, 2019). En la tabla se encuentran los estilos pertenecientes a esta familia.

Tabla 2-8. Cervezas Dark Lager

Denominación	Alcohol (%ABV)	Amargor (IBU)	Color (EBC)
Dark Lager International	4.2 – 6.0	8 – 20	28 – 44
Schwarzbier	4.4 – 5.4	20 – 30	34 – 70
Dark Lager Czech	4.4 – 5.8	18 – 34	28 – 70
Dunkel Munich - München	4.5 – 6.5	18 – 28	28 – 66

Fuente: (Sánchez, 2020, p. 24)

2.1.3.2.4 Familia Bock

Son las cervezas más fuertes e intensas, presentan mayor cuerpo y grado de alcohol que el resto de las familias de esta variedad (Checerveza, 2018). En la tabla 2-9 se muestra los estilos de esta familia

Tabla 2-9. Cervezas Bock

Denominación	Alcohol (%ABV)	Amargor (IBU)	Color (EBC)
Hellesbock / Dunkelsbock	6.3 – 7.4	23 – 35	12 – 44
Dopplebock	7.0 – 10.0	16 – 26	12 – 50
Eisbock	9.0 – 14.0	25 – 35	36 – 60

Fuente: (Sánchez, 2020, p. 24)

2.2 Materias Primas

2.2.1 Cebada Malteada

Según definición de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2262:2013 determina que la cebada malteada es "Es el producto de someter el grano de cebada a un proceso de germinación controlada, secado y tostado en condiciones adecuadas para su posterior empleo en la elaboración de cerveza"(INEN, 2013). Durante el proceso se debe controlar varios parámetros la calidad tales como el tipo de cebada que llega a la planta, el tiempo de remojo, germinación secado y tostado, es importante que al momento del malteado contar con granos del mismo tamaño para que exista una germinación uniforme (Merelo y Zúñiga, 2013, p. 24).

2.2.1.1 Características del grano de cebada para malta

Existe una gran variedad de cebadas, pero las que se utilizan en maltería son las de dos hileras y las de seis hileras ya que poseen un grano grueso y su cáscara es más delgada sin embargo para que los granos sean adecuados para la producción de malta deben cumplir con los siguientes requisitos (INEN, 2004).

- Deben estar libres de plagas tales como insectos, gorgojos u hongos.
- La humedad del gano debe ser menor al 13%
- El 90% de los granos deben tener un tamaño mínimo de 2.5mm.
- El contenido de impurezas (granos partidos, cascaras, etc.) no debe superar al 3%.
- El contenido de proteínas debe ser menor al 11.5%.
- Tener una masa hectolítica mayor a los 60 Kg/Hl.
- El contenido de aflatoxinas debe ser de un máximo de 0.02 mg/kg.

2.2.1.2 Clasificación de cebada malteada

La cebada malteada se puede clasificar de diferentes formas ya que algunas son nombradas según el proceso de malteado (malta pale, malta mild), la ciudad en la cual se utilizó su proceso de malteado por primera vez (malta Munich, malta Viena, malta Pilsner), y otras, utilizan el nombre de los sabores o aromas que imparten (malta chocolate, malta cristal, malta ahumada, malta de miel) (García, 2015a, p. 4). A continuación, describiremos algunas de las maltas más utilizadas:



a. **Pilsner:** Originaria de Pilsen, en la región de Bohemia en la República Checa, es la malta base standard para la elaboración de cervezas claras con un sabor dulce y se caracterizan por poseer un contenido de alcohol 4 y 5.5% (Arriola et al., 2017, p. 24).



b. **Pale:** Esta malta es muy parecida a la pilsner, pero se diferencia por el tiempo de horneado, es de color claro con un índice que puede oscilar entre 5 y 7, pero puede llegar a 10 de EBC (Cocinista, n.d.; T. Rodríguez, 2019, p. 16).



c. **Vienna:** Está malta es más oscura que la Pale,con una rango entre 8 y 12 EBC, se utiliza para elaborar cervezas de color ambar (Maltear, 2009).



d. **Munich:** Es el doble de oscura que la vienna y brinda sabores complejos y robustos a la cerveza, se utiliza en cervezas alemanas conocidas como “Dunkel” (oscuras) para mejorar el cuerpo, color, aroma y sabor de la cerveza (Maltear, 2009).



e. **Acarameladas:** Estas maltas también son conocida como maltas cristal y son muy utilizadas, tanto para la elaboración de cervezas ligeras como la pale ale, o más fuertes como la dark ale, pero las cervezas que se caracterizan por utilizar esta malta son la ale inglesa, stout, y porter (T. Rodríguez, 2019, p. 16).



f. **Chocolate:** Esta malta no contiene chocolate, pero tiene un sabor similar ya que son horneadas a altas temperaturas sin ser quemada, se utilizan en cervezas oscuras como la porter o la stout (Díaz, 2018)

Figura 4-2. Clasificación de la cebada malteada

Fuente: (T. Rodríguez, 2019)

2.2.2 Levaduras

Levaduras o también denominada fermentos son hongos unicelulares que mediante la culminación de proceso de respiración en presencia de azúcares y O2, inicia un proceso de metabolismo llamado glicolisis anaerobia dando como resultado alcohol, anhídrido carbónico y energía (T. Rodríguez, 2019, p. 19). Para realizar la cerveza artesanal se utiliza cepas del género Saccharomyces ya que son genéticamente estable durante varios ciclos continuos, son capaces de producir un medio de fermentación libre de cantidades de metabolitos indeseables responsables de características tales como sabores fenólicos o azufrados, también son fáciles de remover y son capaz de fermentar mosto en un período de tiempo aceptable para producir niveles de etanol con un rango de 4-12% (v/v) (Merelo y Zúñiga, 2013, p. 38).

2.2.3 Lúpulo



Figura 2- 3. Lúpulo

Fuente: (Merelo y Zúñiga, 2013, p. 30)

Según la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2262:2013 define al lúpulo como "Un producto natural obtenido de la planta Humulus lupulus, responsable del amargor y de parte del aroma de la cerveza. Este puede estar en forma vegetal o en forma de extracto"(INEN, 2013). El lúpulo, es oriunda de Europa, Asia occidental y Norteamérica, proporciona a la cerveza un sabor amargo característico, aroma agradable, promueve la formación de la espuma y la retención, tiene acción antiséptica, contribuye con precipitación de proteínas durante la ebullición del mosto y actúa como un medio de filtración (Merelo y Zúñiga, 2013, p. 31)

Tabla 4-10. Composición Química del lúpulo

Composición Química del lúpulo	
Componentes químicos	**Porcentaje**
Materias Nitrogenadas	17,5 %
Materias No Nitrogenadas	27,5 %
Celulosa Bruta	13,3 %
Aceites Esenciales	0,4 %
Taninos	3,0 %
Extracto al Éter (Resinas)	1,3 %
Agua	1,5 %
Cenizas	7,5 %

Fuente: (Carvajal y Insuasti, 2010, p. 25)

2.2.4 Agua

En los procesos de fabricación de cerveza y otros licores es importante disponer de agua nula o de escasa dureza, limpia, inodora, incolora, evitando problemas en la calidad del producto final ya sea por enturbiamientos, modificaciones de coloraciones, aparición de sabores indeseables, etc (García, 2015a, p. 5).

2.3 Proceso de elaboración de cerveza artesanal

2.3.1 Molturación o molienda

La molienda es de gran importancia debido a que de ella dependerá la eficiente extracción de azúcares presentes en el interior del grano y también contribuye a una adecuada filtración del mosto cervecero (Megia, 2016, p. 21). El proceso consiste en reducir el tamaño del endospermo y tratar de mantener la cascará del grano intacta, esta acción hace que aumente la superficie de contacto con el agua durante el proceso enzimático, que está expuesto durante la maceración (Merelo & Zúñiga, 2013, p. 75) . Una molienda ideal de la malta es obtener aproximadamente 20% de harina, 50% de grano partido y 30% de grano entero, esta operación se puede realizar por los siguientes métodos (Carvajal & Insuasti, 2010, p. 60; García, 2015b, p. 10; Merelo & Zúñiga, 2013, p. 75):

- **Molino en seco**: Se utiliza el grano seco que posee una humedad de 2,5 -4 %, deben estar bien separados y poseer un tamaño uniforme. Es importante destacar que al realizar este método la cáscara es más quebradiza, pero es el método más fácil y económico (Megia, 2016, p. 22).
- **Molino en húmedo:** Consiste en acondicionar a la malta antes de ser molida aumentado su contenido de humedad con el fin de brindar mayor flexibilidad a la cáscara. El acondicionamiento de la malta se realiza mediante corrientes de vapor de agua, agua caliente o directamente en remojo, esto requiere maquinaria apropiado lo que resulta más caros (Madrid, 2010).

2.3.2 Maceración

Consiste en calentar la malta con el agua a determinadas temperaturas, produciendo así el mosto cervecero (Arroyo et al., 2017, p. 24). Su objetivo es la sacarificación del almidón, es decir, degradar completamente el almidón a maltosa y dextrinas por la acción de las amilasas; en el proceso de maceración hay que controlar la temperatura ya que activan e inactivan diferentes enzimas presentes en la malta (Megia,

2016, p. 23). A continuación, se indica un cuadro sobre los efectos de someter la malta a diferentes temperaturas en el proceso de maceración.

Tabla 2.11 Efecto de la temperatura en la maceración

Temperatura	Efectos
Entre 10 a 35°C	- Actividad de las enzimas proteolícas. - Continuación de los fenómenos de la germinación (desagregación).
Entre 45 y 52°C	- Temperatura de peptonización. - Zona importante de la actividad de proteasas.
55°C	- Temperatura óptima de formación de N soluble no coagulable.
Entre 55 y 62 °C	- Formación de maltosa muy fácilmente fermentable.
Entre 62 y 65°C	- Formación máxima de maltosa.
Entre 65 y 70°C	- Formación decreciente de maltosa y creciente de dextrinas.
70°C	- Destrucción de proteasas.
Entre 70 y 75 °C	- Aumento de la velocidad de sacarificación. - Formación de dextrinas y azúcares fermentables en menor proporción.
76 °C	- Temperatura límite de sacarificación.
Entre 80 y 85°C	- Formación de dextrinas. - Unicamente actividad de licuefacción.
Entre 85 y 100°C	- Gelatinización del almidón por efecto térmico (Engrudado).

Fuente: (Madrid, 2010)

2.3.2.1 Métodos de maceración

- **Maceración por infusión simple:** Consiste en calentar agua a una temperatura de 70-75 °C, posteriormente añadir malta, de esta manera se alcanzará una temperatura de 64-68 °C (temperatura óptima de enzimas amilasas) y mantener la temperatura durante un tiempo determinado(Megia, 2016, p. 27). Se recomienda remover la mezcla cada 10-15 minutos, y si es necesario recalentarla, encendiendo fuego durante unos, o añadiendo el agua hirviendo (Canalupe, n.d.).

- **Maceración escalonada:** Se realiza un progresivo calentamiento del mosto y pausas (escalones) en temperaturas ideales para cada tipo de enzima (α-amilasa, β-amilasa), comúnmente se inicia a temperaturas entorno a los 50 °C en la fase de los b-glucanos y posteriormente la temperatura hacendé; el número de escalones que se realice y tiempo dependen de la cerveza a elaborar y los minutos de la receta del maestro cervecero (Agulló García, 2015, p. 9).
- **Método de decocción:** Este método consiste en extraer parte del macerado del reactor de maceración para hacerlo hervir y posteriormente agregarlo reactor, esta acción tiene como objetivo subir la temperatura del mosto debido que la cocción parcial del mosto ayuda a disolver las sustancias contenidas en la malta facilitando el trabajo de las enzimas y conseguir así una buena degradación del almidón (Megia, 2016, p. 28).

La determinación de la etapa de maceración se ha completado, se recomienda realizar la prueba de yodo, esta técnica consiste en tomar una muestra del macerado libre de granos, en la cual el yodo cambiará de color; si cambia a colores amarillentos, ambarinos o tonos marrones, la conversión del almidón ha sido completa pero si obtenemos una tinción azul oscuro, púrpura o negro, todavía hay almidones que convertir (Pérez, Amaury; Alfonso, H.M ; Aragón, J.C; Baltá, J.G & Benítes, 2019, p. 30).

2.3.3 Filtración – lavado del bagazo

La filtración y lavado del mosto, se realiza una vez finalizado el proceso de maceración, el objetivo es obtener un mosto débil y turbio; mediante la circulación a través de la rejilla, la cáscara y el resto de elemento solidos; la malta funciona como lecho de filtrado obteniendo así el primer mosto (Megia, 2016, p. 27). Cuando el primer mosto presenta turbidez se recomienda recircularlo a una velocidad lenta, hasta que se observa que el mosto inicial empieza a salir claro y se puede comenzar a pasar a la cuba de cocción, una vez finalizada esta primera fase, se comienza a lavar el mosto mediante la adición de agua a temperatura de 78 °C y con un pH adecuado, con el fin de recuperar todos los extractos y azucares que se encuentran en el filtro de cascara (Mocada et al., 2015, p. 25).

2.3.4 Cocción

Al concluir la filtración del mosto se realiza la etapa de cocción, en la cual se lleva a ebullición el mosto y se agrega el lúpulo, la cocción del mosto persigue los siguientes objetivos:

- **Esterilización del mosto:** Al someter el mosto a altas temperaturas, combinado con el pH bajo, se asegura la eliminación de microorganismos patógenos que pudieron estar presentes en las anteriores etapas; garantizando así, un medio estéril, en este punto del proceso se debe tener extremo cuidado para que no se vuelva a contaminar el mosto (Mocada et al., 2015, p. 25).
- **Eliminación de compuestos volátiles indeseados**: En la cocción se volatilizan sustancias indecibles tales el dimetil-sulfuro (DMS), que imparte un sabor a verduras cocidas nada deseable en la cerveza (Megia, 2016, p. 30).
- **Desnaturalización y floculación de proteínas:** La mayor parte de las reacciones enzimáticas culminan en el proceso de filtración, sin embargo, en esta etapa se detendrá completamente el proceso enzimático (Megia, 2016, p. 31). Las sustancias albuminoideas y las enzimas presentes en el mosto comenzarán a formar coágulos y precipitarán por su propio peso en el tanque, mientras que los taninos y las proteínas, al iniciar la cocción forman espumas y posteriormente forman coágulos mayores que serán retirados(Mocada et al., 2015, p. 25).
- **La definición sabor, aroma y amargor que tendrá la cerveza:** Los alfa-ácidos presentes en el lúpulo se disuelven y son los responsables del sabor amargo que caracteriza a la cerveza; para conseguir extraer el amargor del lúpulo es importante adicionar el lúpulo en el mosto al inicio de la cocción ya que se logrará extraer su amargor al 100 % al culminar una hora, los aceites esenciales son los encargados de propiciar el aroma y el sabor (Megia, 2016, p. 31).

2.3.5 Enfriamiento

El enfriamiento del mosto se debe hacer rápidamente ya que caso contrario el mosto es susceptible a ser colonizado por microorganismos no deseados; la temperatura de enfriamiento dependerá del tipo de cerveza a realizar (García, 2015, p. 11).

2.3.6 Fermentación

El mosto frío e inoculado se coloca en un tanque de fermentación para que las levaduras transformen los azucares en etanol y dióxido de carbono (T. Rodríguez, 2019). La etapa de fermentación tardará de acuerdo con el tipo de cerveza a elaborar, si es tipo Ale se acaba el proceso entre 3 a 7 días y si es Lager el proceso dura de 7 a 10 días (Megia, 2016, p. 34) . La etapa de fermentación consta de tres fases, la primera fase es de inducción en la cual se multiplica la levadura y empieza a producirse la fermentación; la segunda fase se denomina tumultuosa se caracteriza por un incremento de gas

carbónico y elevación de temperatura y en la última fase disminuye la fermentación y la temperatura comienzan a descender (García, 2015b, p. 11).

2.3.7 Maduración - Segunda fermentación

Previo a la maduración o se debe eliminar los sedimentos presentes en el mosto, este proceso tarda de 1 a 2 semanas (Merelo & Zúñiga, 2013, p. 82). Los objetivos que se desean obtener de esta etapa es la carbonatación, desarrollo del sabor y clarificación; la clarificación consiste en retirar los sedimentos del fondo del fermentador que precipitan por las bajas temperaturas, esto se conoce como la sedimentación por gravedad; en algunos casos se adiciona agentes de sedimentadores o se utilizan centrifugas, de esta manera se aceleran los tiempos necesarios para la clarificación por precipitación; mientras que la carbonatación de la cerveza es gracias al CO2 que se produce por la fermentación del 1 % de los azucares fermentables aún presentes en el mosto, también en la maduración, evolucionan los sabores deseados y se reducen aquellos indeseables, tales como, el di acetilo que se caracteriza por tener un sabor similar a mantequilla, también gracias al CO2 se elimina el sulfuro de hidrógeno, caracterizado por tener un olor a huevo podrido y también, se elimina el acetaldehído que es un compuesto responsable de sabores "verdes" en la cerveza (Megia, 2016, p. 32).

2.3.8 Carbonatación y envasado

La carbonatación o priming de la cerveza consiste en agregar azúcares necesarios para la reactivación de las levaduras no sedimentadas presentes en la cerveza, de esta manera se producirá una nueva fermentación en el envase cerrado dando como resultado la carbonatación de la cerveza terminada también podemos inyectar CO2 en el interior de las botellas de esta manera se conseguirá un producto con la efervescencia y espuma característica (Merelo & Zúñiga, 2013, pp. 82–83).

2.4 Conceptualización de diseño de procesos

El diseño conceptual consiste en el análisis de alternativas para el desarrollo técnico-económico de una empresa teniendo en cuenta las especificaciones, requisitos y necesidades del producto a realizar, esta fase es primordial y se debe tomar con gran seriedad debido a que un diseño mal elaborado es sinónimo de perdidas constantes para la empresa (Mina, 2019, p. 5). La definición de diseño conceptual no está estrictamente determinada, pero consiste principalmente en obtener una solución a un problema, a partir de la selección de alternativas en base a un criterio predeterminado, primordialmente en

elementos como diagrama de flujos, balances de energía y materia, especificaciones y comportamiento del equipamiento, seguridad y medio ambiente, así como eficiencia económica para conducir a la empresa hacia el objetivo deseado (Pérez, 2013).

2.4.1 Fases de diseño de proceso

Dimian (2003) propone cuatro fases para el desarrollo de un proyecto de diseño, en la cual cada fase está completamente vinculada, a continuación, se explica cada una de ellas.

- La primera fase trata de los requisitos del diseño tales como la definición de los objetivos del diseño, las materias primas que se va a utilizar, la localización de la planta y los datos preliminares de diseño tales como precios y costos (Mina, 2019).
- La segunda fase propuesta por el autor nos habla sobre el diseño conceptual, esta etapa se refiere a los sistemas de reacción y separación, desarrollo de alternativas para obtener el diagrama de flujo, también se analiza componentes referidos a seguridad, ambiente, control automático de proceso y evaluación económica preliminar (Pérez, 2013).
- La tercera fase se refiere al diseño básico, en esta etapa se selecciona alternativas a partir del diseño conceptual para así definir el diagrama de flujo definitivo, el equipamiento, redes de integración energética y la valoración definitiva de los costos.
- La cuarta fase se enfoca en la ingeniería de detalle en la cual se realiza el diseño detallado de tuberías, diagramas, equipamiento, cálculo de costos finales (Pérez, 2013).

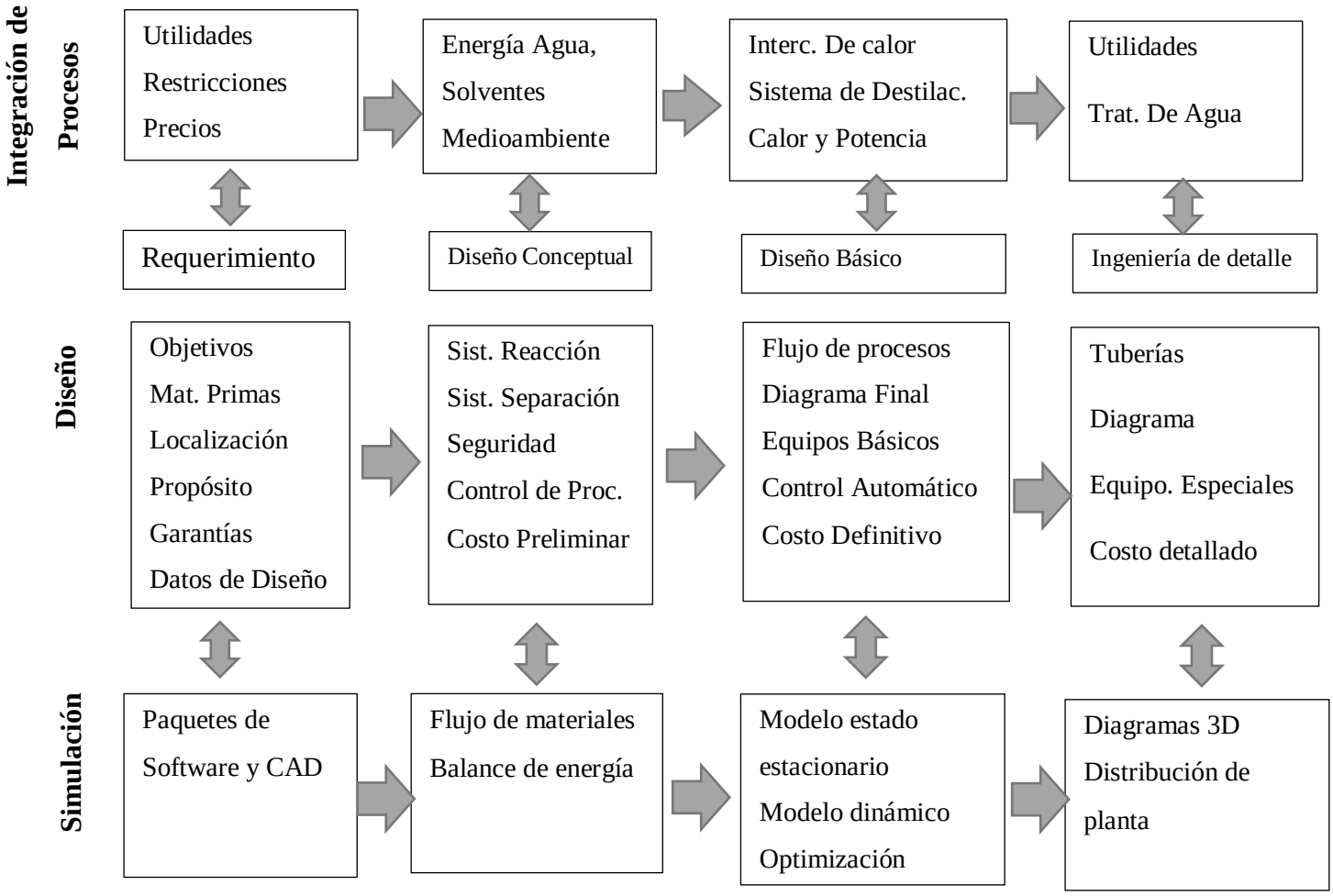


Figura 2-4: Fases de diseño de planta. Diagrama de catarata

Fuente:(Pérez, 2013)

CAPITULO 3: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo o Diseño de Investigación:

Investigación teórica con un enfoque documental la misma que se ajusta a la selección y recopilación de información por medio de la lectura crítica de documentos y materiales bibliográficos existentes en revistas científicas, artículos científicos, libros digitales, sitios webs confiables, con el fin de tener antecedentes para profundizar en las teorías y aportaciones ya emitidas sobre el tema que es el principal estudio.

3.2 Métodos de Investigación:

El método de investigación que se emplea para llevar en el proyecto de investigación consiste en el uso de herramientas digitales como libros, revistas científicas, artículos científicos, tesis, las mismas que se encuentran en sitios web confiables tales como Google Académico, Scielo, Dialnet, Google Book, entre otros. Mediante estas plataformas se revisarán documentos que brindan información sólida relacionado al tema propuesto.

Se realiza una lectura minuciosa y comprensiva con el fin de analizar, comparar y seleccionar toda la información importante que contribuya al desarrollo del proyecto de integración curricular para posteriormente plasmarlo y poder obtener un trabajo de calidad con información confiable y precisa.

3.3 Procedimiento para la selección del proceso tecnológico

En base a las investigaciones bibliográficas encontradas se realiza una comparación de los procedimientos tecnológicos de la producción de cerveza artesanal. En la tabla 3.12 podemos observar las técnicas empleadas para lograr la propuesta prevista de la información bibliográfica; el mismo que servirá para la producción de la cerveza artesanal.

Tabla 3.12. Comparación del proceso tecnológico

Procedimiento	**(Megia, 2016)**	**(Serra, 2017)**	**(Gordillo et al., 2018)**	**(García, 2015)**	**Observaciones**
Materias Primas	x		x	x	Tratamiento del agua (García, 2015)
Molienda	x	x	x	x	Método de molido en seco (Megia, 2016)
Maceración	x	x	x	x	Método de maceración por infusión escalonado (Megia, 2016) Método de maceración simple (García, 2015; Serra, 2017)
Filtrado	x	x	x	x	Recirculación de mosto y lavado de bagazo (agua 78°C) (Megia, 2016) Control de densidad (García, 2015)
Cocción	x	x	x	X3.	Duración 1 hora (García, 2015; Serra, 2017) Tiempo de adición del lúpulo Amargor: Inicio de cocción; Sabor: 20 min. antes de terminar la cocción; Aroma: 10 min. antes de terminar la cocción (Megia, 2016).
Enfriamiento	x	x	x	x	Temperatura para cerveza lager 8-15°C y 16-24°C para cerveza ale (Megia, 2016)
Fermentación 1	x	x	x	x	Segunda fermentación y adición de lúpulo (Serra, 2017). Trasvase y eliminación de sedimentos (García, 2015).
Maduración	x	x	x	x	Proceso en botellas mediante adición de azucar (García, 2015).
Clarificación	x		x		
Envasado	x	x	x	x	Inyección de CO2 (Megia, 2016; Serra, 2017)

Fuente:(Martinez, 2014; García, 2015; Megia, 2016; Gordillo et al., 2018**)**

3.4 Metodología para la selección del diseño de planta

Se cuenta con una visión global de los componentes que forman parte de una cervecería artesanal y el requerimiento de las áreas para la producción, mediante la comparación de diseños propuestos según los distintos autores (Sancho, 2015; Serra, 2017; Gordillo et al., 2018;) que se realizaron en otros países, en la cual cumplen las normas de acuerdo a la demanda y a la producción de cerveza artesanal que garantiza la seguridad e inocuidad de la producción.

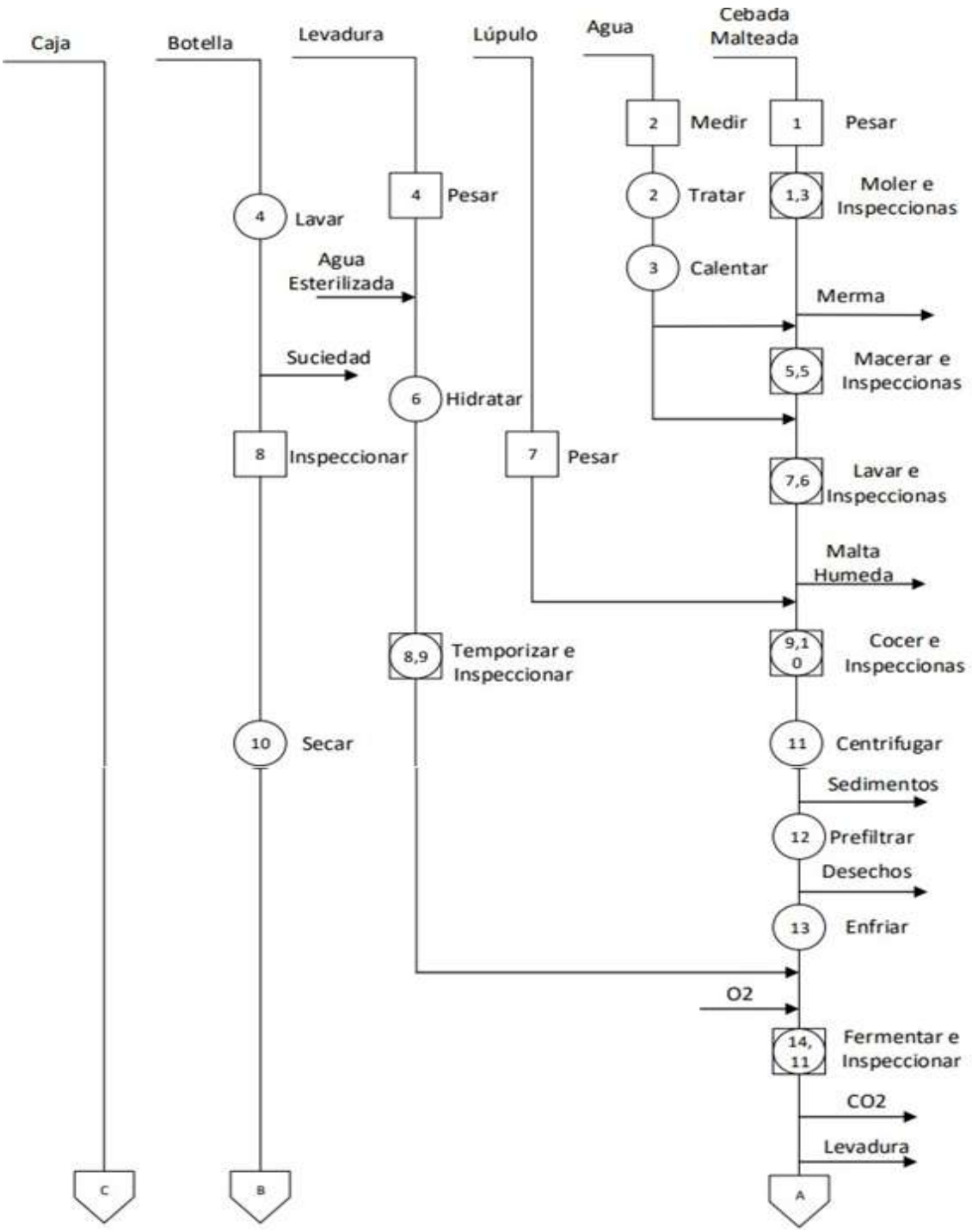
(Sancho, 2015; Serra, 2017; Gordillo et al., 2018;) han descrito las siguientes áreas en las plantas cerveceras: (1) Almacén de materias primas, (2) área de maceración, (3) área de cocción, (4)área de enfriamiento, (5)área de fermentación, (6) área de gasificación, (7) área de lavado de botellas, (8)embotellado y enchapado, (9) área de codificado, (10) etiqueta y encajonado, (11) almacén de productos terminados, (12) laboratorios (13) vestuarios y S.S.H.H, (13) zona de repuestos y herramientas, (13) área de calderas, la misma que en base a la selección del proceso tecnológico me permitirá seleccionar la que cumpla con las normativas de buenas prácticas de manufactura.

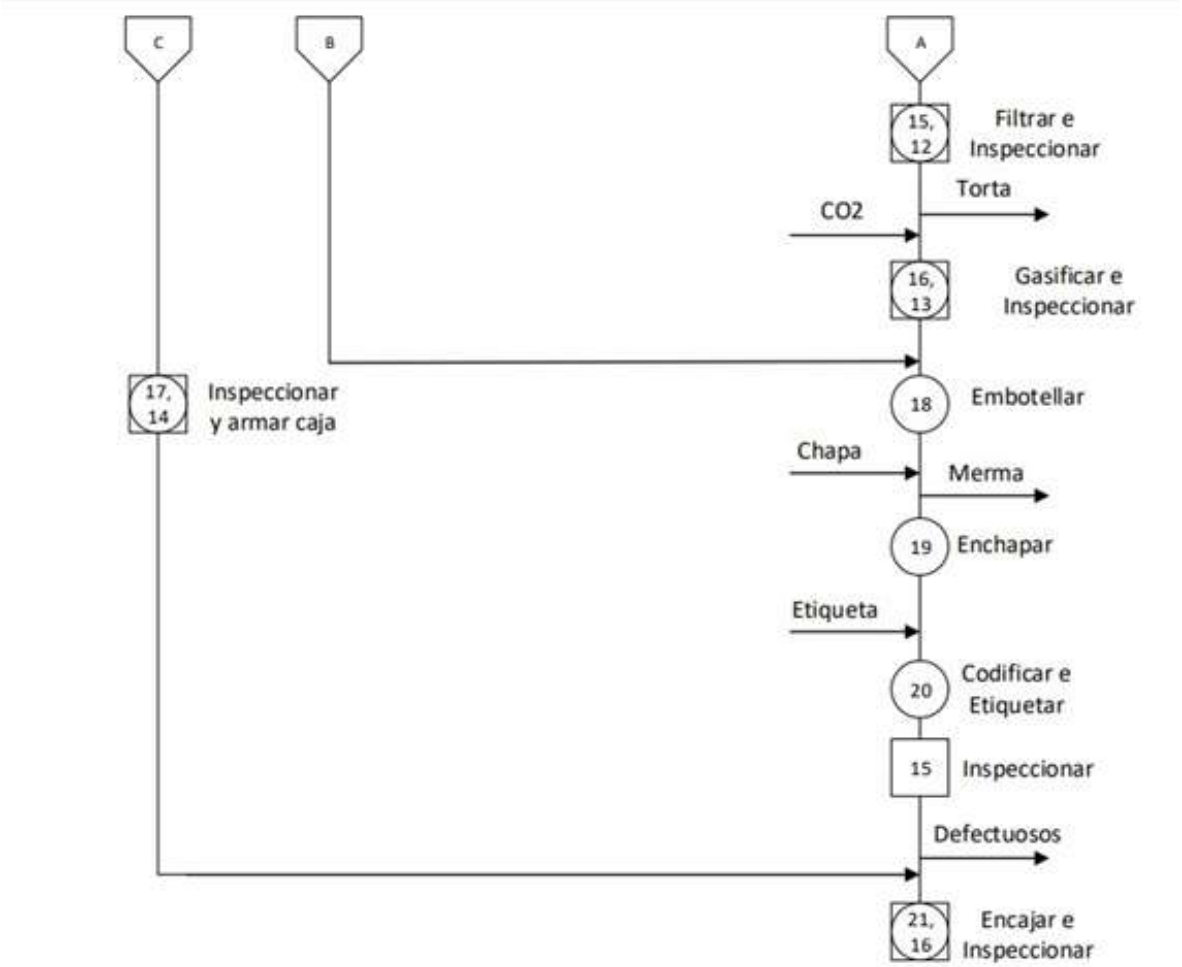
CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Descripción de los procesos tecnológicos de cerveza artesanal

Este procedimiento tecnológico está basado a los criterios técnicos de los 4 autores señalados en la metodología, sin embargo, al que mayor importancia se dio a (Gordillo et al., 2018), el mismo me ha permitido construir el proceso de elaboración de la cerveza artesanal en forma bibliográfica.

Figura 4-5. Diagrama de flujo





Fuente: (Gordillo et al., 2018)

a. **Recepción de materia prima:** La recepción de materias primas e insumos se realizarán en condiciones de manera que eviten su contaminación, alteración de su composición y daños físicos, no se aceptarán materias primas e ingredientes que presenten agentes contaminantes (Gobierno Nacional del Ecuador, 2002). Además, la cebada malteada se recibirá en sacos de 25kg, la levadura y el lupulo en paquetes de 500g (Megia, 2016).
b. **Molturación:** El objetivo del proceso es reducir el tamaño de los granos para que los almidones presentes se transformen en azúcar de manera óptima. La molienda ideal es obtener aproximadamente 20% de harina, 50% de grano partido y 30% de grano entero (Serra, 2017). La malta debe ser pesada en una báscula para emplear una correcta proporción; el método seleccionado será seco, se realiza con un molino eléctrico, en la cual se generará una merma del 2% (Gordillo et al., 2018).
c. **Maceración:** Para desarrollar esta etapa el agua a utilizar debe contar con los estándares de calidad antes mencionados, para ello la planta contará con un sistema

de tratamiento, el agua tratada es almacenada en una paila enchaquetada donde es calentada hasta 75°C y posteriormente es bombeada a la paila de maceración, simultáneamente se le agrega la malta previamente molida, de esta manera la mezcla alcanzara una temperatura de 64-68 °C (temperatura óptima de enzimas amilasas) y se debe mantener la temperatura durante una hora; en esta etapa se evapora aproximadamente el 6.5% de agua, en este proceso, los brazos internos de la paila van moviendo la mezcla, mientras se controla la temperatura regulando la entrada de vapor (Gordillo et al., 2018). Para concluir el proceso se realiza la prueba de yodo y posteriormente, se bombea el mosto a la paila de cocción, quedando en la paila de maceración la malta húmeda (55% de la malta y 20% del agua en masa)(Megia, 2016).

d. **Filtración y lavado de bagazo:** Se realiza el trasiego de la cuba de macerado a la cuba de cocción; si en el primer mosto se observa turbidez se procederá a recirculo a una velocidad lenta formando un lecho de filtrado y así obtendremos un mosto claro (Megia, 2016). Antes de finalizar el trasiego comenzará el lavado del bagazo añadiendo el agua caliente a 78°C hasta obtener todos los extractos que se encuentra en el filtro de cascará, el mosto presente en la cuba de cocción debe presentar una entre 1.037g/ml y 1.058g/ml a 20°C (García, 2015).
e. **Cocción:** El mosto obtenido será sometido a temperaturas de ebullición y se añadirá el lúpulo(García, 2015; Serra, 2017). El tiempo de cocción será de una hora, al inicio de la cocción se añadirá el lúpulo para generar el amargor; para el sabor y el aroma se añadirá a los 20min y 10min respectivamente, antes de finalizar la cocción (Megia, 2016). Al concluir la hora de cocción, floculan las proteínas presentes, esto se conoce como “hot break” (Gordillo et al., 2018).
f. **Centrifugación:** Al terminar la cocción se pasará el mosto a la cuba de Whirlpool, ahí se realizará el centrifugado con el fin de quitar los sedimentos para posteriormente enfriar el mosto (Megia, 2016).
g. **Prefiltrado:** Se realiza mediante un filtro de placas y enseguida se bombea al intercambiador de calor de placas (Gordillo et al., 2018).
h. **Enfriamiento:** Se debe enfriar el mosto rápidamente para evitar la contaminación del mosto, esta operación se realiza mediante un intercambiador de calor de placas, la temperatura de enfriamiento será de 22°C, además el mosto debe ser oxigenado (5-15 mg de oxígeno por litro de mosto) para promover la fase aeróbica de los fermentos (Gordillo et al., 2018).

i. **Fermentación:** Previamente de debe hidrata la levadura por 15 minutos en agua esterilizada a una temperatura de 24°C-30°C, y agregar al mosto (Gordillo et al., 2018).

j. **Filtración:** Se filtra la cerveza a través de un filtro prensa, con el fin de abrillantarla, posteriormente se bombea la cerveza al tanque de gasificado (Gordillo et al., 2018).

k. **Gasificación:** Una vez la cerveza se encuentra en el tanque, se inyecta CO2 a 21 psi durante 2 o 3 días y se mantiene a 1°C, este parámetro es sumamente importante (Gordillo et al., 2018).

l. **Envasado:** Previamente se lavan las botellas con ácido per acético diluido al 4% en agua y después se inspecciona cada botella. La cerveza pasa por la embotelladora y enchapadora, donde se presuriza la embotelladora entre 0.5 y 1 psi por debajo de la presión del tanque de cerveza terminada, para que pueda transportarse la cerveza por presión sin liberar demasiada espuma al embotellar; durante este proceso de embotellado, la máquina se junta herméticamente con la botella, deposita el producto (cayendo este por el centro, sin chocar con las paredes para que libere menos espuma) y luego se separa de la botella; en esta a última etapa se libera un poco de espuma por el cambio brusco de presiones e instantáneamente se realiza el enchapado (Gordillo et al., 2018).

El proceso tecnológico previamente descrito cumple con el reglamento BPM (Gobierno Nacional del Ecuador, 2002) y Normativa NTE INEN 2262 (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2013). Por tal razón se considera idóneo para la elaboración de cerveza artesanal.

Tabla 4-13. Proceso tecnológico para la cerveza artesanal basado en los artículos del Reglamento BPM.

Procedimiento	Reglamento BPM	Observaciones
Recepción de materia prima	Art. 18-25	Materia primas e insumos
Molienda	Art. 27-41, 26	Operaciones de producción, agua.
Maceración	Art. 27-41, 64	Operaciones de producción, ensayo en laboratios
Filtración y lavado de bagazo	Art. 27-41	Operaciones de producción

Cocción y centrifugación	Art. 27-41	Operaciones de producción
Prefiltrado	Art. 27-41	Operaciones de producción
Centrifugación	Art. 27-41	Operaciones de producción
Filtración	Art. 27-41	Operaciones de producción
Gasificación	Art. 27-41	Operaciones de producción
Envasado	Art. 42,43,46,48, 64	Envado, etiquetado y empacado.

Fuente: (Gobierno Nacional del Ecuador, 2002)

4.1.1 Balance de masa del proceso de elaboración de cerveza artesanal.

Para realizar balance de masa de la elaboración de cerveza artesanal nos planteamos la ecuación general que expresa lo siguiente.

$$\left\{\begin{matrix}Acumulación\ dentro\\ del\ sistema\end{matrix}\right\} = \left\{\begin{matrix}Entrada\ de\ fronteras\\ del\ sistema\end{matrix}\right\} + \left\{\begin{matrix}Salidas\ de\ las\ fronteras\\ del\ sistema\end{matrix}\right\}$$

$$+ \left\{\begin{matrix}Generación\ dentro\\ del\ sistema\end{matrix}\right\} - \left\{\begin{matrix}Consumo\ dentro\\ del\ sistema\end{matrix}\right\}.$$

Posteriormente identificamos las entradas y salida del sistema de producción y se determinó que el sistema es abierto, no hay acumulación, no hay generación y tampoco hay consumo. Entonces el balance de masa total corresponde a:

$$\left\{\begin{matrix}\text{Entrada por las fronteras}\\ \text{del sistema}\end{matrix}\right\} = \left\{\begin{matrix}\text{Salida por las fronteras}\\ \text{del sistema}\end{matrix}\right\}$$

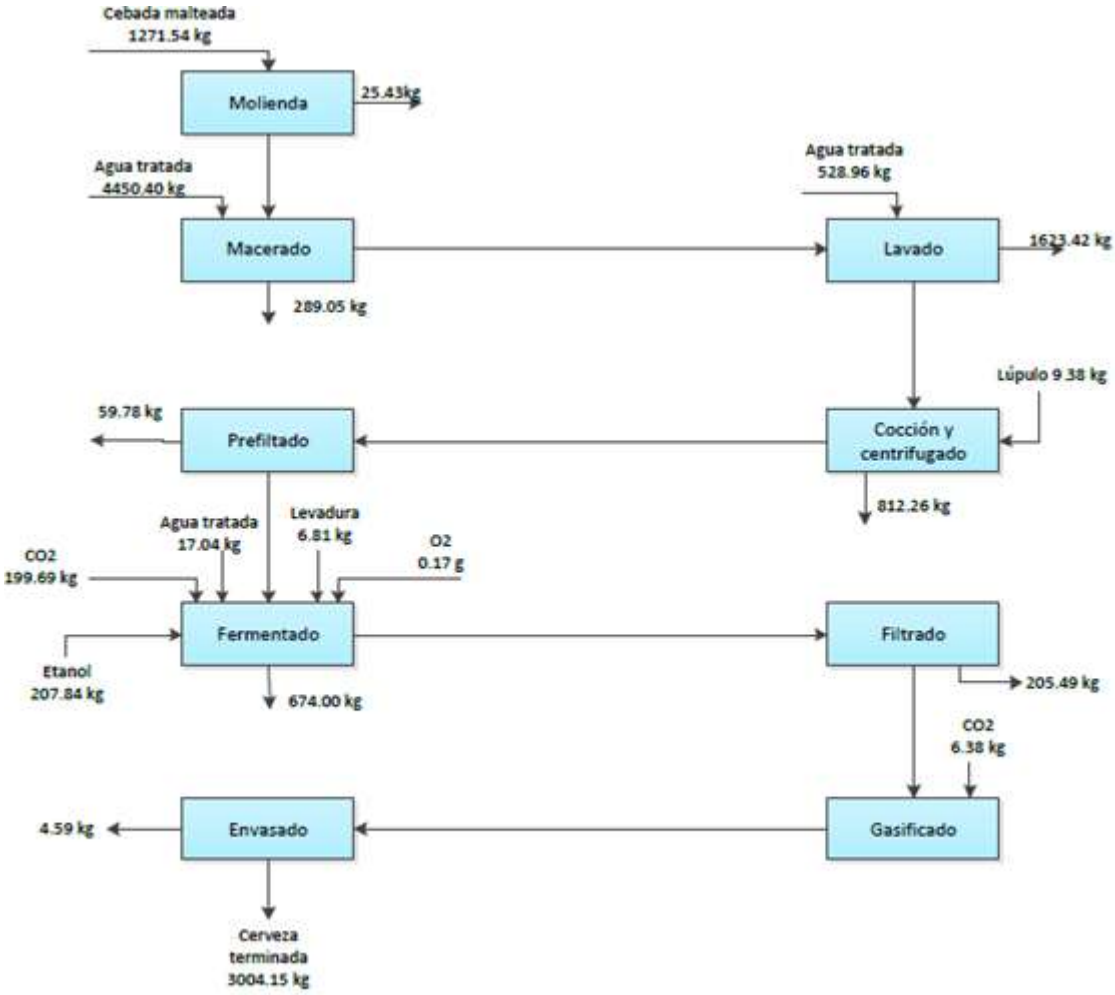


Figura 4-6. Diagrama de bloques de cerveza artesanal

Fuente: (Gordillo et al., 2018)

De acuerdo a los diagramas de operaciones y las proporciones de insumos mostrados, se ha realizado balances de materia por cada uno de los insumos principales. Se muestra el resumen del balance de materia del proceso completo en la tabla.

Tabla 14. Resumen de balance de materia

Proceso	Input (kg)	Output (kg)	Resultante (kg)
Moler	1,271.54	25.43	1,246.11
Macerar	4,450	289.05	5,407.46
Lavar	529	1,623.42	4,313.00
Cocer y centrifugar	9	812.26	3,510.12

Pre filtrar	-	59.78	3,450.35
Fermentar	432	674.00	3,207.90
Filtrar	-	205.49	3,002.41
Gasificar	6	0.00	3,008.74
Envasar	-	4.59	3,004.15

Fuente: (Gordillo et al., 2018)

4.2 Propuesta de diseño de planta

Para la selección del diseño de planta consiste en el cumplimiento de la normativa sanitaria del Ecuador bajo el sistema de las buenas prácticas de manufactura, el mismo que permite su aplicación. En la figura se puede podemos observar el diseño de planta propuesto por (Gordillo et al., 2018).

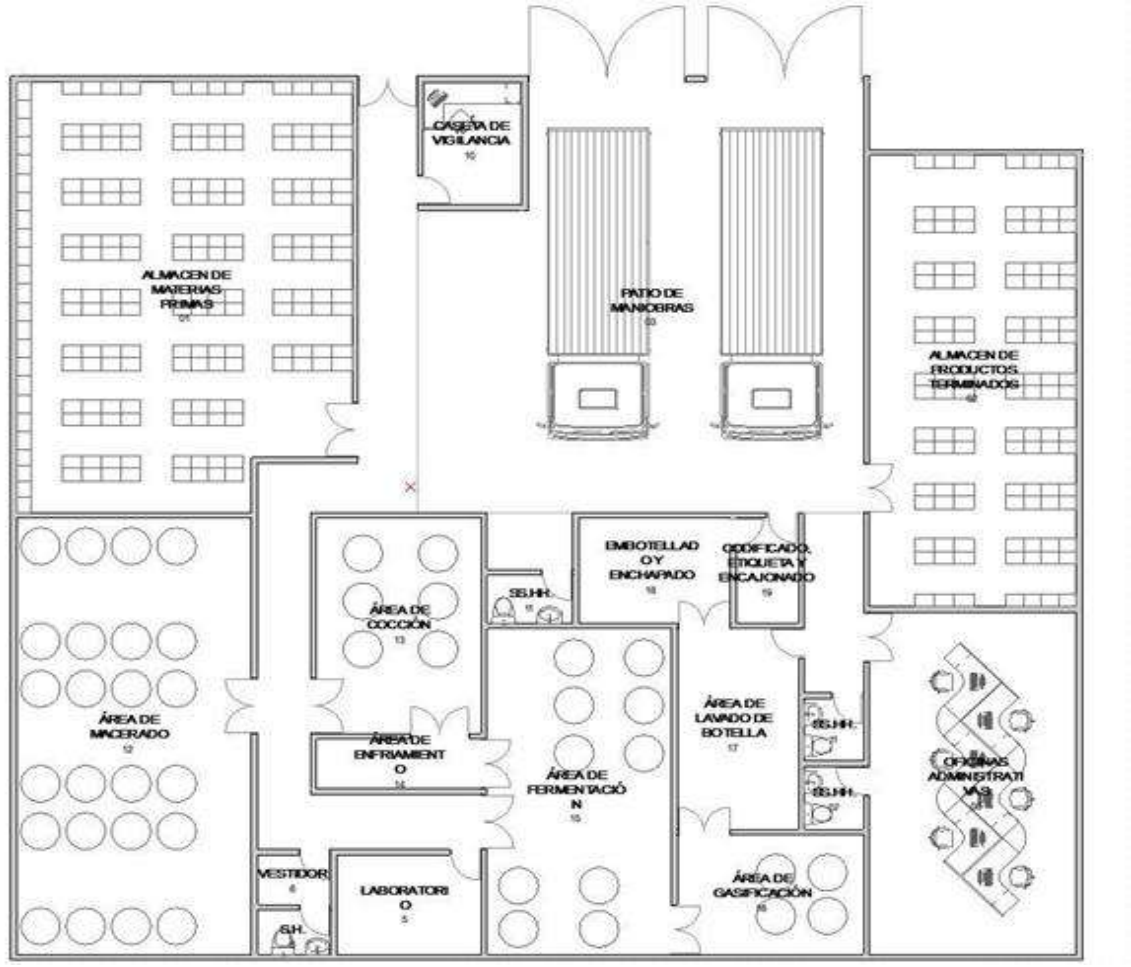


Figura 7: Planta procesadora de cerveza artesanal.

Fuente: (Gordillo et al., 2018)

Para implantar la planta procesadora de cerveza artesanal propuesta por (Gordillo et al., 2018) se necesita un área física de 590 m2, de acuerdo a la tecnología seleccionada (Anexo 1).

Tabla 4-15. Áreas del diseño de planta

Descripción	**Área**
1. Almacén de materia prima	88
2. Almacén de productos terminados	66
3. Patio de maniobras	128
4. Zona de repuestos y herramientas	8
5. Laboratorio	8
6. Vestidores	6
7. Baños de oficinas	2
8. Oficinas administrativas	51
9. Comedor	9
10. Caseta de vigilancia	4
11. Baños de área de producción	8
12. Área de macerado	75
13. Área de cocción	25
14. Área de enfriamiento	3
15. Área de fermentación	42
16. Área de gasificación	16
17. Área de lavado de botellas	20
18. Embotellado y enchapado	12
19. Codificado, etiquetado, encajado	2
20. Área de calderas	17
Área =	590m2

Fuente: (Gordillo et al., 2018)

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- La descripción del proceso tecnológico de la producción de la cerveza artesanal, se logró a partir de la investigación bibliográfica, donde se evidencia los diferentes métodos de elaboración; la mayor cantidad de diferencias recaen en la etapa de molienda, maceración, temperatura de enfriamiento del mosto y la carbonatación de la cerveza.
- Una vez analizado los procesos tecnológicos y comparado los métodos empleador por (Martinez, 2014; García, 2015; Megia, 2016; Gordillo et al., 2018). Se logra obtener el proceso tecnológico idóneo para la producción de cerveza artesanal que garantice la calidad del producto final, el proceso tecnológico propuesto fue la sumatoria de las actividades operativas de los 4 autores y sin embargo el que mayor preponderancia a la normativa del Reglamento Ecuatoriano de BPM y la NTE INEN 2262 fue (Gordillo et al., 2018).
- El diseño de planta procesadora concuerda con el balance de masa y las características de la maquinaria; el mismo que permitirá producir 7000kg de cerveza mensual.

Recomendaciones

- Implementar el programa de gestión de residuos orgánicos y de consumo de agua para reducir el impacto ambiental.
- Estudio de suelo y acondicionamiento para la construcción de la planta que permita operar con seguridad.
- Realizar futuras investigaciones de producciones con la incorporación de frutas propias de la Amazonía, que conlleven a mejoras en las propiedades organolépticas.

4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abenza Nuñez, S., Blancas Recio, A., Llopart Barella, C., & Sánchez Muelas, M. (2016). *Elaboración de una cerveza de triple malta tostada en base de malta pálida, poco atenuada y aromatizada con lúpulo de Bohemia - Dialnet*. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5827456

Agulló García, V. (2015). *"Efecto de la maceración escalonada y de la temperatura de fermentación en las propiedades funcionales de la cerveza*.

Arriola, A., Martín, B., & La Spina. (2017). *Producción de Malta cervecera*. Universidad Nacional De Cuyo.

Arroyo, J., Cueva, P., Flores, J., Ipanaqué, C., & Del Rosario Torres, D. (2017). *Diseño de una línea de producción para la elaboración de cerveza artesanal de maracuyá*. https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/3229

Asimbaya, C., & Curay, B. (2020). *Estudio de factibilidad para la implementación de una planta productora de cerveza artesanal con encapsulados de enterogermina® (Bacillus claussii), en el cantón Latacunga de la provincia Cotopaxi.* Universidad Tecnica de Ambato . http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/29735/1/AL705.pdf

Asocerv. (2018). *Estadisticas* . https://asocerv.beer/estadisticas

Beer Hause. (2019). *¿Que es la Cerveza Dark Lager?* https://www.beerhouse.pe/que-es-la-cerveza-dark-lager

Beer Merchants. (2020). *Cerveza Porter y Stout - Estilo - Explorar*. https://www.beermerchants.com/browse/style/porter-and-stout-beer

BOE. (2016). *Boletín Oficial del Estado sobre la calidad de la cerveza y de las bebidas de malta* (pp. 88520–88524). https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2016-11952#dd

Canalupe. (n.d.). *Maceración*. Retrieved January 16, 2021, from https://canalupe.com/wiki/maceracion/

Carvajal, L., & Insuasti, M. (2010). Elaboración de cerbeza artesanal utilizando cebada (Hordeum Vulgaru) y yuca (Manihot Esculenta Crantz). *Die Kulturpflanze*, *19*(1), 315–319. http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/5316

Cervecista. (2020). El legado de la ley de pureza alemana – Cervecistas. *Loscervecistas.Es*, 1–6. https://www.loscervecistas.es/cultura-cervecista/legado-la-ley-pureza-alemana/

Chamorro, D. (2012). *Elaboración de un plan de negocios para la producción de cerveza artesanal.* (Issue 41) [Universidad Austral de Chile]. https://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2016-01-10_01-24-22131091.pdf

Checerveza. (2018a). Cerveza Bock *(estilo)* | *Características, sabor, clasificación y marcas*. https://checerveza.com/estilo-bock/

Checerveza. (2018b). *Cerveza Pilsen (estilo)* | *Características, sabor, tipos y marcas*. https://checerveza.com/estilo-pilsen/

Checerveza. (2019). *Cerveza Lager* | *Características, origen, sabor, clasificación, marcas*. https://checerveza.com/tipo-lager/

Cocinista. (n.d.). *Malta Pale Ale*. Retrieved February 4, 2021, from https://www.cocinista.es/web/es/enciclopedia-cocinista/maltas-y-lupulos/malta-pale-ale.html

Cruz Daza, E. L., & Meyer Sanchez, L. M. (2019). *Evaluación de la reutilización de levadura Saccharomyces cerevisiae para la implementación en un segundo proceso fermentativo de la cerveza tipo pale ale belga producida en la cervecería moonshine*. http://52.0.229.99/bitstream/20.500.11839/7607/1/6142436-2019-2-IQ.pdf

Díaz, D. (2018). *Elaboración de cerveza artesanal tipo ale, a partir de malta preparada con amaranto y otros cereales*. Universidad de las Américas.

ElCapitalFinanciero. (2020). *Cerveza artesanal un sector en crecimiento, pero con un largo camino por recorrer*. https://elcapitalfinanciero.com/cerveza-artesanal-un-sector-en-crecimiento-pero-con-un-largo-camino-por-recorrer/

Fonseca, V. (2007). Breve historia de la cerveza. *VirtualPro*.

García, K. (2015). Elaboración De Cerveza Artesanal a Partir De Almidón Extraído De Tubérculos Andinos. *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*, 1–69.

Gobierno Nacional del Ecuador. (2002). Reglamento de buenas practicas de manofactura.

Presidencia Constitucional de La República, 26. http://www.epmrq.gob.ec/images/lotaip/leyes/rbpm.pdf

González, M. (2017). *Principios de Elaboración de las Cervezas Artesanales*. http://www.vinodefruta.com/descargas/Libro Principios de Elaboración de las Cervezas Artesanales - Cap Muestra.pdf

Gordillo, A., Revilla, L., Salinas, S., & Esquiagola, R. (2018). *Diseño de planta de una empresa de cerveza artesanal*. Universidad Católica San Pablo.

Guerberoff, G. K., Marchesino, M. A., López, P. L., & Olmedo, R. H. (2020). El perfil sensorial de la cerveza como criterio de calidad y aceptación. *Nexo Agropecuario*, *8*(1),52–59. https://www.researchgate.net/profile/Gk_Guerberoff/publication/342693740_EL_PERFIL_SENSORIAL_DE_LA_CERVEZA_COMO_CRITERIO_DE_CALIDAD_Y_ACEPTACION/links/5f01047692851c52d619ab6d/EL-PERFIL-SENSORIAL-DE-LA-CERVEZA-COMO-CRITERIO-DE-CALIDAD-Y-ACEPTACION.pdf

INEN. (2004). *Granos y cereales. Requisitos* (Vol. 1559). https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1559.2004.pdf

INEN. (2013). Bebidas alcoholicas. Cerveza. Requisitos. *Primera Revisión 2013-11*, 1–9. https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2262-1.pdf

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2013). *NTE INEN 2262*.

Líderes. (2015). *La cerveza artesanal vive un 'boom' en Ecuador* . https://www.revistalideres.ec/lideres/cerveza-artesanal-vive-ecuador-negocios.html

Madrid, A. (2010). *Nuevo Manual de Industrias Alimentarias* (E. Bardala [España] : A. Madrid Vicente (ed.); 2da Ed).

Maltear. (2009a). *Malta Munich*. http://maltear.com/malta_munich.html

Maltear. (2009b). *Malta Viena*. http://maltear.com/malta_viena.html

Martinez, A. (2014). *Análisis comparativo de compuestos Bioactivos en cerveza artesanal y cerveza artesanal*. (Vol. 58, Issue 12).

https://doi.org/10.1128/AAC.03728-14

Megia, E. (2016). *Diseño De Una Microplanta Para La Elaboración De Cerveza Artesanal a Partir De Malta*. 93. https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/99761/MEGÍA - DISEÑO DE UNA MICROPLANTA PARA LA ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL A PARTIR DE MALTA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Merelo, G., & Zúñiga, J. (2013). *Diseño y construcción de un equipo con adaptación de tecnología para elaboración de cerveza artesanal* [Universidad de Guayaquil]. http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/3648/1/1111.pdf

Mina, C. (2019). *Mina Diseño conceptual planta almidón yuca*.

Mocada, J. A., Morán, J. B., Delgado, H. D., Farro, C. E., & Asalde, S. P. (2015). Diseño de una línea de producción para la elaboración de cerveza artesanal de algarroba. Univerdid de Piura.

Morales, A., & Aguirre, L. (2017). Estudio de viabilidad sobre la venta de cerveza artesanal en la ciudad de Puebla. In *BUAP*. Benemérita Universidad Autinoma de Puebla.

Pérez, Amaury; Alfonso, H.M ; Aragón, J.C; Baltá, J.G & Benítes, I. (2019). Estudio preliminar del proceso de producción de cerveza a partir de sorgo rojo CIAP R-132 a escala de laboratorio. *ResearchGate, July*, 27–37.

Pérez, A. (2013). *Procedimiento metodológico para el diseño de procesos sostenibles de la agroindustria cubana.* Universidad Central “Marta Abreu” De Las Villas.

PLANV. (2016). *La guerra de la cerveza*. PLANV. https://www.planv.com.ec/historias/sociedad/la-guerra-la-cerveza

ProChile, O. C. De. (2014). Estudio de Mercado Cerveza Artesanal en Ecuador. *Cerveza Artesanal En Ecuador*. https://www.prochile.gob.cl/wp-content/files_mf/1427730222PMP_Ecuador_Cerveza_Artesanal_2014.pdf

Rodríguez, H. (2003). *Determinación de Parámetros Físico-Químicos para la*. Universidad Austral De Chile.

Rodríguez, T. (2019). *Determinación de etanol y metanol en cervezas artesanales por*

cromatografía líquida (HPLC). Universidad Autónoma De San Luis Potosí Coordinación.

Rojas Barroso.Victor. (2016). *Diferencias entre cerveza artesanal e idustrial*. https://www.facebook.com/notes/victor-alberto-rojas-barroso/diferencias-entre-las-cervezas-artesanales-e-industriales/599089580275105/

Sánchez, M. (2020). *Análisis fisicoquímicos para el control de calidad en la producción de cerveza*. 116.

Sancho, R. (2015). *"Diseño de una micro-planta de fabricación de cerveza y estudio de técnicas y procesos de producción."* Universidad Politécnica de Catalunya.

Serra, D. B. (2017). *Diseño De Una Planta De Elaboración De Cerveza Artesanal Microcervecería*. 1–100. https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/111383/Memoria_Vol_I.pdf

Suárez Díaz, M. (2013). *"Cerveza: Compónentes y propiedades"* Universidad De Oviedo. https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/19093/?sequence=8

Vicente Fernandez, A. (2018). *Proyecto de planta de elaboración de cerveza artesanal tipo ale ubicada en el polígono industrial de San Antolín (Palencia)* [Unicersidad de Valladolid]. https://uvadoc.uva.es/handle/10324/32208

ANEXOS

Equipos	Imagen
1. Balanza electrónica de grandes masas Equipo utilizado para medir la masa de los insumos de mayor peso. **Corriente alterna (220V~110V) o batería recargable** **Dimensión (h*L*A*, m)** 1,50*0,60*0,50 **Plataforma de acero inoxidable** **Precisión (kg)** 0.5 **Capacidad (kg)** 300	
2. Molino de rodillos Máquina usada para quebrar las cáscaras de la cebada malteada y reducir su tamaño. Abastece la paila de maceración a través de un tornillo sin fin. **Capacidad (Kg/h)** 800 **Peso Neto (kg)** 210 **Velocidad de rodillo (RPM)** 850 **Potencia (kW)** 3.7 **Separación de rodillos ajustable** **Dimensión de la máquina (h*L*A*, m)** 1,30*0,80*0,70 **Compuerta de entrada ajustable** **Salida con tornillo sin fin de 160kg, distancia ajustable de 3,50m, material SUS 304**	
3. Sistema de tratamiento de agua Equipo con filtros, ablandadores, equipo de rayos UV y osmosis inversa para el tratamiento de agua. **Capacidad (l/h)** 2,500 **Dimensiones Máquina (h*L*A*, m)** 1,80*2,40*0,60 **Potencia (kW)** 1.5 **Filtro de partículas de 5 micras**: retiene lo más grueso que viene disuelto en el agua. **Ablandador:** intercambiador iónico de sulfatos y carbonatos de calcio y magnesio en el agua. **Filtro de carbón activo:** absorbe los productos químicos como el cloro y DDT. **Osmosis inversa**: filtrado en membrana de 0.1 nm. **Rayos UV:** esterilización con rayos UV.	

4. <u>Tablero de control</u>

Procesador electrónico utilizado para el monitoreo y control automático de la temperatura de las pailas, fermentadores y tanque de gasificado.

Medidas (h*L*A, m) 0,60*0,70*0,20

PLC controller 220V 60HZ 3 phases power

13 key control

Programable para controlar y medir la temperatura de los equipos





5. <u>Termocuplas</u>

Equipo utilizado para medir las temperaturas internas de las pailas.

Modelo	Punzón
Material	Acero inoxidable o Inconel 600 compactado
Recubrimiento	PVC, PTF, maya en acero INOX
Termopar tipo	J,K,T,E
Diámetros (pulgadas)	3/16, 1/4, 5/16
Dimensión (h*L*A, m)	0,01*0,25*0,01



6. <u>Caldera a vapor</u>

Máquina que genera vapor, el cual es transportado a las pailas para afectar la temperatura.

Potencia de la caldera BHP	**620**
Capacidad de vapor (kg/h)	700
Presión de trabajo(bar)	10
Consumo de gas natural (Nm^3/h)	56.22Nm^3/h
Tratamiento de agua	Ablandador de agua Con resinas



Dimensión (h*L*A, m) 3,04*1,90*1,80	
7. <u>Bombas hidráulicas</u> Equipo de tipo alimentario usado para el transporte de fluidos entre la maquinaria. **Material** SUS 304 **Capacidad de flujo (l/h)** 5,000 **Rotación (RPM)** 2880 **Potencia (kW)** 45	
8. <u>Paila para almacenamiento de agua</u> Paila de acero enchaquetada para el calentamiento a 65°C de agua. **Volumen (l)** 3000 **Espesor aislante (mm)** 80 **Espesor Interno (mm)** 3 y 2 **Dimensión (h*L*A*, m)** 2,85*2,10*2,10 **Enchaquetado para vapor** **CIP: bola giratoria aspersor interna** **Válvulas y juntas** **Medida de líquidos** **Aislante de poliuretano** **Disponibilidad de conexión a PLC y Termocupla.**	
9. <u>Paila para macerado</u> Paila de acero enchaquetada donde se mezcla el agua con la malta molida para producir el mosto. **Volumen (l)** 3000 **Espesor aislante (mm)** 80 **Espesor Interno (mm)** 3 y 2 **Dimensión (h*L*A*, m)** 2,85*2,10*2,10 **Enchaquetado para vapor** **CIP bola giratoria aspersor interna** **Válvulas y juntas** **Aislante de poliuretano** **Medida de líquidos** **Disponibilidad de conexión a PLC y Termocupla.** **Paleta giratoria para mezcla interna y superficie para la malta.**	 

Densímetro Herramienta para medir la densidad del mosto o cerveza en distintas etapas del proceso. **Tipo** Densímetro de doble escala **Altura (mm)** 275 **Diámetro (mm)** 170 **G.E. (g/ml)** 1.000 – 1.120 **% en peso** 0-28 **Precisión (grados)** 0.02-0.5	
1. Refractómetro Herramienta para medir la cantidad de alcohol presente en la cerveza. **Rango de medición (Brix)** 0 - 32 **Precisión (Brix)** +/- 0,20% **Compensación de Temperatura (°C)** 10 - 30 **Calibración a cero con agua a 20°C**	
PH metro Herramienta para medir el pH del mosto o la cerveza en distintas etapas del proceso. **Rango de medición (pH)** 0 a 14 **Temperatura (°C)** -5 a 105 **Precisión (pH)** +-0.02 **Compensación de temperatura** Automática	
Termómetro Herramienta para medir la temperatura del mosto o la cerveza en distintas etapas del proceso. **Termómetro digital con vástago de acero inoxidable de 20 cm.** **Intervalo de Temperatura (°C)** -50 - 200 **Usa batería, viene con funda, calibración ajustable, Memoria de lectura Min/Max.** **Precisión (°C)** ±0.5	 

14. <u>Medidor fotométrico mono función para dureza de agua</u> Herramienta para medir la dureza total del agua o la cerveza en distintas etapas del proceso. **Modelo de medidor fotométrico** **Rango (mg/l)** Hasta 750 **Iluminación con lámpara, tipo de prueba ASTM, gran pantalla LCD, detector de luz con fotocélula de silicio.** **Precisión (mg)** ±10 **Peso (g)** 290 **Dimensiones (mm)** 192x102x67	
15. <u>Medidor de oxígeno disuelto</u> Herramienta para medir la cantidad de oxígeno presente en el mosto o cerveza. **Rango (ppm)** 0.00 a 45.00 **Temperatura (°C)** -20 a 120 **Precisión** +- 0.01 **Compensación de temperatura** Automática	
16. <u>Probeta</u> Recipiente del laboratorio en el que se pone la muestra de mosto o cerveza para realizar las mediciones deseadas. **Altura (mm)** 350 **Diámetro (mm)** 32 **Material** Polipropileno **Capacidad (ml)** 100 **Tipo de base:** Octogonal	
17. <u>Balanza electrónica de pequeñas masas</u> Equipo utilizado para medir la masa de los insumos de menor peso. **Capacidad (kg)** 30 **Modelo ADM - Pantalla LCD** **Resistencia a Polvo y Humedad** **Batería recargable** **Precisión (kg)** 0.1 **Platillo de acero inoxidable**	

18. <u>Paila para cocción</u>

Paila de acero enchaque tada donde se hierve el mosto con el lúpulo y se s epara las suspensiones.



Volumen (l)	3000
Espesor aislante (mm)	80
Espesor Interno (mm)	3
Dimensión (h*L*A*, m)	2,85*2,10*2,10

Enchaquetado para vapor
CIP bola giratoria aspersor interna
Válvulas y juntas
Medida de líquidos
Disponibilidad de conexión a PLC y termocupla
Centrifuga tangencial
Aislante de poliuretano

19. <u>Intercambiador de placas</u>

Equipo utilizado para enfriar el mosto hasta aproximadamente 20°C.



Capacidad (l/h) (heating/cooling)	2,000
Capacidad (l/h) wáter	5,000

Uniones de NitrileFDA, EPDM o EPDM-FDA. Modelo Clip-on
Acero inoxidable AISI 304

Dimensión (h*L*A, m)	0,91*1,93*0,30

20. <u>Chiller</u>

Máquina que refrigera el fluido que se utiliza para mantener la temperatura deseada de los fermentadores.



Dimensiones (h*L*A, m)	1,20*0,60*1,10
Capacidad de refrigeración (kW)	5.54
Refrigerante	R407C (gas)
Peso (kg)	200
Rango de temperatura (°C)	-5 - 20

21. <u>Tanque de Oxígeno</u>

Tanque donde se almacena oxígeno para añadir al mosto previo a la fermentación.



22. <u>Fermentador</u>

Tanque de acero enchaquetado, de forma cónica en la base, donde se mezcla el mosto cocido con la levadura previamente hidratada, para que se produzca la fermentación. Además, el diseño sirve para la separación de la levadura sedimentada.

Volumen (l)	3500
Espesor aislante (mm)	80
Espesor Interno (mm)	3
Dimensión (h*L*A*, m)	3,50*1,66*1,66

Regulador de presión
CIP bola giratoria aspersor interna
Válvulas y juntas
Enchaquetado para vapor/Aislante de poliuretano
Medida de líquidos
Disponibilidad de conexión a PLC y Termocupla.



3. <u>Filtro prensa</u>

Filtro de placas y tierras diatomeas utilizado luego de la cocción y fermentación para separar residuos como levaduras sobrantes, restos de lúpulo o exceso de proteínas.



24. <u>Tanque de dióxido de carbono</u>

Tanque donde se almacena dióxido de carbono para carbonatar la cerveza.



25. <u>Tanque de gasificado</u>

Tanque de acero enchaquetado utilizado para añadir dióxido de carbono a la cerveza filtrada.

Capacidad (l)	3,500
Dimensión (h*L*A, m)	3,52*1,82*1,82
Espesor interno del tanque (mm)	3
Espesor externo del tanque (mm)	3

Material: Aceto 304
Peso 900 kg Válvulas y juntas
Disponibilidad de conexión a PLC y termocupla
CIP bola giratoria aspersor interna
Piedra difusora de CO2
Medidores de líquido y presión



26. <u>Lavadora de botellas</u>

Máquina utilizada para lavar las botellas antes de embotellar la cerveza.

Potencia de motor (kW)	1.75
Capacidad (b/h)	600
Peso (kg)	1800
Dimensión de la máquina (h*L*A*, m)	1,80*1,65*1,80
Diámetro de botella (mm)	60-110
Altura de botella (mm)	160-320



27. <u>Etiquetadora y codificadora</u>

Máquina semiautomática utilizada para colocar etiquetas previamente codificadas en la botella de cerveza.

Fuente de Alimentación (Hz)	60
Potencia (w)	120
Peso kg	46
Etiqueta ancho/longitud (mm)	8~150/15~210
Capacidad (etiquetas/h)	600
Diámetro de botella (mm)	10~150
Precisión (mm)	± 0,5
Dimensión de la máquina (h*L*A*, m)	0.65*0.65*0,45



28. <u>Embotelladora y enchapadora</u> Máquina utilizada para inyectar a presión controlada la cerveza en las botellas y posteriormente enchaparlas. Cuenta con inyectores de cerveza, conectores al tanque de gasificado y controladores de presión. **Peso (kg)** 900 **Dimensión (h*L*A, m)** 2.3*1,94*1,28 **Chapadora tipo CORONA** **Capacidad (b/h)** 600 **Diámetro de botella (mm)** 55-115 **Altura de botella (mm)** 200-380 **Diámetro de tapón (mm)** 24-29 **Velocidad de cinta (m/min)** 5 **Alimentación neumática (bar)** 5-6 **Potencia instalada (kW)** 1,3	
29. <u>Unidad de Limpieza - CIP</u> Maquina utilizada para la limpieza de máquinas y equipos con agua caliente, ácido clorhídrico, agente básico y ácido per acético. **Stainless Steel 304** **Tamaño del tanque (mm)** D750*1680 **Potencia (kW)** 1.25 **Capacidad (l)** 200 **Caja de control incluida** **Dimensión de la máquina (h*L*A*, m)** 1,00*1,80*1,00	
30. <u>Montacargas</u> Máquina contrapesada en su parte trasera que se utiliza para transportar, levantar y apilar cargas. **Capacidad (kg)** 1600 **Altura (m)** 2.9 – 6.5 **Dimensión de la máquina (h*L*A*, m)** 2,06*3,14*1,06 **Sistema eléctrico hidráulico de desplazamiento**	

Anexo 1. Equipos y maquinarias para elaboración de cerveza artesanal.