

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

USFQ

Colegio Politécnico de Ciencias e Ingenierías

**Estudio de prefactibilidad de una planta productora de
desodorante natural a base de aceite de coco.**

Martín Patricio Jácome Muñoz

Ingeniería Química

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito
para la obtención del título de
Ingeniera Química

Quito, 21 de diciembre del 2020

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

**HOJA DE CALIFICACIÓN
DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA**

**Estudio de prefactibilidad de una planta productora de desodorante
natural a base de aceite de coco.**

Martín Patricio Jácome Muñoz

Nombre del profesor, Título académico

Juan Diego Fonseca, Ph.D.

Quito, 21 de diciembre de 2020

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Nombres y apellidos: Martín Patricio Jácome Muñoz

Código: 00133677

Cédula de identidad: 1724010176

Lugar y fecha: Quito, 21 de diciembre de 2020

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETHeses>.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETHeses>.

RESUMEN

La producción industrial a nivel mundial se ha visto obligada a tener mayor conciencia con respecto al impacto ambiental provocado por la fabricación de diferentes productos, generando así la iniciativa de fabricar productos amigables con el medioambiente. El desodorante forma parte de los cosméticos de uso diario por los consumidores; por esto, se espera introducir al territorio ecuatoriano un desodorante compuesto con productos naturales. El proyecto presentado a continuación tiene como propósito realizar un estudio de prefactibilidad de una planta productora de desodorantes naturales a base de aceite de coco. Para su cumplimiento, se plantearon 3 diferentes objetivos: los diseños del proceso, de la planta de producción y el respectivo análisis económico. Se estableció un caudal de 15 kg/día de materia prima y se realizaron los respectivos cálculos para la determinación de flujos y corrientes en el proceso. El caudal establecido abastecerá la producción de 200 unidades de desodorante en base de aceite de coco diarias. Como parte del diseño de planta, se dimensionó cada equipo utilizado en el proceso y se calculó la cantidad de energía requerida de cada uno. Finalmente, se realizó un método de estimación económica mediante los métodos de Lang, Hand y el método factorial detallado, además de un estudio de costos de materia prima y producción. Se determinó un costo de inversión inicial total de \$236,987.30 y un beneficio neto de \$199,256.91. El tiempo de recuperación de la inversión se estimó como 1 año y 3 meses. Con los valores obtenidos podemos observar que el proyecto tiene una viabilidad y rentabilidad positiva por lo que teóricamente podría llevarse a cabo sin inconvenientes técnicos o económicos.

Palabras clave: Desodorante, aceite de coco, cloruro de aluminio, método de Lang, método de Hand, método factorial detallado, tiempo de recuperación, rentabilidad.

ABSTRACT

Industrial production worldwide has been required to become more conscious about the environmental impact caused by the manufacture of different products, generating the initiative to manufacture environmentally friendly products. Deodorants are part of the cosmetics used daily by consumers; for this reason, it is proposed to introduce a deodorant made up of natural products to the Ecuadorian territory. The purpose of this project is to carry out a pre-feasibility study of an industrial plant that produces natural deodorants based on coconut oil. For its fulfillment, 3 different objectives established: the designs of the production process and plant, and their respective economic analysis. A flow of 15 kg/day of raw material was established, and the respective calculations were made to determine flows and currents in the process. The established flow quantity will supply the production of 200 units of coconut oil-base deodorant per day. As part of the plant design, each piece of equipment used in the process was sized, and the amount of energy required from each one was calculated. Finally, an estimation cost was carried out using the methods of Lang, Hand and the detailed factorial method. In addition, a study of raw material and production costs was made. A total initial investment cost of \$236,987.30 and a net profit of \$199,256.91 were determined. The investment recovery is estimated to be 1 year and 3 months. With the values obtained, we can see that the project has a positive viability and profitability, so theoretically it could be carried out without technical or economical inconveniences.

Keywords: Deodorant, coconut oil, aluminum chloride, Lang's method, Hand's method, detailed factorial method, recovery time, profitability.

TABLA DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1. Antecedentes.....	12
1.2. Justificación.....	14
1.3. Propuesta de proyecto.....	15
1.4. Objetivos.....	16
1.5. Resultados esperados.....	17
2. BASES DEL DISEÑO.....	18
2.1. Descripción del producto.....	18
2.1.1. Características del producto.....	18
2.1.2. Almacenamiento y transporte.....	19
2.2. Descripción de materias primas.....	20
2.3. Normas y Limitaciones.....	22
2.4. Ubicación de la planta.....	23
2.5. Selección de proceso.....	24
3. DISEÑO DE PROCESO.....	27
3.1. Caudal de producción.....	27
3.2. Balance de masa.....	28
4. DISEÑO DE PLANTA.....	30
4.1. Selección de equipos.....	30
4.2. Dimensionamiento de equipos.....	30
5. ANÁLISIS ECONÓMICO.....	33
5.1. Métodos de estimación.....	33
5.2. Inversión de capital.....	33
5.3. Costos de producción.....	34
5.4. Ingresos del proyecto.....	34
5.5. ROI y tiempo de recuperación.....	35
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	37
6.1. Conclusiones.....	37
6.2. Recomendaciones.....	38
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39
8. ANEXOS.....	47
A. Bases del Diseño.....	47
A.1. Contenido de cada muestra de desodorante.....	47
A.2. Ingredientes y composición final para fabricación del producto.....	48
A.3. Ficha de seguridad de materia prima.....	49
B. Diseño de proceso.....	51
B.1. Encuesta para estudio de mercado de los consumidores.....	51
B.2. Operación de trabajo (horarios).....	55
C. Metodología.....	55
C.1. Proceso de producción desodorante.....	55
C.2. Diseño de planta.....	56

C.2.1 Diagrama de bloque	56
C.2.2. Balances de materia y energía.....	58
C.2.3. Dimensionamiento de equipos	63
C.3. Evaluación Económica.....	67
C.3.1. Estimación de costos.....	67
C.3.2. Inversión de capital fijo	69
C.3.3 Capital de trabajo	71
C.3.4. Ingresos de la planta.....	74
C.3.5. Recuperación del capital	76
D. Cálculos	77
D.1. Diseño de planta	77
D.1.1. Balance de masa	77
D.1.2. Dimensionamiento de equipos.....	79
D.1.3. Balance de energía.....	87
D.2. Evaluación económica	91
D.2.1. Estimación de costos.....	91
D.2.2. Inversión de capital fijo	95
D.2.3. Capital de trabajo	97
D.2.4 Ingreso de planta.....	104
D.2.5. Recuperación de capital	105
E. Proforma de equipos	107

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Corrientes obtenidas de balances de materia	29
Tabla 2. Dimensionamiento de equipos	31
Tabla 3. Estimación de costos de instalación utilizando diferentes métodos	33
Tabla 4. Inversión de capital fijo y capital de trabajo	34
Tabla 5. Costos anuales de producción fijos, variables y CCOP	34
Tabla 6. Ingresos anuales por venta de desodorante	35
Tabla 7. Margen bruto del proyecto	35
Tabla 8. Inversión total y beneficio neto anual de la planta	35

ÍNDICE DE TABLAS DE ANEXOS

Tabla A. 1. Muestra No. 1 para creación de desodorante.....	47
Tabla A. 2. Muestra No. 2 para creación de desodorante.....	47
Tabla A. 3. Muestra No. 3 para creación de desodorante.....	47
Tabla A. 4. Muestra No. 4 para creación de desodorante.....	47
Tabla A. 5. Muestra No. 5 para creación de desodorante.....	48
Tabla A. 6. Ingredientes y precio de producción para fabricación de desodorante.....	48
Tabla A. 7. Ficha de seguridad: aceite de coco [19].....	49
Tabla A. 8. Ficha de seguridad: glicerina [38]	49
Tabla A. 9. Ficha de seguridad: bicarbonato de sodio [39].....	50
Tabla A. 10. Ficha de seguridad: aceite esencial de lavanda [40].....	50
Tabla A. 11. Ficha de seguridad: aceite esencial de palo de rosa [41].....	50
Tabla A. 12. Ficha de seguridad: ácido benzoico [28]	51
Tabla A. 13. Horarios de operación para trabajadores	55
Tabla A. 14. Dimensiones de tanque de mezcladora.....	82
Tabla A. 15. Características tanque mezcladora.....	82
Tabla A. 16. Dimensiones tornillo sin fin	83
Tabla A. 17. Dimensiones tolva (base menor)	83
Tabla A. 18. Dimensiones tolva (base mayor)	83
Tabla A. 19. Dimensiones totales tolva.....	84
Tabla A. 20. Dimensiones de tornillo sin fin.....	85
Tabla A. 21. Dimensiones de carcasa.....	85
Tabla A. 22. Dimensiones ventilador de hélice en pulgadas [48]	86
Tabla A. 23. Tanques de almacenamiento para materia prima	87
Tabla A. 24. Variables para cálculo de potencia del motor de una mezcladora.....	88
Tabla A. 25. Flujos en proceso de extrusión	90
Tabla A. 26. Costos de equipos	93
Tabla A. 27. Costos con factor de Hand y método factorial detallado con margen de $\pm 30\%$	96
Tabla A. 28. Costos equipos de oficina	96
Tabla A. 29. Resumen de costos e inversión de capital fija	97
Tabla A. 30. Inventario materia primas para 2 semanas de producción.....	98
Tabla A. 31. Costos de producción.....	98
Tabla A. 32. Energía eléctrica equipos [50]	98

Tabla A. 33. Energía eléctrica planta [50]	99
Tabla A. 34. Consumo agua potable planta [56]	99
Tabla A. 35. Empaque de producto [57]	100
Tabla A. 36. Empaque para distribución (en cajas) [58]	100
Tabla A. 37. Costo de transporte	100
Tabla A. 38. Resumen de costos de producción variables	100
Tabla A. 39. Labor de operación de la planta [59]	101
Tabla A. 40. Licencia de registro sanitario [60]	102
Tabla A. 41. Costos de producción fijos	102
Tabla A. 42. Inventario productos y subproductos	103
Tabla A. 43. Efectivo en caja	103
Tabla A. 44. Cuentas por cobrar	103
Tabla A. 45. Créditos de cuentas pendientes	103
Tabla A. 46. Margen anual	104

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de bloque, proceso de producción desodorante en barra.	25
Figura 2. Diagrama de bloque, proceso de producción de desodorante natural	26
Figura 3. Diagrama de flujo, proceso de producción desodorante natural	31
Figura 4. Encuesta y resultados	54
Figura 5. Impuesto a la renta para personas naturales para el año 2020 [39].....	76
Figura 6. Cabezal elipsoidal	81
Figura 7. Planos ventilador hélice	86
Figura 8. Proforma de extrusora y ventilador de hélice	110

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

El hombre ha tenido una constante batalla a lo largo de su historia contra la sudoración excesiva y el olor corporal. En la época del Imperio Romano los hombres utilizaban tipos de almohadillas aromatizadas a base de canela y limón para reducir el olor producido por la sudoración. De igual forma, los antiguos egipcios tomaban baños de agua caliente para posteriormente aplicar perfumes con la misma base mencionada [1]. En aquellas épocas, incluso hasta la edad media, una buena limpieza e higiene era un privilegio al que únicamente ciertas personas podían acceder, generalmente la nobleza [2]. Este tipo de práctica fue cambiando a lo largo de la historia de tal manera que se empezó a utilizar perfumes los cuales reducirían el mal olor proveniente de las axilas.

Hasta el siglo XVI, todavía no se entendía de donde provenía el mal olor y qué era lo que lo ocasionaba; incluso se creía que el agua era la causante de dichos olores debido a la creencia de que tener contacto con el agua caliente podría llegar a debilitar los órganos y por ende dejar a estos expuestos, permitiendo el ingreso dentro del organismo de ciertos “aires” que producían dicho mal olor. No fue hasta finales del siglo XIX que se entendió la relación existente entre el sudor y el olor debido al descubrimientos de las glándulas sudoríparas por Jan Evangelista Purkyně [3]. Fue entonces, en 1888, cuando la empresa *MUM*[®], crea una especie de crema con un bajo contenido de zinc para eliminar la carga bacteriana proveniente de la sudoración y causante del mal olor.

A inicios del siglo XX, en el año de 1916, se muestra un tratamiento que ayudaría a reducir la sudoración en exceso, conocida como hiperhidrosis; en aquella época, se creía que dicha enfermedad se reducía mediante sesiones de rayos X, sin tomar en cuenta las consecuencias hacia la exposición de la misma. El tratamiento para reducir la sudoración

consistía en la aplicación de una crema, la cual contenía como ingrediente principal: cloruro de aluminio (AlCl_3). Las sales de aluminio actúan en el cuerpo de tal manera que tapan las glándulas sudoríparas, impidiendo cualquier tipo de sudoración, y por ende la emanación de olores [4]. Pese a que el cloruro de aluminio ha sido utilizado como un agente ante la hiperhidrosis patológica, e incluso ha sido establecido como un adyuvante en la medicina por muchos años, en recientes años se ha comenzado a hablar sobre sus efectos neurotóxicos y su posible directa relación con enfermedades mucho más peligrosas, como, el cáncer de mama [5].

El desodorante se ha convertido en un producto básico de higiene personal sin distinción social. Por esta razón, los desodorantes son comercializados en cuatro tipos de presentaciones diferentes, conocidos como *Roll On, Barra, Spray, Gel o Crema*; todos tienen la misma función, eliminar el mal olor y disminuir la transpiración. El desodorante, al ser un producto de consumo diario y masivo, genera una alta cantidad de desechos y la correspondiente contaminación ambiental tanto por sus componentes como por sus residuos.

La producción en masa de un desodorante a base de aceite de coco constituiría una opción más amigable hacia el consumidor y el medioambiente. Cada unidad de desodorante tendrá una consistencia cremosa casi sólida la cual será envasada en empaques de cartón reciclado. Se utilizará un distinto tipo de materia prima como alternativa para la producción de los desodorantes los cuales contengan funciones y propiedades similares a la dimeticona como al cloruro de aluminio, con el fin de evitar la contaminación medioambiental, mayormente relacionados con problemas de acidificación y la exposición de este tipo de químicos a los consumidores debido a sus efectos a largo plazo, como daño del sistema nervioso central, pérdida de la memoria e incluso cáncer [6] [7]. Cada barra estará compuesta en su mayoría por aceite de coco

debido a la gran cantidad de propiedades que tiene dicho aceite para el cuidado de la piel, tales como su función antibacteriana, anti inflamatoria y analgésica [8].

Actualmente, los desodorantes producidos dentro del territorio ecuatoriano, hechos a base de aceite de coco o cualquier otro compuesto natural son producidos únicamente de artesanal debido a la baja demanda existente. Sin embargo, los productos artesanales tienen un costo relativamente alto y una calidad inconsistente que los hace poco atractivos para muchos potenciales consumidores, por esta razón se plantea un proyecto a gran escala diseñado para con una mayor demanda de este producto.

1.2. Justificación

Según la Asociación Ecuatoriana de Productos y Comercializadores de Cosméticos, Perfumes y Productos de Cuidado Personal (Procosméticos), un ecuatoriano con bajos ingresos emplea un promedio de USD 30 anuales en productos de belleza e higiene, mientras que las personas con mayores ingresos gasta en promedio USD 150, sin contar spa o gimnasios [9]. Tomando en cuenta desodorantes y antitranspirantes, se realizó un estudio estadístico para observar el tamaño de mercado a nivel mundial desde el 2012 al 2021 en millones de dólares; solamente en el 2016, se estimó un valor de mercado de alrededor de 18,900 millones de USD [10].

Se realizó una encuesta para estudiar el porcentaje de consumidores que estaría dispuesto a comprar el producto. Dentro de la encuesta realizada mostrada en el Anexo B.1. se puede observar que el 92.7% de los encuestados estaría dispuesta a utilizar el desodorante propuesto. Como se mencionó en la sección 1.1. cada desodorante contendrá en su mayoría aceite de coco generando un producto amigable con el consumidor debido a su eficacia en la prevención y lucha contra problemas dermatológicos, además de sus propiedades antioxidantes [11]. Cada una de las materias primas adicionadas en la

producción del desodorante brindan beneficios en la piel y serán descritas en la sección 2.2. Sin embargo, es importante mencionar que el consumo de este producto no va dirigido hacia todos los consumidores; existen personas que presentan reacciones alérgicas. Pese a existir pocos casos en la literatura sobre gente alérgica al coco, la glicerina o el bicarbonato de sodio [12] [13], se debe tener en cuenta dicho factor ya que pueden generar reacciones cutáneas o incluso ampollas en la piel [14] [15].

El desodorante natural brindará beneficios económicos a los consumidores ya que la presentación final será de 75g de producto en masa con un precio similar al del mercado; a diferencia de la mayoría de desodorantes en barra que se encuentran en presentaciones de 50g de producto en masa, es decir, cada barra de desodorante natural tendrá 50% más de contenido. La presentación final del producto también brindará beneficios al medioambiente ya que vendrá dentro de envases no plásticos, su presentación vendrá en empaques de cartón. La fabricación de este producto es una alternativa para los desodorantes que se comercializan en la actualidad; tienen la misma función y además brindan beneficios a la piel como la disminución de afecciones dermatológicas [15].

1.3. Propuesta de proyecto

Este proyecto tiene como finalidad realizar un estudio de factibilidad para la creación de una industria productora de desodorantes a base de aceite de coco. Se desea introducir al mercado ecuatoriano un producto que cumpla con las todas las necesidades de los consumidores además de brindar beneficios extra a la piel; como, regulación del pH en la zona axilar, combatir problemas dermatológicos (dermatitis, psoriasis y eccemas), reducción del exceso de grasa producido en la sudoración y prevención de enfermedades degenerativas gracias a sus propiedades antioxidantes [16] [11].

Se planea industrializar el proceso de fabricación de un producto que actualmente es realizado de manera artesanal. El problema más común con productos realizados artesanalmente es que no existe una producción continua, es decir, se produce lo necesario para cada día por lo que la calidad y consistencia del producto puede variar entre lotes. Igualmente, se consideran otros factores como el proceso de mezclado. Este es realizado manualmente por lo que la mezcla no tendrá la misma homogenización que si lo realiza una maquina mezcladora a una agitación constante. Para evitar este tipo de inconvenientes se diseñará un proceso de producción industrializado.

Toda la materia prima necesaria para la producción de cada desodorante se la puede encontrar dentro del territorio ecuatoriano, por lo que no existiría la necesidad de cubrir costos de importación de materias primas. Finalmente, la presentación del producto vendrá envasada dentro de un cartón cilíndrico junto con papel de cera para evitar que el contenido del producto salga hacia el envase.

1.4. Objetivos

El objetivo general de este proyecto es realizar un estudio de prefactibilidad para la creación de una planta productora de desodorantes naturales en barra a base de aceite de coco. Para conseguir dicho objetivo, se plantearon objetivos específicos que se deberán cumplir a lo largo del proyecto. El primero objetivo específico está destinado al diseño del proceso, es decir, a los procesos de producción de la planta como lo son, el balance de masa y el balance de energía de la planta. El segundo objetivo específico se refiere al proceso del diseño de la planta, es decir, el dimensionamiento de los equipos, entradas y salidas de la materia prima, etc. Finalmente, el tercer objetivo es el análisis económico de la planta para determinar la cantidad de capital inicial requerida para la creación de la planta, así como también los ingresos generados a partir de la venta del producto.

1.5. Resultados esperados

Se espera lograr la implementación del proyecto para la fabricación del producto y posicionarlo dentro del mercado ecuatoriano mediante distintos tipos de puntos de venta de productos cosméticos, como lo son supermercados y farmacias. De igual manera, se espera una alta rentabilidad del proyecto; al industrializar un proceso de producción artesanal, se creará un producto consistente, de mejor calidad y su producción será en una menor cantidad de tiempo. Este producto tiene como finalidad presentar una nueva línea de mercado.

Actualmente, en el Ecuador, en su mayoría se consume y produce desodorantes producidos industrialmente, es decir, productos compuestos por materia prima no orgánica; por lo que la competencia de mercado son productos industriales ya posicionados. Pese a que todos los desodorantes cumplen la misma función, el desodorante hecho a base de aceite de coco tiene una variedad de beneficios para la piel como se mencionó anteriormente y se menciona a detalle en la sección 2.2. En base a los beneficios que este producto aportará a la piel de los consumidores, se espera que el desodorante natural a base de aceite de coco tenga igual cantidad de ventas que un desodorante convencional.

Una vez el producto sea estable en el mercado y reconocido por los consumidores se planteará una posible expansión de la línea de producción. Por otro lado, una vez se haya recuperado el capital invertido, se iniciará con la producción y modificación de presentación del producto, es decir, diferentes tamaños de presentación y distintos tipos de aromas, con la finalidad de generar diferentes opciones para los consumidores tanto en precios como en aroma. Finalmente, se realizarán otros estudios para la creación y

producción de diferentes productos a base de aceite de coco, como, por ejemplo, cremas y jabones.

2. BASES DEL DISEÑO

2.1. Descripción del producto

La finalidad de este proyecto es la creación de un desodorante producido de manera industrial a partir de productos naturales con una presentación en forma de barra, la misma que es favorecida por los consumidores de acuerdo con la encuesta mostrada en el Anexo B.1. La formulación del desodorante se encuentra en el Anexo A.2., el cual contiene ingredientes, función de cada ingrediente, cantidad y proveedor.

2.1.1. Características del producto

El producto final tendrá las mismas propiedades que un desodorante industrial, es decir, reducirá la carga bacteriana producida por la sudoración por lo que la emanación de malos olores también reducirá. Además, contará con todos los beneficios que brinda el aceite de coco junto con el bicarbonato de sodio y la glicerina; como, la regulación del pH en la zona axilar, impedir la generación de manchas en la ropa, humectar la piel y también reduce las grasas producidas en la sudoración. En consecuencia, el producto propuesto ayudará a combatir algunos ciertos problemas relacionados con la piel [16].

En cuanto a su presentación final, el desodorante será una barra sólida con un peso de 75g en masa, brindando un 50% más de producto que los desodorantes convencionales, con el objetivo de atraer a los consumidores. El producto será empaquetado dentro de envases cilíndricos de cartón encerado con la finalidad de evitar que el aceite contenido en la barra de desodorante traspase el interior del empaque. El empaque del desodorante contendrá en su parte exterior delantera el logo de la empresa, peso en masa del producto,

y fecha de elaboración; por otra parte, en el posterior estarán presentados los ingredientes utilizados para la fabricación del producto.

2.1.2. Almacenamiento y transporte

Tanto el producto en su presentación final como las materias primas serán almacenadas dentro de bodegas que contarán con la temperatura adecuada y la ventilación necesaria para su conservación. El producto será transportado y distribuido a los diferentes puntos tomando las mismas medidas para la mantención y conservación del producto que se tomarán dentro de las bodegas. La determinación de temperatura para la bodega de almacenamiento será determinada mediante el valor de temperatura para la densidad utilizada de cada materia prima. Los valores obtenidos se encuentran en las fichas de seguridad (FDS) de cada materia prima utilizada (observar Anexo A.3.). Las fichas de seguridad cuentan con información importante sobre cada materia prima como lo es: propiedades físicas y químicas, puntos de ebullición, diamante clasificación NFPA, etc. Mediante estos datos, es posible determinar la temperatura de almacenamiento correcta la bodega de almacenamiento, la cual se mantendrá entre 18 a 20°C por medio de ventiladores dentro de la bodega de almacenamiento ya que este es el rango de temperatura en el cual se encuentra la densidad utilizada de cada materia prima para la producción de cada desodorante. Tanto las materias primas como el producto final deben estar en un lugar fresco y seco sin exposición directa de ninguna fuente de calor. De igual forma, es necesario mencionar que una vez el desodorante pase a manos del consumidor, el producto debe mantenerse de igual manera en un lugar fresco, seco y alejado de cualquier exposición directa de una fuente de calor.

2.2. Descripción de materias primas

Aceite de coco

El aceite de coco será la materia prima principal dentro de la producción de los desodorantes. Como su nombre lo indica, el aceite de coco es un tipo de aceite natural el cual es extraído de la pulpa del coco mediante el proceso de prensado continuo. Dicho aceite está compuesto por un 90-95% de ácidos grasos saturados los cuales están distribuidas de la siguiente manera; ácido láurico (60%), ácido mirístico (16%), ácido palmítico (6,6%), grasas monoinsaturadas (5,8%), y grasas poliinsaturadas (1,8%), además contiene vitamina B, colágeno, proteínas y algunos minerales como lo son el calcio, magnesio y potasio [17]. Este aceite, en esencia, es considerado una grasa saturada; al ser un ácido graso de cadena media por contener entre 6 y 12 átomos de carbono en su estructura, permite que exista una mejor absorción de sus propiedades por parte del cuerpo, en este caso por la piel [18].

El aceite de coco es un líquido de color amarillento en su estado virgen y de apariencia un poco pálida a temperatura ambiente. Se almacena dentro de recipientes en lugares secos, frescos y ventilados pese a tener un punto de ebullición relativamente alto, de alrededor de 300°C; esto se realiza para evitar la degradación del aceite [19]. A una temperatura de 20°C, el aceite de coco tiene una viscosidad de 46 cP (centipoise), es decir, 0.046 N*s/m² [19]. Debido a la baja conductividad que tienen los compuestos orgánicos, el pH de este tipo de compuestos generalmente es neutro [20].

Existen algunos beneficios por la utilización de este aceite, actúa como humectante eficaz en cualquier tipo de piel, incluida la piel seca, permite restablecer el pH de la piel, elimina la grasa y el exceso de sebo, reduce manchas de edad y unifica la piel [11], bloquea en un 15-20% los rayos UV del sol [21] [22], y por último, combate una amplia gama de problemas de la piel, como la psoriasis, la dermatitis y eccemas [16].

Gracias a sus abundantes beneficios, hoy en día, el aceite de coco es uno de los ingredientes principales utilizados para el cuidado de la piel.

Bicarbonato de sodio

El bicarbonato de sodio es un compuesto blanco, sólido cristalino. Este compuesto es comúnmente utilizado para la neutralización de ácidos en cualquier tipo de tratamiento químico debido a que disuelto en agua tiene un pH de 9 [23]. Hoy en día, el uso del bicarbonato de sodio se ha extendido hacia los ámbitos de belleza. En el caso del uso para desodorantes, se lo utiliza para generar una consistencia espesa en la mezcla, es decir, permite la adhesión entre el aceite de coco, el mismo bicarbonato y todos los demás compuestos. De igual forma, el bicarbonato de sodio ayudará con la eliminación de malos olores o manchas producidas en la debido a la sudoración y al contacto con la ropa [24].

Glicerina

La glicerina es un compuesto alcohólico orgánico, líquido e incoloro con tres grupos hidroxilos. Es un compuesto no tóxico utilizado comúnmente en la fabricación de productos cosméticos por su cantidad de propiedades humectantes para la piel y su reducción de irritaciones ocasionadas por otros compuestos [25]. Además, tiene propiedades para la fabricación de productos generalmente cosmetológicos ya que es un excelente disolvente y suavizante [26].

Dicha materia prima será utilizada como alternativa de la silicona (dimeticona) en la producción de desodorantes naturales. Será la materia prima que ayude a suavizar la textura de la mezcla además de evitar reacciones alérgicas que se producen debido al uso constante de dimeticona [27].

Aceites esenciales

Los aceites esenciales que se emplearán para la producción del desodorante tienen como función brindar un aroma al producto final. Se utilizarán aceites esenciales de lavanda y aceite esencial de palo de rosa para que el producto pueda ser utilizado por cualquier consumidor. Las cantidades utilizadas serán bajas comparados a las otras materias primas utilizadas por lo que las beneficios no afectarán ni generarán algún tipo de cambio en las propiedades ya establecidas del desodorante como producto final.

Ácido Benzoico

El ácido benzoico es un ácido carboxílico derivado del benceno y un conocido por ser un conservante, principalmente de alimentos. A temperatura ambiente se puede encontrar como un sólido blanquizco con un olor característico. Es un compuesto poco soluble en agua fría, pero tiene gran solubilidad cuando de disolventes orgánicos se trata [28]. Para el propósito de este proyecto, se utilizará ácido benzoico como conservante del producto final, además de evitar el crecimiento dentro de bacterias y hongos dentro del desodorante. El ácido benzoico permitirá que el desodorante mantenga sus propiedades hasta 6 meses después de su creación.

2.3. Normas y Limitaciones

Es importante mencionar que para la producción de cualquier tipo de producto cosmético se debe acatar a las normativas y limitaciones existentes. Dentro del Ecuador las normativas para este tipo de productos son establecidas por la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA), entidad del Ministerio de Salud Pública (MSP) [29]. Dentro de las normativas de ARCSA existen artículos referentes a la fabricación del producto, vigencia de licencias y permisos de funcionamiento específicos

para poner en marcha una planta de productos cosmetológicos, estos se encuentran en los capítulos XIV, VII y IV respectivamente [30]. Finalmente se tomarán en cuenta las normativas de la Organización Internacional de Normalización (ISO), las cuales ayudan a asegurar tanto la calidad como la seguridad de los productos.

En cuanto a las limitaciones, se debe prestar atención a la materia prima y a la disponibilidad de la misma. Se recomienda tener provisiones de materia prima con la finalidad de evitar cualquier tipo de inconvenientes con la fabricación del producto.

Se debe trabajar, operar y mantener las bodegas de almacenamiento en temperaturas determinadas para que, ni la materia prima ni el producto final pierdan sus propiedades o disminuyan su calidad.

2.4. Ubicación de la planta

Dado que la obtención de la materia prima más importante proviene de proveedores que se encuentran dentro de las provincias de Pichincha y Guayas, la planta no tendría ningún tipo de complicaciones en realizarse dentro de cualquiera de dichas provincias. Dentro de la provincia de Pichincha, la mayoría de las empresas que se dedican a la producción industrial se ubican al sur de la capital, es decir, Machachi, Alóag, Aloasí, Uyumbicho, etc. Esta característica de ubicación lejana en cuanto a las ciudades o pueblos aledaños se debe a que existen grandes áreas de terreno para poder asentar y construir dichas industrias, además de lograr conseguir recursos naturales con mayor facilidad, como, por ejemplo, el agua. Por otro lado, de esta manera se evita generar contaminación ambiental (ruido, gases, olores, etc.) hacia los pobladores [31].

La parroquia de Alóag está ubicada exactamente a 33km. de la ciudad de Quito por lo que llegar al destino mediante la Vía Panamericana. Alóag está ubicado a 3040 msnm (metros sobre el nivel del mar) y muestra un clima relativamente frío durante todo

el año, con una temperatura anual media de 12.4°C. Según el Instituto de Estadísticas y Censos (INEC), Alóag cuenta con una superficie de 235.47km² [32]. Finalmente, en cuanto a movilización, existen buses inter-parroquiales los cuales permiten la conexión entre sus parroquias limitantes.

2.5. Selección de proceso

En el mundo de los cosméticos, en el área de producción de desodorantes, existe un proceso de fabricación relativamente simple. Para la explicación de este proceso se tomará en cuenta la producción del desodorante en barra. La fórmula estándar para la creación de desodorantes contiene; cera en polvo el cual ayuda a la unión de la mezcla; un ingrediente activo el cual impide la transpiración; dimeticona para suavizar su textura y reducir la tensión superficial de las burbujas del gas que son producidas por calentar una mezcla; y finalmente, la adición una fragancia para cubrir todos los olores producidos.

Producción de desodorantes con compuestos químicos

Este proceso comienza con la mezcla de ciertos aditivos dentro de una maquina mezcladora junto con cera en polvo, que es el ingrediente principal debido a que este permite ligar la mezcla, es decir, que todo se junte y se compacte. Además, se agrega silicona líquida (dimeticona) para suavizar la textura de la misma.

Posteriormente, se traslada la mezcla a una caldera donde el vapor calienta la mezcla exactamente a 75°C para derretir todos los ingredientes. Una vez derretida la mezcla, se procede a la fase de llenado en donde se vierte la cantidad de desodorante dentro de los envases donde serán distribuidos. Una vez llenados los envases junto con la mezcla caliente, su proceso continúa dentro de un túnel de refrigeración a 14°C, por

algunas horas para endurecer la mezcla. Posteriormente, se toma una muestra de desodorante para realizar una prueba de dureza; aquí se mide la cantidad de presión necesaria para aplastar dicha muestra ya que debe tener una consistencia adecuada. Una muestra demasiado dura podría desintegrar al desodorante sin la posibilidad de extenderse dentro de su envase al momento de su utilización. Finalmente, los envases pasan al proceso final de colocación de tapas y etiquetado para su distribución a los diferentes puntos [33]. A continuación, se muestra un diagrama de bloque del proceso:

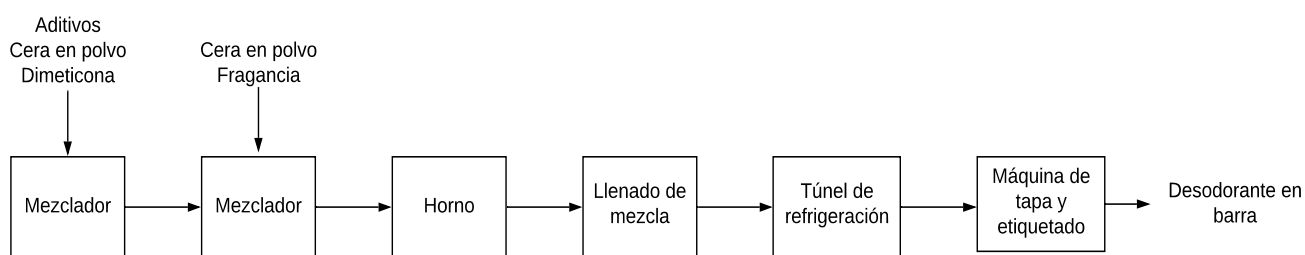


Figura 1. Diagrama de bloque, proceso de producción desodorante en barra.

Es necesario mencionar que el proceso para la fabricación de desodorante en aerosol es realizado de manera similar que un desodorante en barra, ya que se desea crear una mezcla líquida la cual ingresará al envase; estos procesos difieren en que la mezcla no va a ser solidificada y además existe una fase de llenado de gas el cual ayuda a expulsar el desodorante cuando el usuario desea aplicárselo [34]. Pese a ser un proceso casi idéntico a la producción de desodorante en barra, la aplicación de desodorante en aerosol ha generado mayores casos de dermatitis o irritaciones en la piel debido a la fuerza y concentración con la que el producto final se adhiere a la zona axilar [35].

Producción de desodorantes con compuestos naturales

El proceso para la producción de este desodorante comienza dentro de una mezcladora de agitación continua, en donde ingresa el aceite de coco junto con el

bicarbonato de sodio para crear una mezcla inicial; dicha mezcla deberá tomar una consistencia tanto homogénea como espesa debido a la presentación del bicarbonato de sodio (polvo). Posteriormente, dentro de otra máquina mezcladora de agitación continua, se añadirá glicerina para suavizar la textura de la mezcla, ácido benzoico que funcionará como conservante dentro del desodorante y evitará la generación de bacterias u hongos, y un aceite esencial utilizado como fragancia para dar un olor característico al producto final. La nueva mezcla ingresará a una máquina extrusora en donde el tornillo sin fin la trasladará desde la entrada a la salida de la máquina. La presión ejercida a la entrada y la contrapresión existente en la salida generará la producción de las barras de desodorante con una dimensión de 7 cm de largo y 3.5 cm de ancho. Finalmente, el producto pasará por medio de ventiladores de hélice, los cuales enfriarán y solidificarán los desodorantes de una manera más eficiente para que puedan ser envasados con mayor rapidez. A continuación, se muestra un diagrama de bloque del proceso:

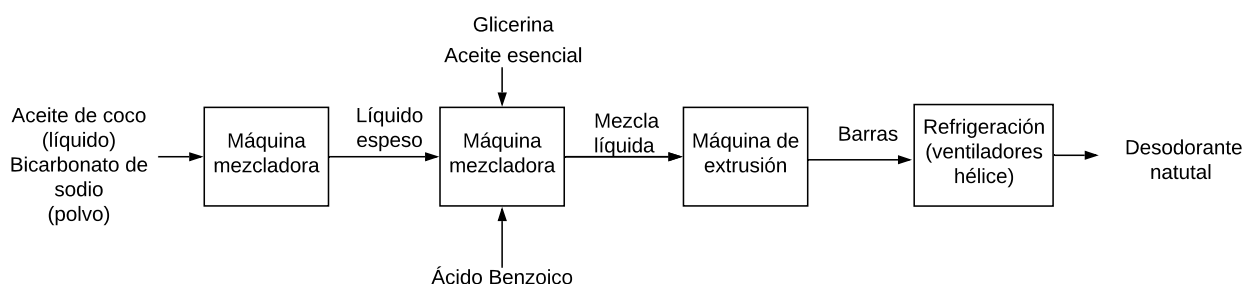


Figura 2. Diagrama de bloque, proceso de producción de desodorante natural

3. DISEÑO DE PROCESO

3.1. Caudal de producción

Estudio de mercado de los consumidores

Para poder establecer el caudal de producción, se estudió al mercado junto con el tipo de consumidores por medio de una encuesta la cual ayudó a determinar diferentes aspectos del producto final como el precio y la cantidad de producto en cada unidad de desodorante. La encuesta realizada contaba con 9 preguntas con base a los desodorantes y fue realizada por 150 personas escogidas aleatoriamente mediante el uso de las redes sociales. Dicha encuesta y sus resultados se pueden observar en el Anexo B.1.

A partir de la información obtenida, se logró determinar que el desodorante es parte de rutina de aseo personal. También se determinó que en general, el tiempo de duración de un desodorante de aproximadamente 50g de producto en masa, es de 4-8 semanas utilizándolo diariamente, pagando por dicho producto entre \$3-\$7 dólares; lo que nos permite establecer un precio de venta al público del producto de \$7 incluido impuestos.

Por otro lado, se puede observar que el 92.7% de la población encuestada estaría dispuesta a utilizar el desodorante natural, lo que permite dar los siguientes pasos a la creación del producto.

Caudal de producción

En el Ecuador únicamente existe la fabricación artesanal de este producto; es decir, no existen referencias sobre un caudal de producción industrial. Para poder determinar la composición ideal de la barra de desodorante y el caudal de este proyecto, se realizaron 5 diferentes muestras (Anexo A.1.) en base a composiciones de páginas tanto cosmetológicas como de cuidado de piel. Las muestras fueron distribuidas entre

allegados y conocidos. Se escogió la muestra No. 4 como la ideal para la producción de las barras de desodorante debido a que esta no generó ningún inconveniente en su utilización; no generó manchas en la vestimenta, no generó mayor sudoración o dejó la zona axilar grasosa, y además cumplió con el propósito de un desodorante. Cada muestra tenía diferente porcentaje de materias primas utilizadas, es decir, la cantidad (en gramos) de aceite de coco, bicarbonato de sodio, glicerina, ácido benzoico y aceite esencial de cada muestra fue diferente una de otra.

Tomando en cuenta los resultados de las personas dispuestas a utilizar el producto, se determina el caudal de producción el cual será de 15 kg/día. De igual forma, se determinó la cantidad en gramos de materia prima que tendrá cada desodorante por medio del muestreo realizado. La composición de una barra de desodorante se encuentra en el Anexo A.2.

Los desodorantes serán producidos por día, semana, mes y año. Para el propósito de este proyecto se van a realizar 200 barras de desodorante al día, 800 desodorantes a la semana, 3,200 al mes y 38,400 desodorantes en barra anualmente con el propósito de satisfacer a los consumidores. La planta operará 5 días a la semana en donde; de lunes a jueves se fabricarán los desodorantes, mientras que el día viernes estará destinado a la empacamiento y distribución del producto. Se determinó este cronograma con el objetivo de que exista orden y cumplimiento de la producción diaria, Esto se puede ver a detalle en el Anexo B.2.

3.2. Balance de masa

Una vez determinado el caudal de producción y definido el proceso (Figura 2) se procede a realizar el balance de masa. Dicho balance fue realizado mediante la

metodología detallada en el Anexo C.2.2. Las corrientes, caudales y materia prima se muestran a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 1. Corrientes obtenidas de balances de materia

Corriente	Operación Unitaria	Materia prima	Flujo [kg/día]	Flujo total [kg/día]
C-1	Mezcladora (I)	Aceite de coco	6.5	12.35
		Bicarbonato de sodio	5.85	
C-2 = C-1	-	Aceite de coco	-	-
		Bicarbonato de sodio	-	-
C-3	Mezcladora (II)	Glicerina	2.0	2.65
		Ácido Benzoico	0.55	
		Aceites esenciales	0.10	
C-4 = C-3 + C-2	Extrusora	Mezcla	15	15
C-6 = C-5 = C-4	Ventiladores hélice	Mezcla para enfriar	15	15

Se utilizan 15 kg/día de materia prima para producir 200 barras de desodorante natural, cada barra tendrá 75g de producto en masa.

4. DISEÑO DE PLANTA

4.1. Selección de equipos

El proceso de producción para la fabricación de los desodorantes naturales consta de 4 operaciones unitarias, las cuales se llevan a cabo dentro de dos mezcladoras, una extrusora y un cuarto de refrigeración. Cabe recalcar que el uso de dos mezcladoras se debe a que en la primera operación unitaria se mezclarán los componentes que generarán la masa del producto final, mientras que en la segunda mezcladora se añadirán los demás componentes y se homogenizará la mezcla de mejor manera. Las mezcladoras a ser adquiridas tendrán dimensiones iguales con el propósito de hacerlas intercambiables, además de poder ser vendidas en conjunto si ese fuese necesario. En el caso de la extrusora y los ventiladores de hélice, estos serán diseñados exclusivamente para el propósito de este proyecto, y así aprovechar su máximo rendimiento. Tanto la extrusora como los ventiladores tendrán su propia proforma, las cuales se pueden observar en el Anexo E.

4.2. Dimensionamiento de equipos

Mediante los caudales obtenidos del balance de masa, se puede determinar la capacidad que deben tener los equipos. Con dicha información se procede a dimensionar cada equipo a partir de la metodología presentada en el Anexo C.2.3. Una vez obtenidos los valores para dimensionar cada equipo, se puede realizar los balances de energía de cada equipo, en este caso en específico todos los equipos utilizan un motor. El procedimiento para el cálculo energético se encuentra en el Anexo C.2.2. Los respectivos cálculos se pueden encontrar en los Anexos D.1.2. y D.1.3. respectivamente.

Diagrama de flujo

La Tabla 2 resume tanto los equipos como los valores obtenidos a partir del dimensionamiento de los equipos. La Figura 2 muestra el diagrama de flujo del proceso de producción de un desodorante natural, mostrando sus tanto sus operaciones unitarias como las corrientes que forman parte del proceso de fabricación.

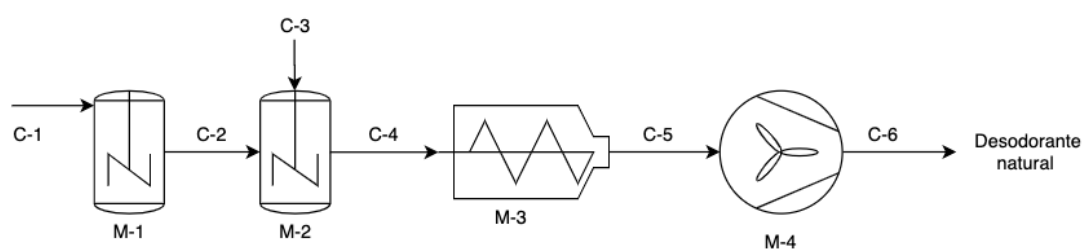


Figura 3. Diagrama de flujo, proceso de producción desodorante natural

Tabla 2. Dimensionamiento de equipos

Equipo	Características Principales	Valor	Unidad
M-1 y M-2 Mezcladoras	Volumen	0.01619	m ³
	Diámetro tanque	0.218	m
	Longitud tanque	0.5323	m
	Agitador (tipo)	Paleta ancla	-
	Diámetro agitador	0.0727	m
	Velocidad agitador	150.00	rpm
	Potencia motor	8.48×10^{-4}	kW
M-3: Extrusora	Volumen	0.01619	m ³
	Longitud carcasa	0.72	m
	Diámetro carcasa	0.151	m
	Longitud tornillo	0.60	m
	Diámetro tornillo	0.15	m
	Altura tolva	0.34	m
	Potencia motor	0.097	kW
	Marco ventilador	0.7683	m ²
	Distancia entre centro de hélice hasta punto de soldadura	0.29	m
	Marco trasero ventilador	0.762	m ²
	Ancho de hélice	6.35×10^{-3}	m
	Longitud motor	0.3115	m
	Longitud motor + hélice	0.3175	m

M-3: Ventilador de hélice	Espesor pared	0.2413	m
	Ventilador (número y diámetro de orificio de montaje)	0.2032	m
	Contraventana (número y diámetro de orificio de montaje)	0.127	m
	Diámetro rueda	0.6096	m
	Peso	95	lbs
	Potencia motor	0.186	kW

5. ANÁLISIS ECONÓMICO

5.1. Métodos de estimación

La estimación de la inversión es una herramienta clave para considerar el primer presupuesto sobre la implementación de la planta y así, el poder de decisión la viabilidad que tendrá el proyecto [36]. Para el análisis económico se emplearán 3 diferentes métodos para la estimación de costos de instalación de la planta: el método de Lang, el método de Hand y el método factorial detallado; cada método considera diferentes factores de instalación para la obtención de dicha estimación.

Los métodos de Hand y el método factorial detallado, son métodos más específicos ya que consideran factores más allá del factor de procesamiento; como lo son: factores de material, tuberías, montaje de equipos, entre otros, mientras que el método de Lang es una estimación más general del proceso ya que únicamente considera como factor el tipo de procesamiento, lo que genera una estimación de costos más elevada.

Los costos obtenidos mediante los diferentes tipos de estimación se muestran a continuación:

Tabla 3. Estimación de costos de instalación utilizando diferentes métodos

Estimación de costos		
Método de Lang	Método de Hand	Método factorial detallado
C_L [\$]	C_H [\$]	C [\$]
127,206.00	103,354.86	91,930.35

5.2. Inversión de capital

En esta sección se toma en cuenta tanto la inversión de capital fijo como la de capital de trabajo. La inversión de capital fijo incluye el costo total de diseño, de construcción e instalación de la planta y está compuesta por: el costo ISBL, costo OSBL, costos de ingeniería y construcción, y los gastos imprevistos los cuales están detallados en la sección Anexos C.3.2.

El capital de trabajo es la inversión adicional requerida para poner en marcha el proyecto. La tabla de inversión se presenta a continuación:

Tabla 4. Inversión de capital fijo y capital de trabajo

Costo ISBL [\$]	Costo OSBL [\$]	Inversión capital fijo [\$]	Inversión capital de trabajo [\$]
95,928.93	38,371.57	188,995.70	47,982.60

5.3. Costos de producción

Dentro de los costos de producción, existen los costos de producción variables y fijos. Los costos de producción variables son los costos que dependen del rendimiento y el caudal de producción, en este caso se toma en cuenta el costo de materias primas, servicios básicos, transporte y embalaje. Por otro lado, los costos de producción fijos no tienen ningún efecto si existen cambios en la eficiencia del proceso, y además incluyen costos de labor de operación, gastos salariales, mantenimiento, impuestos sobre propiedad, alquiler de tierra, gastos de planta, gastos medioambientales y licencias.

El costo en efectivo de producción anual (CCOP) es la suma entre los costos anuales de producción variables y los costos anuales de producción fijos.

Tabla 5. Costos anuales de producción fijos, variables y CCOP

Costos de producción fijos <i>FCOP</i> [\$]	Costos de producción variables <i>VCOP</i> [\$]	Costo en efectivo de producción <i>CCOP</i> [\$]
60,179.89	43,051.58	103,231.47

5.4. Ingresos del proyecto

Ingresos

El ingreso anual es obtenido a partir del valor de venta de cada de desodorante por la cantidad de unidades producidas en un año. Se muestra el valor en la tabla a continuación:

Tabla 6. Ingresos anuales por venta de desodorante

Caudal de producción anual	Costo barra incluido IVA [\$]	Ingresos por venta anuales [\$]
38,400 desodorantes	7.00	268,800.00

Margen bruto

El margen bruto es igual a los ingresos por ventas del producto menos el costo de materia prima multiplicado por un 100%. En la tabla a continuación, se muestra el valor obtenido.

Tabla 7. Margen bruto del proyecto

	Costo de producción barra [\$]	Precio de venta al público [\$]	Margen bruto [%]
Desodorante en barra	0.93	7.00	86.71

Beneficios

La inversión inicial total es la suma del capital fijo más el capital de trabajo, mientras que el beneficio neto es el valor de los ingresos de la planta menos los costos de producción. Los valores se muestran a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 8. Inversión total y beneficio neto anual de la planta

Inversión inicial total [\$]	Beneficio neto [\$]
236,987.30	199,256.91

5.5. ROI y tiempo de recuperación

El ROI (return on investment) es conocido como el retorno de inversión y sirve como un indicador financiero para proyectar resultados económicos de las inversiones y también la viabilidad de proyectos [37]. El ROI representa la relación entre la inversión inicial y el beneficio bruto. Por otra parte, el tiempo de recuperación se refiere al tiempo en el cual se va a recuperar el capital invertido dentro del proyecto. Ambos factores son

de suma importancia ya que por medio de estos datos podemos predecir la factibilidad de la planta, es decir, podemos observar que tan largo será el tiempo de recuperación y la cantidad de inversión que se requiere.

Mediante los valores obtenidos para los puntos anteriores se logró determinar los valores del tiempo de recuperación el cual fue de 1.19 años, es decir, 1 año y 3 meses; y un ROI de 84.08%.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

El desodorante se ha convertido en un producto básico de higiene personal el cual es utilizado para reducir el mal olor corporal. Hoy en día, es considerado un producto de primera necesidad y consumido de manera masiva alrededor de todo el mundo. Sin embargo, el consumo de este genera un impacto negativo tanto a los consumidores como hacia el medioambiente debido al uso de cloruro de aluminio para la fabricación del producto así los desechos generados plásticos generados al de consumirlos. Por este motivo se propone la introducción al mercado ecuatoriano un desodorante fabricado con productos naturales, principalmente de aceite de coco. La presentación de cada desodorante será en cartón reciclado por lo que no existirá ningún tipo de envoltorio de plástico.

El objetivo principal del proyecto fue realizar un estudio de prefactibilidad de la creación de una planta productora de desodorantes naturales a base de aceite de coco. Para determinar la viabilidad teórica y rentabilidad económica del proceso se plantearon 3 objetivos en específico: diseño de proceso, diseño de la planta y el análisis económico. Se determinó el proceso de producción de los desodorantes, teniendo en cuenta que tendrán una presentación en barra ya que es la forma preferida por consumidores encuestados (ver Anexo B.1.). Es un proceso sencillo ya que no existen reacciones químicas, y únicamente se requiere de la mezcla de materias primas; es decir, la cantidad que ingresa al proceso es la misma que sale de este. Para este proyecto se determinó un caudal de 15 kg de desodorante, el cual abastecerá una producción de 200 unidades diarias. Por medio del caudal establecido, se dimensionaron los equipos necesarios para la planta y se calculó la potencia de motor requerida los cuales se pueden observar en la Tabla 2.

El desodorante compuesto por productos naturales cumple las mismas funciones que un desodorante compuesto mediante productos químicos; a diferencia de un desodorante industrial, un desodorante natural brinda propiedades humectantes, reguladoras y rejuvenecedoras para la piel. Basándose en las ventajas de este producto y con los resultados de la encuesta realizada se espera su consumo crezca de manera lineal de dentro del mercado. El aceite de coco tiene una gran cantidad de propiedades que benefician y ayudan a la piel, dicha ventaja supone una ayuda para la venta del producto ya que ayudará con ciertos problemas dermatológicos que puedan tener los consumidores como lo son la dermatitis, psoriasis y/o eccemas.

En la sección de análisis económico, se concluyó la rentabilidad, factibilidad y viabilidad del proyecto. En la Tabla 7 se puede observar que la cantidad monetaria recuperada, en relación de la materia prima con la venta del producto, es mayor al 80%. Por otro lado, también se puede comprobar que la inversión es rentable debido a que el valor del ROI es positivo y la recuperación está dentro de los 5 primeros años (Tabla 9). Mientras la inversión inicial es recuperada, se sigue obteniendo ganancias para la planta; sin embargo, dichas ganancias serán destinadas para el pago de costos fijos y otros tipos de variables como lo son las materias primas, salarios de empleados, servicios básicos, equipos, infraestructura, etc.

6.2. Recomendaciones

Se recomienda considerar los equipos con disponibilidad en el mercado. Los precios obtenidos de cada equipo en este proyecto fueron realizados mediante los diferentes métodos y sus respectivos factores (montaje, tuberías, material, etc.); es decir, considerando el peor escenario posible para la creación de la planta, lo que genera que los precios sean alejados del mercado.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] R. Pujol, “El perfume en el antiguo Egipto,” 2004. <https://egiptologia.com/el-perfume-en-el-antiguo-egipto/4/>.
- [2] “Historia y curiosidades del desodorante,” 2016. <http://latrastiendademaria.opennemas.com/articulo/trucos-belleza/historia-desodorante/20160530164916000401.html>.
- [3] “Jan Evangelista Purkinje.” [http://www.sld.cu/node?iwp_post=2012%2F08%2F25%2FJan Evangelista Purkinje%2F1710660&iwp_ids=17_10660&blog=2_editorhome&from_more=17](http://www.sld.cu/node?iwp_post=2012%2F08%2F25%2FJan_Evangelista_Purkinje%2F1710660&iwp_ids=17_10660&blog=2_editorhome&from_more=17).
- [4] M. López, “DESCUBRIMIENTO DE LOS DESODORANTES,” 2014. <http://www.info-farmacia.com/historia/descubrimiento-de-los-desodorantes>.
- [5] K. Klotz, W. Weistenhöfer, F. Neff, A. Hartwig, C. Van Thriel, and H. Drexler, “The health effects of aluminum exposure,” *Dtsch. Arztebl. Int.*, vol. 114, no. 39, pp. 653–659, 2017, doi: 10.3238/arztebl.2017.0653.
- [6] Lenntech, “Aluminio - Al.” <https://www.lenntech.es/periodica/elementos/al.htm#:~:text=La toma de concentraciones significantes,Pérdida de la memoria>.
- [7] L. Lewis, S. Carson, S. Bydder, M. Athifa, A. M. Williams, and A. Bremner, “Evaluating the Effects of Aluminum-Containing and Non-Aluminum Containing Deodorants on Axillary Skin Toxicity During Radiation Therapy for Breast Cancer: A 3-Armed Randomized Controlled Trial,” *Int. J. Radiat. Oncol.*, 2014,

- doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijrobp.2014.06.054>.
- [8] S. R. Varma *et al.*, “In vitro anti-inflammatory and skin protective properties of Virgin coconut oil,” *J. Tradit. Complement. Med.*, vol. 9, no. 1, pp. 5–14, 2019, doi: 10.1016/j.jtcme.2017.06.012.
- [9] E. Moreno, “El mercado de los cosméticos en Ecuador El mercado de los cosméticos en Ecuador,” *Ecuador*, p. 66, 2007, [Online]. Available: http://www.exportapymes.com/documentos/productos/Ie2131_ecuador_cosmeticos.pdf.
- [10] Statistica, “Tamaño de mercado del antitranspirante y desodorante a nivel mundial entre 2012 y 2021 (en miles de millones de USD),” 2014. <https://es.statista.com/estadisticas/598904/tamano-de-mercado-del-antitranspirante-y-desodorante-a-nivel-mundial--2021/>.
- [11] G. S. Vala and P. K. Kapadiya, “Medicinal Benefits of Coconut Oil,” *Int. J. Life Sci. Res.*, vol. 2, no. October 2014, pp. 124–126, 2015, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/profile/Gambhirsinh_Vala2/publication/280574942_Medicinal_Benefits_of_Coconut_Oil_A_Review_paper/links/55bb561b08ae092e965ed871/Medicinal-Benefits-of-Coconut-Oil-A-Review-paper.pdf.
- [12] ASCIA, “Coconut allergy,” *Ascia*, pp. 1–3, 2019, [Online]. Available: www.allergy.org.au.
- [13] R. Suzuki, K. Fukuyama, Y. Miyazaki, and T. Namiki, “Contact urticaria syndrome and protein contact dermatitis caused by glycerin enema,” *JAAD Case Reports*, vol. 2, no. 2, pp. 108–110, 2016, doi: 10.1016/j.jdcr.2015.12.011.
- [14] M. Bienestar, “Alergia al aceite de coco: síntomas, causas y tratamiento,” 2020. <https://mentebienestar.com/alergia-al-aceite-de-coco-sintomas-causas-y->

tratamiento/.

- [15] Tendencias, “Pros y contras de los desodorantes naturales: los expertos nos lo explican y recomiendan sus favoritos,” 2019. <https://www.tendencias.com/belleza/pros-contras-desodorantes-naturales-expertos-nos-explican-recomiendan-sus-favoritos>.
- [16] L. Bacon, “Eficacia del uso del Aceite de Coco Virgen (VCO) en el tratamiento de pacientes con Eccema Alérgico por Contacto, Eccema Atópico y Eccema por Estasis en relación al Linimento Oleocalcáreo (LOC) en el Centro Nacional de Dermatología Francisco José Gómez Ur,” 2019.
- [17] P. Huerto, “DESCÚBRELO TODO SOBRE EL ACEITE DE COCO,” 2019. https://www.planetahuerto.es/blog/descubrelo-todo-sobre-el-aceite-de-coco/#Extraccion_mecanica.
- [18] S. G. Sáyago-Ayerdi, M. P. Vaquero, A. Schultz-Moreira, S. Bastida, and F. J. Sánchez-Muniz, “Utilidad y controversias del consumo de ácidos grasos de cadena media sobre el metabolismo lipoproteico y obesidad,” *Nutr. Hosp.*, vol. 23, no. 3, pp. 191–202, 2008, [Online]. Available: <http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v23n3/revision2.pdf>.
- [19] S. L. U. QUIMIPUR, “Ficha de datos de seguridad Aceite de coco,” *Quim. S.L.U.*, pp. 1–4, 2013, [Online]. Available: <http://quimipur.com/pdf/aceite-coco.pdf>.
- [20] HANNA, “Midiendo el pH en soluciones orgánicas,” 2017. <https://hannainst.ec/boletines/midiendo-el-ph-en-soluciones-organicas/>.
- [21] B. Holt, *Vegetable Oil Properties, Uses and Benefits*, no. July. 2016.
- [22] A. Panea, “Aceite de coco: todo lo que puede hacer por ti,” 2020.

- <https://www.elle.com/es/belleza/salud-fitness/a798077/aceite-de-coco-beneficios-propiedades-pelo-piel/>.
- [23] R. Navarro, “Bicarbonato,” 2019. <https://www.mifarma.es/blog/diccionario-farmacia/bicarbonato/>.
- [24] El Universo, “Cómo usar el bicarbonato de sodio para eliminar manchas en la ropa,” 2020. <https://www.eluniverso.com/larevista/2020/06/01/nota/7858452/como-usar-bicarbonato-sodio-eliminar-manchas-ropa>.
- [25] Neutrogena, “glicerina-para-la-piel @ www.neutrogena.es.” <https://www.neutrogena.es/consejos-belleza-cuidado-de-la-piel/tipos-de-piel/glicerina-para-la-piel>.
- [26] “GLICERINA O GLICEROL,” 2014. [https://www.pochteca.com.mx/glicerina-o-glicerol/#:~:text=El glicerol \(C3H,absorbe agua fácilmente del ambiente](https://www.pochteca.com.mx/glicerina-o-glicerol/#:~:text=El glicerol (C3H,absorbe agua fácilmente del ambiente).
- [27] M. Pastor *et al.*, “Allergic contact dermatitis resulting from cetyl PEG/PPG-10/1 dimethicone in a deodorant cream,” *Contact Dermatitis*, vol. 78, no. 3, pp. 236–239, 2018, doi: 10.1111/cod.12901.
- [28] “Ficha técnica de productos químicos: Ácido Benzoico,” 2012. https://aplicaciones2.ecuadorencifras.gob.ec/SIN/co_quimico.php?id=34140.04.01.
- [29] ARCSA, “Arcsa, una institución que mejora continuamente su servicio de atención al usuario.” <https://www.controlsanitario.gob.ec/arcsa-una-institucion-que-mejora-continuamente-su-servicio-de-atencion-al-usuario/>.
- [30] Agencia Nacional de Regulación Control y Vigilancia Sanitaria, “Normativa

- Sanitaria para productos cosméticos, productos de higiene,” no. 706, pp. 1–23, 2018, [Online]. Available: <https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/12/Resolución-ARCOSA-DE-006-2017-CFMR-Reformado-COSMÉTICOS.pdf>.
- [31] C. Mejía, “Parroquias Cantón Mejía.” <https://www.municipiodemejia.gob.ec/index.php/mejia/parroquias#>.
- [32] “CARACTERIZACIÓN DE LA PARROQUIA ALÓAG,” *J. Vis. Lang. Comput.*, p. 173, [Online]. Available: https://www.m-culture.go.th/mculture_th/download/king9/Glossary_about_HM_King_Bhumibol_Adulyadej's_Funeral.pdf.
- [33] M. De Arielux, “Así se hace Desodorante,” *The True South Through My Eyes - HK Edgerton*. 2015, [Online]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=mFIITzqRBWY>.
- [34] G. R. Quimi Romar, “Cómo se fabrica un desodorante - Quimi Romar,” 2017. <https://www.youtube.com/watch?v=mFIITzqRBWY>.
- [35] A. Jacobi, A. Bender, M. Hertl, and A. König, “Bullous cryothermic dermatitis artefacta induced by deodorant spray abuse,” *J. Eur. Acad. Dermatology Venereol.*, vol. 25, no. 8, pp. 978–982, 2011, doi: 10.1111/j.1468-3083.2010.03861.x.
- [36] M. E. Tovar de Rivera, “Estimación de costos en plantas químicas,” *Diseño De Plantas De Proceso*, no. I, pp. 1–8, 2010.
- [37] J. J. Phillips, *Return on investment in training and performance improvement programs, second edition*. 2012.
- [38] ROTH, “Ficha de datos de seguridad Glicerina,” *Roth*, pp. 1–18, 2019, [Online].

- Available: https://www.carlroth.com/downloads/sdb/es/0/SDB_0183_ES_ES.pdf.
- [39] Andesia Químicos, “Hoja de Seguridad - Bicarbonato de sodio,” pp. 1–6, 2009, [Online]. Available: http://www.andesia.com/doc/quimicos/HojaSeguridad_Bicarbonato-de-Sodio.pdf%0Ahttp://www.itsva.edu.mx/archivos/usuarios/5/archivo685.pdf.
- [40] ROTH, “Ficha de datos de seguridad: Lavanda,” *Roth*, 2019, [Online]. Available: https://www.carlroth.com/downloads/sdb/es/0/SDB_0183_ES_ES.pdf.
- [41] L. Essence, “PRODUCTO : PALO DE ROSA,” 2018, [Online]. Available: http://www.lluche.com/es/productos/Pages/OpenDocuments.aspx?artNumber=100578700&type=3&template=100578700_L1_V3.doc&outFileName=100578700_L1_V3.pdf&productName=PALO DE ROSA INDIA AE&reachNumber=--/--.
- [42] B. V. Valencia, I. Químico, E. N. Uso, and D. E. B. Retiro, “Estequiometria Aplicada.”
- [43] “Introducción al control de operaciones básicas, cálculo de los grados de libertad de una unidad de proceso,” pp. 1–19, [Online]. Available: http://www.diquima.upm.es/old_diquima/docencia/control_procesos/docs/5_metodologia.pdf.
- [44] R. M. Felder and R. W. Rousseau, *Elementary Principles of Chemical Processes*, vol. 83, no. 1. 2001.
- [45] C. J. Geankoplis, *Procesos de transporte y operaciones unitarias*. 1998.
- [46] G. Towler and R. Sinnott, *Chemical Engineering Design. Principles, practice and economics of plant and process design*. 2008.
- [47] O. E. Vélez Tubón and B. F. Carrillo Sinche, “Diseño Y Construcción De Un

- Extrusor De Tornillo Para La Obtención De Pellets De Botellas Plásticas De Pet Recicladadas,” *Esc. Super. Politécnica Chimborazo*, pp. 1–114, 2014.
- [48] NYB, “Propeller Fans - Model N D IRECT -DRIVE PROPELLER FANS MODEL N DIMENSIONS IN INCHES .,” 2005. https://www.nyb.com/pdf/propN_dims.pdf.
- [49] “Impuesto a la renta,” 2019. <https://www.sri.gob.ec/web/guest/impuesto-renta>.
- [50] “Ecuador está entre los cinco países con las tarifas eléctricas más bajas de la región,” 2019.
- [51] J. Gomar, “¿Cuánto consume realmente nuestro ordenador?,” 2017. https://www.profesionalreview.com/2017/08/07/cuanto-consume-realmente-nuestro-ordenador#Consumo_de_energia_del_procesador.
- [52] Epson, “Especificaciones eléctricas.” https://files.support.epson.com/docid/cpd4/cpd40325/source/printers/source/specifications/reference/11300_11800/spex_electrical_printer_11300_11800.html.
- [53] Panasonic, “Panasonic, Teléfono inalámbrico DECT fácil de usar,” 2020. <https://www.panasonic.com/pa/consumo/telecomunicaciones/telefonos-inalambricos-dect/kx-tgd210.html>.
- [54] R. M. del Golfo, “¿Sabes cuánto consumen tus focos?” <http://www.mndelgolfo.com/reportaje/sabes-cuanto-consumen-tus-focos/>.
- [55] R. Soto, “Controla el consumo de tu modem wifi,” 2012. <http://ahorradores.net/article1273.html>.
- [56] “PLIEGO TARIFARIO EPMAPS,” 2019. <https://www.aguaquito.gob.ec/wp-content/uploads/2019/06/Pliego-Tarifario-EPMAPS-05.2019.pdf>.

- [57] “Tubo de cartón Biodegradable de Color blanco, contenedor de desodorante cosmético Push up.” <https://spanish.alibaba.com/product-detail/white-color-biodegradable-paperboard-tube-push-up-cosmetic-deodorant-container-62382057905.html?spm=a2700.8699010.normalList.23.4b8d44f3JZmD3Q>.
- [58] “Logotipo personalizado impreso caja de cartón corrugado de envío caja de papel de embalaje de caja de cartón de caja de embalaje.” https://spanish.alibaba.com/product-detail/china-suppliers-custom-logo-printed-carton-cardboard-shipping-box-corrugated-packaging-paper-box-carton-packaging-box-62538864365.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_image.24c46fe1ajxVCI&s=p.
- [59] El Universo, “Salario Básico de Ecuador se fija en \$400 para 2020,” 2019. <https://www.eluniverso.com/noticias/2019/12/27/nota/7667652/salario-basico-2020-se-fija-400>.
- [60] Registro Sanitario, “ARCSA Y REGISTRO SANITARIO VALORES 2020,” 2020. <https://registrosanitario.org/costo/arcsa-y-registro-sanitario-valores/>.

8. ANEXOS

A. Bases del Diseño

A.1. Contenido de cada muestra de desodorante

Tabla A. 1. Muestra No. 1 para creación de desodorante

Materia prima	Peso (gramos)
Aceite de coco	38.0
Bicarbonato de sodio	20.0
Glicerina	13.5
Aceite esencial	0.5
Ácido Benzóico	3.0

Tabla A. 2. Muestra No. 2 para creación de desodorante

Materia prima	Peso (gramos)
Aceite de coco	29.0
Bicarbonato de sodio	25.0
Glicerina	14.25
Aceite esencial	1.0
Ácido Benzóico	5.75

Tabla A. 3. Muestra No. 3 para creación de desodorante

Materia prima	Peso (gramos)
Aceite de coco	27.5
Bicarbonato de sodio	27.5
Glicerina	15.0
Aceite esencial	1.75
Ácido Benzóico	3.25

Tabla A. 4. Muestra No. 4 para creación de desodorante

Materia prima	Peso (gramos)
Aceite de coco	32.5
Bicarbonato de sodio	29.25
Glicerina	10.0
Aceite esencial	0.5
Ácido Benzóico	2.75

Tabla A. 5. Muestra No. 5 para creación de desodorante

Materia prima	Peso (gramos)
Aceite de coco	35.5
Bicarbonato de sodio	22.0
Glicerina	12.25
Aceite esencial	1.0
Ácido Benzoico	4.25

A.2. Ingredientes y composición final para fabricación del producto

Tabla A. 6. Ingredientes y precio de producción para fabricación de desodorante

EMPRESA	MATERIA PRIMA	PRECIO AL POR MAYOR [\$/kg] ó [\$/ml]	PRECIO UNIDAD [\$/kg] ó [\$/ml]	% peso (w/w) [g]	Precio Producción [\$]
AYAMCOCO	ACEITE DE COCO	\$260/15,140.0ml	\$0.017/ml	32.5	0.612
RELUBQUIM CIA LTDA.	BICARBONATO DE SODIO	\$22.40/25kg	\$0.90/kg	29.25	0.026
RELUBQUIM CIA LTDA.	GLICERINA	\$67.20/30kg	\$2.24/kg	10	0.0224
AROMALAB	ACEITE ESENCIAL: LAVANDA	\$68.13/500ml	\$0.14/ml	0.5	0.071
AROMALAB	ACEITE ESENCIAL: PALO DE ROSA	\$161.80/500ml	\$0.32/ml	0.5	0.183
MINERVA S.A.	ÁCIDO BENZOICO	\$119/25kg	\$4.76/kg	2.75	0.013
Costo de producción total de 1 desodorante de 75g					0.93

En cuanto al uso del aceite esencial, uno será utilizado en cada tanda de producción, es decir, cada 200 barras de desodorante producidas se intercambiará el aceite esencial para así cumplir con los 75g de desodorante.

A.3. Ficha de seguridad de materia prima

Tabla A. 7. Ficha de seguridad: aceite de coco [19]

Nombre Común	Aceite de coco
Usos	Humectante, útil contra dermatitis, psoriasis, etc.
Presentación	Líquido ó sólido
Color	Amarillenta ó blanca
Peso Molecular	228.36 g/mol
Punto de Ebullición	300 °C
Punto de Inflamación	>200°C
Densidad (20 °C)	0.903 g/ml
Equipo de Protección Personal	Guantes y gafas.
Almacenamiento	Lugar ventilado, fresco y seco
Clasificación NFPA	

Tabla A. 8. Ficha de seguridad: glicerina [38]


Nombre Común	Glicerina
Nombre Químico	Glicerol
Fórmula Química	C_3H_8O
Usos	Humectante
Presentación	Líquida
Color	Incoloro
Peso Molecular	92.09 g/mol
Punto de Ebullición	290 °C
Punto de Inflamación	180 °C
Densidad (20 °C)	1.26 g/ml
Equipo de Protección Personal	Guantes
Almacenamiento	Lugar ventilado, fresco y seco. Almacenar a temperaturas entre 5 – 35 °C
Clasificación NFPA	

Tabla A. 9. Ficha de seguridad: bicarbonato de sodio [39]


Nombre Común	Bicarbonato de sodio
Fórmula Química	$NaCHO_3$
Usos	Agente alcalinizante, reducir ácidos
Presentación	Sólido cristalino
Color	Blanco
Peso Molecular	84.0 g/mol
Punto de Ebullición	N/A
Punto de Inflamación	N/A
Densidad (20 °C)	2.2 g/ml
Equipo de Protección Personal	Guantes, gafas, delantal
Almacenamiento	Lugar ventilado, fresco y seco. Mantener recipiente cerrado herméticamente
Clasificación NFPA	

Tabla A. 10. Ficha de seguridad: aceite esencial de lavanda [40]


Nombre Común	Lavanda
Usos	Aromatizante, antiséptico, analgésico
Presentación	Líquida
Color	Amarillo claro
Punto de Ebullición	185°C
Punto de Inflamación	65 °C
Densidad (20 °C)	0.88 g/ml
Equipo de Protección Personal	Gafas de protección
Almacenamiento	Ventilación suficiente. Conservar en un recipiente herméticamente cerrado
Clasificación NFPA	

Tabla A. 11. Ficha de seguridad: aceite esencial de palo de rosa [41]

Nombre Común	Lavanda
Usos	Aromatizante



Presentación	Líquida
Color	Incoloro – Amarillo pálido
Punto de Ebullición	79°C
Punto de Inflamación	102.5 °C
Densidad (20 °C)	0.873 g/ml
Equipo de Protección Personal	Guantes, gafas y máscara
Almacenamiento	Lugar ventilado, fresco, y seco. Alejado de fuentes de ignición y de la luz solar.
Clasificación NFPA	

Tabla A. 12. Ficha de seguridad: ácido benzoico [28]

Nombre Común	Ácido Benzoico
Fórmula Química	$C_7H_6O_2$
Usos	Aditivo alimenticio, conservante
Presentación	Sólido cristalino
Color	Blanco
Peso Molecular	122.1 g/mol
Punto de Ebullición	250.0 °C
Punto de Inflamación	121.0 °C
Densidad (20 °C)	1.32 g/ml
Equipo de Protección Personal	Guantes, gafas, delantal
Almacenamiento	Lugar ventilado, fresco y seco. Mantener recipiente cerrado herméticamente
Clasificación NFPA	

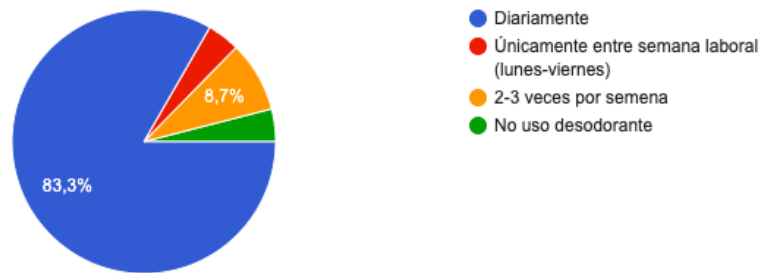
B. Diseño de proceso

B.1. Encuesta para estudio de mercado de los consumidores

Se realizó una encuesta en línea mediante una página web llamada *Formularios de Google* a una población de 150 individuos con la finalidad de conocer su opinión hacia dicho nuevo producto. A continuación, se muestran los resultados obtenidos:

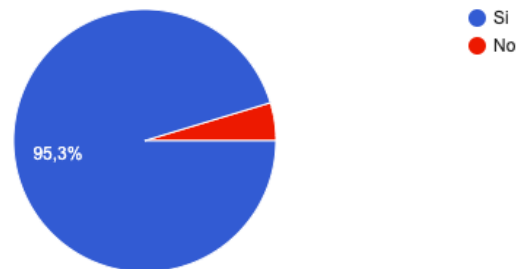
¿Con qué frecuencia utiliza desodorante?

150 respuestas



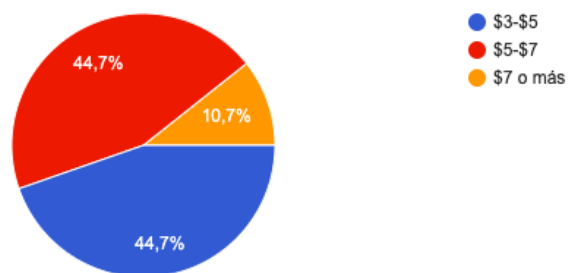
Para usted, ¿es imprescindible tener un desodorante dentro de un kit de aseo personal?

150 respuestas



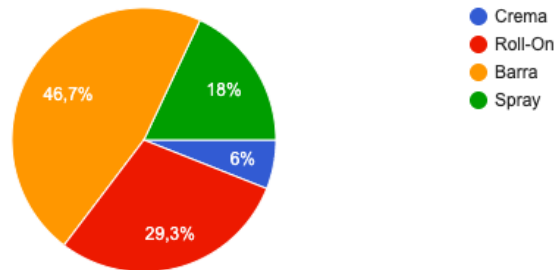
En un aproximado ¿cuánto gasta por la compra de un desodorante?

150 respuestas



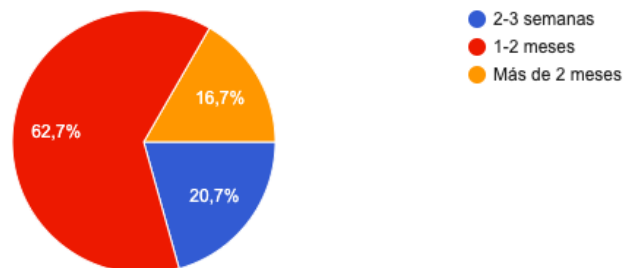
¿Qué tipo de presentación prefiere para un desodorante?

150 respuestas



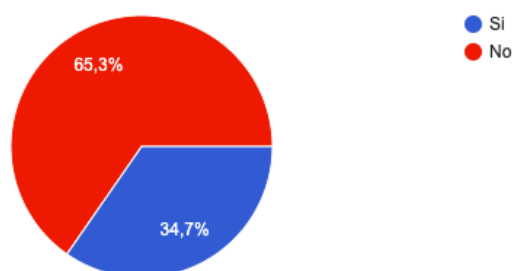
Aproximadamente, ¿cuánto tiempo dura un desodorante (sin importar su presentación)?

150 respuestas



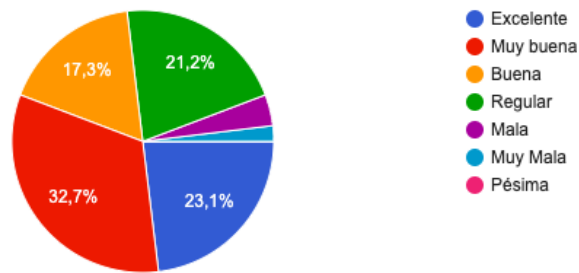
¿Alguna vez ha probado un desodorante hecho a base de compuestos naturales?

150 respuestas



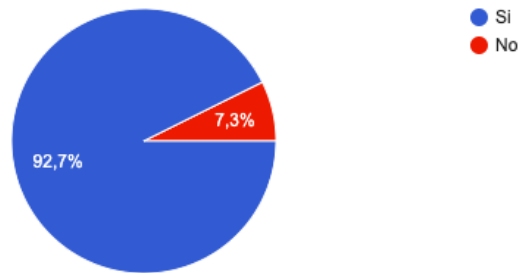
Si su respuesta anterior fue "Si", ¿cómo fue su experiencia con dicho producto?

52 respuestas



¿Estaría dispuesto a utilizar un desodorante natural que es elaborado industrialmente?

150 respuestas



¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por este producto, sabiendo que no contiene ningún tipo de químico dañino para la piel o medio ambiente?

150 respuestas

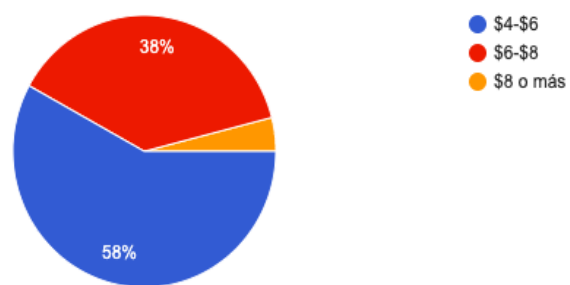


Figura 4. Encuesta y resultados

B.2. Operación de trabajo (horarios)

A continuación, se muestra una tabla detallando las horas y los días de la semana utilizados para realizar las siguientes actividades laborales:

Tabla A. 13. Horarios de operación para trabajadores

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Horas trabajo
Medición y preparación de materia prima	Medición y preparación de materia prima	Medición y preparación de materia prima	Medición y preparación de materia prima	Empaque y distribución de producto	1
Elaboración desodorante	Elaboración desodorante	Elaboración desodorante	Elaboración desodorante		2
Recolección y almacenamiento de producto final	Recolección y almacenamiento de producto final	Recolección y almacenamiento de producto final	Recolección y almacenamiento de producto final		1
Limpieza de equipos y guardado de materia prima	Limpieza de equipos y guardado de materia prima	Limpieza de equipos y guardado de materia prima	Limpieza de equipos y guardado de materia prima		1
Revisión de stock, imprevistos de la planta, etc.	Revisión de stock, imprevistos de la planta, etc.	Revisión de stock, imprevistos de la planta, etc.	Revisión de stock, imprevistos de la planta, etc.		1

C. Metodología

C.1. Proceso de producción desodorante

Para la producción de un desodorante con un peso de 75g en masa, se necesitan seguir los siguientes pasos:

1. En una primera mezcladora tipo batch, se prepara una mezcla seca que consta de aceite de coco junto con bicarbonato de sodio.
2. Una vez la mezcla se ha homogenizado, esta pasa a una segunda mezcladora del mismo tipo en donde se añadirán 3 nuevos compuestos: glicerina, ácido benzoico y un aceite esencial.

3. La nueva mezcladora, homogenizará nuevamente todos los compuestos hasta obtener una mezcla uniforme.
4. La mezcla semi-sólida, ingresa en una máquina compactadora en donde se compactará dicha mezcla para la obtención de una barra de desodorante.
5. Finalmente, se introducirán las barras dentro de una torre de enfriamiento para que tenga la textura necesaria para su presentación final.

C.2. Diseño de planta

C.2.1 Diagrama de bloque

Para poder realizar los cálculos correspondientes en cuanto al balance de masa y balance de energía se refiere, es imprescindible realizar los diagramas de bloque y flujo ya que sirven como elementos para representar la forma en como se da el proceso de fabricación del producto. La forma en como se realiza cada uno de los diagramas se mostrará a continuación:

Diagrama de bloque

Como su nombre lo indica, un diagrama de bloque está conformado por cuadrados o rectángulos los cuales representan una operación unitaria. Cada operación está conectada mediante líneas las cuales representan tuberías que unen un proceso junto con otro; cada línea indica el inicio y fin de cada proceso. A continuación, se detallan los pasos necesarios para realizar un diagrama de bloque:

1. Al detallar un proceso de forma general, es necesario establecer las condiciones más importantes para el proceso.
2. Para la primera operación unitaria, es necesario colocar una flecha la cual muestre el ingreso de la materia prima hacia dicho proceso.

3. Las operaciones unitarias deben ser colocadas en orden, es decir, una al lado de otra separándolas mediante la unión de líneas para expresar el paso de un proceso hacia otro.
4. La dirección del flujo se representa con flechas, generalmente el proceso va de izquierda a derecha.
5. Si llegase a existir salida de desechos dentro de una operación el cual no es el final del proceso, se debe colocar flechas de salida en donde los flujos ligeros salen por arriba mientras que los flujos pesados por la parte de abajo.
6. Se coloca una flecha en la operación unitaria final para representar el producto obtenido del proceso.
7. Se debe incluir caudales y composiciones conocidas antes y/o después de cada operación unitaria.
8. Se incluyen temperaturas y presiones conocidas.

Diagrama de flujo

Es importante mencionar, que, en este tipo de diagramas se utilizan íconos los cuales representan al equipo en cuestión.

1. Se deben incluir todos los equipos dentro del proceso Estos deben ser codificados mediante nombres y códigos únicos.
2. Se debe colocar una flecha indicando la entrada de las materias primas hacia la primera operación unitaria. La flecha debe indicar todos los componentes que ingresan.
3. Cada flujo que pasa por una operación unitaria hacia otra debe tener una numeración e identificación única.

4. Una flecha saliendo del último equipo indica los componentes finales, así como también, el producto final del proceso.
5. Cada uno de los flujos y condiciones de operación debe ser detallada y resumida en una tabla adjunta al diagrama.

C.2.2. Balances de materia y energía

Análisis de grados de libertad

El análisis de grados de libertad es crucial para conocer si existe la posibilidad de resolver un balance de masa. Este es conocido como el número de datos o información proporcionada que se pueda usar para resolver un problema en su totalidad [42]. Si se logra obtener un valor igual a cero, entonces se dice que el problema tiene solución y se procede a resolver el balance. Por otro lado, si el valor del análisis de grado nos muestra un número mayor a cero, significa que el problema tiene infinitas soluciones por lo que se requiere ver más relaciones y lograr que el resultado de cero. Y finalmente, si el resultado es menor a cero se dice que existe un error en el planteo de la ecuación ya que habría más información de la que se necesita [43]. El análisis de grados de libertad se basa en la siguiente ecuación:

$$\text{Grados de libertad} = \text{Número de variables} - \text{Número de ecuaciones}$$

Por medio de la ecuación mostrada, se sugiere seguir los siguientes pasos para un análisis de grados de libertad por medio de un balance atómico:

1. Sumar el número total de incógnitas en el proceso
2. Restar el número de especies atómicas independientes.
3. Restar el número de balances moleculares de especies no reactivas.
4. En el caso de que existan, restar el número de otras ecuaciones.

Balance de masa

Una vez obtenido el valor de cero en el análisis de grados de libertad, se procede a realizar el balance de masa el cual se realiza mediante la siguiente ecuación [44]:

$$\text{Entrada} - \text{Salida} + \text{Generación} - \text{Consumo} = \text{Acumulación}$$

$$E - S + G - C = A$$

Para el caso de producción de desodorante natural no existe una reacción de ningún tipo, por lo que la ecuación se simplifica a una ecuación de balance de masa atómica:

$$E = S$$

A continuación, se muestran los pasos a realizar para el cálculo del balance de masa:

1. Se recomienda elegir una base de cálculo mediante el caudal inicial o final del proceso.
2. Si no existe un caudal conocido se asume un caudal múltiplo de 10, 100 o 1000 para facilitar los próximos cálculos.
3. Realizar diagrama de bloque con todas las variables y caudales conocidos, así como sus composiciones.
4. Expresar incógnitas en términos de sencillo entendimiento para ser resueltos.
5. Trabajar en un mismo sistema de unidades (unificar unidades de todas las variables).
6. Determinar ecuaciones de balance de masa tanto para el sistema global como para cada operación.
7. Resolver sistema de ecuaciones mediante variables y condiciones de proceso conocidas.

Balance de energía

Como su nombre lo indica, el balance de energía es la herramienta que nos permite calcular la cantidad de energía requerida para que el proceso pase de una operación unitaria hacia otra. A continuación, se muestran los pasos sugeridos a seguir para la obtención de los cálculos respectivos:

1. Enlistar los equipos que requieren consumo energético.
2. Identificar variables conocidas de cada equipo (flujos, temperaturas, entalpías, etc.).
3. Obtener mediante tablas, el calor específico (C_p) y/o entalpías (H) de los compuestos.
4. Calcular el calor específico y/o entalpías de la mezcla.
5. Calcular el calor requerido (Q) de cada operación unitaria mediante las siguientes ecuaciones:

$$Q = \dot{m}C_p\Delta T$$

$$Q = \dot{m}\Delta H$$

Como se mencionó anteriormente, los balances de energía son realizados para cada una de las operaciones unitarias. A continuación, se detalla la metodología para el cálculo de cada uno de los equipos presentes en este proyecto.

Mezcladora

Para calcular la potencia necesaria para mover las aspas de agitación dentro de un recipiente, es necesario calcular el número de Reynolds mediante la siguiente ecuación [45]:

$$N_{Re} = \frac{(D_a)^2(N)(\rho_b)}{\mu_M}$$

Donde D_a es el diámetro del agitador en m. N es la velocidad de rotación en rev/s, ρ_b es la densidad bulk y μ_M es la viscosidad de la mezcla. Para el cálculo de potencia del motor, existe el término N_p , donde este es el número de potencia de un agitador simple de tipo ancla, el cual es calculado de la siguiente manera:

$$N_p = 215 (N_{Re})^{-0.955}$$

Finalmente, para calcular la potencia del motor se utiliza la siguiente ecuación:

$$P = (N_p)(\rho_b)(N^3)(D_a^5)$$

Extrusora

Para poder calcular la potencia requerida del motor de la extrusora, se debe aplicar la siguiente ecuación:

$$P_o = P \times Q$$

Donde P es la presión aplicada en el proceso de extrusión, Q es el flujo volumétrico y P_o es la potencia eléctrica del motor que mueve a la extrusora. La presión que se utilizará para compactar las materias primas en este caso será de $P = 80 \text{ Psi} = 0.551 \text{ MPa}$ debido a que la mezcla de la materia prima no necesita una compactación tan fuerte.

Ahora, para el cálculo del flujo volumétrico se utiliza la siguiente ecuación:

$$Q = \left(\frac{\alpha K}{K + \beta + \gamma} \right) n$$

Donde n es el número de revoluciones por minuto. Mediante la literatura se puede obtener que un motor de 1 HP tiene una velocidad de salida reductora de aproximadamente 220 rpm.

En donde cada término representa un tipo de flujo y cada flujo tiene su ecuación característica:

- **Flujo de arrastre (α):** flujo responsable del movimiento del material desde la tolva hacia la boquilla, dicho flujo se produce por el movimiento del cilindro.

El flujo de arrastre se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\alpha = \frac{\pi m D h \left(\frac{t}{m} - e \right) (\cos \varphi)^2}{2}$$

Donde m es el número de canales del husillo, el cual en este caso será de 1.

- **Flujo de presión (β):** es un flujo opuesto al flujo de arrastre, es considerado como un flujo de retorno que se opone al movimiento.

El flujo de presión se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\beta = \frac{m h^3 \left(\frac{t}{m} - e \right) \sin \varphi \cos \varphi}{12 L}$$

Donde L es la longitud del tornillo (m)

- **Flujo de filtración (γ):** flujo que reduce la producción por pérdidas de material producidas entre las holguras del cilindro y el tornillo.

El flujo de filtración se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\gamma = \frac{\pi^2 D^2 H^3 \tan \varphi}{10 e L}$$

- **Factor K para forma de cabeza (boquilla cilíndrica)**

$$K = \frac{\pi d^4}{128 L}$$

Donde d es diámetro del canal dado (m) y L es la longitud del canal del dado (m).

Ventilador de hélice

Para poder generar el movimiento de las aspas dentro del ventilador, es necesario la presencia de un motor que lo acompañe, en la mayoría de los casos incluso este viene acoplado al sistema. La potencia necesaria para generar movimiento dentro del ventilador dependerá del diseño y el propósito de este dentro de la industria; para el propósito de este proyecto, dicho equipo servirá para enfriar los desodorantes que salen extrusora y así puedan tener la consistencia deseada. Los valores obtenidos para el balance de energía, es decir, la potencia del motor necesario para mover el ventilador será mostrado en la sección Anexos D.1.3.

C.2.3. Dimensionamiento de equipos

Los dimensionamientos de los equipos son realizados mediante ecuaciones establecidas además de la información obtenida del balance de masa. A continuación, se mostrará las ecuaciones principales para conocer las respectivas dimensiones de los equipos.

Mezcladora

Para el dimensionamiento de ambas mezcladoras se determinará su geometría la cual usualmente es cilíndrica. También, se debe elegir el tipo de material con el cual se va a trabajar. El volumen de la mezcladora se obtiene mediante la división de la masa de la mezcla con la densidad de la misma. Se utiliza la siguiente ecuación:

$$V_{mezcla} = \frac{m_{mezcla}}{\rho_b}$$

Para la obtención del valor de la densidad teórica de la mezcla, se debe preparar la mezcla mediante los pasos establecidos del anexo C.1. Una vez preparada la mezcla, esta se debe colocar en un vaso de precipitación hasta un volumen el cual es determinado

arbitrariamente. Posteriormente se pesa la mezcla y se divide dicha masa calculada para el volumen llenado en el vaso de precipitación.

Para calcular la densidad de la mezcla se emplea la siguiente ecuación:

$$\rho_b = \frac{m}{V}$$

Una vez obtenido el volumen de la mezcladora se procede a calcular el diámetro de la misma, mediante la ecuación mostrada a continuación:

$$D = \sqrt[3]{\frac{2V_{mezcla}}{\pi}}$$

La longitud de la mezcladora mediante el valor obtenido para el diámetro y se aumente un 20% de longitud como medida de seguridad. Se utiliza la siguiente ecuación:

$$L = 2D + 20\%$$

En cuanto al diseño de recipiente, se deben tomar en cuenta las normas ASME PBV las cuales ayudan a calcular el espesor mínimo de pared que se tiene con respecto al diámetro del tanque de la mezcladora. Para calcular el espesor de pared de un tanque se utiliza la ecuación mostrada a continuación:

$$t_{wP} = \frac{P_i D}{2SE - 1.2P_i}$$

Donde t_w es el espesor de la pared, D_i es el diámetro interno del tanque, P_i es la presión interna del tanque y S es conocido como el esfuerzo máximo permisible. Para lograr realizar el cálculo respectivo se debe considerar el material del equipo para lograr obtener el esfuerzo máximo permisible (S). Dicho valor se lo puede encontrar en la Tabla 13.2 del libro Chemical Engineering Design [46].

Posteriormente se calcula la masa del material del tanque:

$$m_{tanque} = (\pi)(D)(L)(t_{wP})(\rho_{304})$$

Ahora bien, para poder calcular el espesor del cabezal del tanque, de igual manera se debe determinar la geometría de esta. Para este caso se utilizará un cabezal de tipo elíptica, por lo que su ecuación es la siguiente:

$$t_{wC} = \frac{P_i D}{2SE - 0.2P_i}$$

Y se calcula la masa de la base mediante la siguiente ecuación:

$$m_{base} = (\pi)(D^2)(t_{wC})(\rho_{304})$$

La masa total del tanque de la mezcladora se obtiene mediante la suma del tanque más la suma de la base del tanque:

$$m_T = m_{tanque} + m_{base}$$

Finalmente, se elije el tipo de aspas que puedan cumplir las necesidades del proceso y se procede a calcular su diámetro mediante la siguiente relación:

$$\frac{D_a}{D} = \frac{1}{3}$$

Donde D_a es el diámetro del agitador y D es el diámetro del tanque.

Extrusora

Para el dimensionamiento de la extrusora, es necesario tener en cuenta que, en su mayoría las extrusoras industriales son tanto de camisas como de tornillo de extrusión cilíndrico. Una máquina extrusora está compuesta por ciertos componentes nombrados a continuación: tolva, tornillo sin fin y carcasa. Para el diseño de una extrusora se debe tomar en cuenta a todo momento, la capacidad de alimentación que esta tendrá [47].

El primer paso es determinar el largo y diámetro del tornillo sin fin. De manera general, una extrusora industrial utiliza un tornillo con un diámetro de 0.15 m y una longitud de 0.60 m.

Por otro lado, la tolva también es diseñada con dependencia a la alimentación que tendrá la máquina. La salida de la tolva está conectada a la garganta de alimentación de la extrusora. Por lo tanto, las dimensiones de la base menor 1.5 veces el diámetro para el largo, mientras que el ancho es 0.7 veces el diámetro del tornillo sin fin para ambos casos. Las dimensiones de la base mayor de la tolva se obtienen mediante medidas estándares para tolvas dentro de la industria. Para poder calcular la altura de la tolva se utiliza la siguiente ecuación:

$$V = \frac{H}{3} (A + B + \sqrt{A \times B})$$

Despejando obtenemos

$$H = \frac{3V}{(A + B + \sqrt{A \times B})}$$

Donde A es el área de la base mayor y B es el área de la base menor. Finalmente, para obtener el dimensionamiento completo, se debe calcular tanto el ángulo como el espesor de husillo. La cantidad de materia prima que se transporta depende el ángulo del husillo, dicho ángulo se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\varphi = \tan^{-1} \left(\frac{t}{\pi \times D} \right)$$

Donde φ es el ángulo de la hélice, D el diámetro del tornillo y t es el paso del husillo. El paso de la rosca es conocido como la distancia que avanza un tornillo por cada vuelta; dicho valor se puede obtener mediante la capacidad de producción que tendrá la máquina.

Para calcular el espesor del husillo se utiliza la siguiente ecuación:

$$e = 0.12 \times D$$

De igual manera, es necesario calcular la holgura para dimensionar la carcasa del tornillo sin fin. La holgura es la distancia entre el diámetro exterior del tornillo y el diámetro interior del cilindro; es por esto que, se debe obtener un valor de holgura mínimo para

tener una buena eficiencia de la extrusora. La holgura se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$H = 0.002 \times D$$

Finalmente, para obtener el diámetro de la carcasa, se debe sumar el doble de la holgura más del diámetro del tornillo. Para la longitud, es recomendable añadir un 20% extra a la longitud del tornillo sin fin.

Ventilador de hélice

Para el propósito de este proyecto, se utilizarán ventiladores de hélice los cuales ayudarán a reducir la temperatura de las barras que salen de la extrusora para que estas tomen su contextura sólida en mucho menos tiempo, es decir, la finalidad de los ventiladores será optimizar el tiempo de producción para que el producto final esté listo con mayor rapidez y eficacia.

Las dimensiones elegidas para los ventiladores de hélice fueron tomadas mediante los valores estándar que se pueden encontrar en los catálogos de NYB (New York Blower), empresa que se dedica a la manufactura tanto de ventiladores como sopladores [48]. Las dimensiones se pueden observar en la sección Anexos D.1.2.

C.3. Evaluación Económica

C.3.1. Estimación de costos

Mediante el dimensionamiento de los equipos, se logran obtener las capacidades que necesita cada operación unitaria y por ende se logra estimar los costos de estos. Existen ciertos métodos los cuales funcionan para una buena estimación de la cantidad de capital que se debe invertir. Para el propósito de este proyecto se van a aplicar tres

diferentes métodos, los cuales son: método de Lang, método de Hand y el método factorial detallado.

Para un cálculo de estimación de costos se considera un término de ecuación general, la cual es mostrada a continuación:

$$C_e = a + bS^n$$

Donde C_e es el costo del equipo, a y b son constantes de costo, S representa el parámetro de tamaño de cada equipo, y n es el exponente de cada tipo de equipo. Todos estos datos pueden ser obtenidos se pueden obtener de la Tabla 6.6 del libro Chemical Engineering Desing.

Estimación de costos mediante factor de Lang [46]

Lang propuso un ajuste por factor según el tipo de proceso. Donde cada factor está relacionado al tipo de procesamiento que realizará la planta. Los tipos de procesamiento con sus factores serán detallados a continuación junto con la ecuación empleada para el método de estimación de costos de Lang. La ecuación de Lang es la siguiente:

$$C_L = F_L \sum C_e$$

Donde C_L es el costo de capital ISBL, $\sum C_e$ es la sumatoria de costos de los equipos y F_L es el factor de Lang. Se determina el factor de Lang según el procesamiento:

- $F_L = 3$ Procesamiento sólido
- $F_L = 5$ Procesamiento fluido
- $F_L = 4$ Procesamiento mixto

Estimación de costos mediante factor de Hand [46]

Para esta estimación de costos, se utilizan los costos de los equipos calculados anteriormente con la diferencia de que ahora se utilizan otros factores. Ahora, se debe tomar en cuenta el factor del tipo de material y además un factor de instalación que depende de cada equipo. La ecuación de estimación de costos por el método de Hand se detalla a continuación:

$$C_H = \sum C_e \times (f_m \times F_H)$$

Donde F_H representa al factor de Hand de cada equipo y f_m es el factor del material que es utilizado.

Estimación de costos según método factorial detallado [46]

Como su nombre lo indica, este es un método el cual es sumamente detallado en donde existen varios factores a considerarse. Para dicha ecuación se tiene: factor de material (f_m), factor de instrumentación y control (f_i), factor de montaje de equipo (f_{er}), factor civil (f_c), factor de “lining” (pinturas, recubrimiento) (f_l), factor de estructura (f_s), factor eléctrico (f_{el}) y (f_p) es el factor de tuberías. Los factores para esta ecuación dependen del procesamiento que se realice, ya sea líquido, sólido o mixto. La ecuación del método factorial detallado se muestra a continuación:

$$C = \sum C_e \times [(1 + f_p)f_m + (f_i + f_{er} + f_c + f_l + f_s + f_{el})]$$

C.3.2. Inversión de capital fijo

La inversión de capital fijo conlleva todos los costos necesarios para llevar a cabo la planta, es decir, se debe tomar en cuenta el costo total del diseño, la construcción y las

instalaciones de la planta. La inversión de capital fijo está compuesto por la sumatoria de los costos ISBL, costos OSBL, costos de ingeniería y construcción, y gastos imprevistos.

$$\text{Inversión capital fijo} = C_{ISBL} + C_{OSBL} + C_{Ing.y\ const.} + C_{Imprevistos}$$

Costos ISBL

Los costos ISBL (Inside Battery Limits) están referidos a todos los costos de la planta en sí, es decir, los costos de campo. Para obtener el valor de total del ISBL, primero se necesita obtener la estimación de costos mediante el método de Hand y el método factorial detallado. Una vez obtenidos dichos valores se calculan el $\pm 30\%$ de costo obtenido para cada uno de los métodos. El costo ISBL es el promedio del límite menor del costo de Hand y el límite superior del costo factorial detallado, es decir, los valores de costos que se encuentren en el medio de los rangos.

Costos OSBL

Los costos OSBL (Outside Battery Limits), son referidos a los costos relacionados con modificaciones o adiciones a la infraestructura de la planta. El costo OSBL, es generalmente obtenido de el 20% al 50% de los costos ISBL. En la mayoría de los casos, el 40% es utilizado para una estimación inicial.

$$C_{OSBL} = (40\%)C_{ISBL}$$

Costos de ingeniería y construcción

Los costos de ingeniería y construcción están relacionados a los costos detallados del diseño más la construcción que se realiza para llevar a cabo la planta. Cuando se lleva a cabo el estudio de un proyecto pequeño, los costos de ingeniería se dan mediante el cálculo del 30% del costo de la sumatoria del ISBL más el OSBL, mientras que para un proyecto grande es únicamente el cálculo del 10% del costo de la sumatoria del ISBL más el OSBL. El trabajo en cuestión, al ser un proyecto pequeño, tiene la siguiente ecuación:

$$C_{Ing.y\ const.} = (30\%)(C_{ISBL} + C_{OSBL})$$

Cabe mencionar que dentro de esta categoría se incluyen los costos de equipos de oficina.

$$C_{Ing.y\ const.} = (30\%)(C_{ISBL} + C_{OSBL}) + \text{costos equipos oficina}$$

Gastos imprevistos

Los gastos imprevistos son 10% del costo de la sumatoria del ISBL más el OSBL.

La ecuación se muestra a continuación:

$$C_{Imprevistos} = (10\%)(C_{ISBL} + C_{OSBL})$$

C.3.3 Capital de trabajo

El capital de trabajo es conocido como todo el dinero adicional al costo de construir una planta y esta consiga operar. El capital de trabajo detalla los valores de inventario de materia prima, de productos y subproductos, efectivo en caja, cuentas por cobrar, créditos de cuentas pendiente y finalmente el inventario de repuestos.

- **Valor de inventario de materia prima:** estimado como costo de producción de materias primas utilizados en 2 semanas de producción.

- **Valor inventario productos o subproductos:** estimado como costo de producción de los productos en un periodo de 2 semanas.
- **Efectivo en caja:** estimado como costo de producción de 1 semana.
- **Cuentas por cobrar:** se refiere a productos los cuales ya fueron suministrados, pero aun no han sido cobrados. Se estima costo de producción de 1 mes.
- **Créditos de cuentas pendientes:** costos de materiales y equipos los cuales ya fueron recibidos, pero aun no son pagados. Se estima como costo total de suministros (materia prima) utilizado en 1 mes.
- **Inventario de repuestos:** se calcula como el 1-2% del coste de la sumatoria del ISBL más el OSBL.

$$C_{repuestos} = 1 - 2\% (C_{ISBL} + C_{OSBL})$$

Costos de producción

Los costos de producción están compuestos por dos partes, los costos de producción variable y los costos de producción fija. Cada uno se lo describirá a continuación:

Costos de producción variable:

Son los costos los cuales son proporcionales al rendimiento y al caudal de producción. Por lo que incluye costos de: materia prima, servicios básicos (agua potable y electricidad), transporte y embalaje, es decir, sellado del producto final.

Costos de producción fijos

Por otro lado, los costos de producción fija son independientes del caudal de producción y no tienen ningún efecto en ellas si existen cambios en la eficiencia del proceso. Los costos de producción fija se muestran a continuación:

- **Labor de operación:** En este punto, se toma en cuenta el número de empleados que va a tener la planta, en este punto se deberá establecer valores salariales.

- **Supervisión:** 25% de labor de operación + administración.

$$C_{supervisión} = 25\% (\text{labor operación})$$

- **Gastos salariales directos:** 50% de labor de operación + administración.

$$C_{salariales} = 50\% (\text{labor operación} + \text{supervisión})$$

- **Mantenimiento:** 3 – 5 % del ISBL.

$$C_{mantenimiento} = 3 - 5\% (C_{ISBL})$$

- **Impuestos sobre la propiedad:** 1 – 2 % del ISBL.

$$C_{impuesto\ renta} = 1 - 2\% (C_{ISBL})$$

- **Alquiler tierra:** 1 – 2% del costo ISBL + costo OSBL.

$$C_{alquiler\ tierra} = 1 - 2\% (C_{ISBL} + C_{OSBL})$$

- **Gastos generales:** 65% de la labor de operación + supervisión + gastos salariales + mantenimiento

$$C_{generales} = 65\% (C_{labor\ op.} + C_{supervisión} + C_{salariales} + C_{mantenimiento})$$

- **Gastos medioambientales:** son el 1% del costo ISBL + costo OSBL.

$$C_{\text{medioambientales}} = 1\% (C_{\text{ISBL}} + C_{\text{OSBL}})$$

- **Costo por licencias de funcionamiento:** Para este proyecto en específico, se considera licencia de registro sanitario para productos de higiene de una pequeña empresa.

C.3.4. Ingresos de la planta

Dentro de esta sección se evaluará los ingresos de la planta obtenidos mediante la venta de su producto. Para este punto ya se ha establecido un precio fijo el cual incluye un 12% de aumento, es decir, el IVA (impuesto al valor agregado) y se lo multiplica por el caudal de producción.

Margen

Es la sumatoria de los ingresos anuales menos el costo de materia prima (anual).

$$\text{Margen} = \text{Ingresos} - \text{materia prima}$$

Costo en efectivo de producción (CCOP)

Sumatoria de los costos anuales de producción variables y los costos anuales de producción fijos.

$$CCOP = C_v + C_f$$

$$CCOP = VCOP + FCOP$$

Beneficio bruto

Ingreso por venta del producto principal menos el costo en efectivo de producción del mismo. El beneficio bruto incluye los costos variables y costos fijos, no solamente costos de materias primas.

$$\text{Beneficio bruto} = \text{Ingresos} - \text{CCOP}$$

Impuesto a la renta

$$\text{Impuesto fracción excedente} = 25\%(\text{Beneficio bruto} - \text{valor fracción básica})$$

Impuesto a la renta

$$= \text{impuesto fracción excedente} + \text{impuesto sobre fracción básica}$$

AÑO 2020			
En dólares			
Fracción Básica	Exceso hasta	Impuesto sobre la fracción básica	% Impuesto sobre la fracción excedente
0	11.315,00	-	0%
11.315,01	14.416,00	-	5%
14.416,01	18.018,00	155	10%
18.018,01	21.639,00	515	12%
21.639,01	43.268,00	950	15%
43.268,01	64.887,00	4.194	20%
64.887,01	86.516,00	8.518	25%

Figura 5. Impuesto a la renta para personas naturales para el año 2020 [49]

Beneficio neto

El beneficio neto se obtiene mediante la resta del beneficio bruto y los impuestos.

Para este caso se considera solamente el impuesto a la renta.

$$\text{Beneficio neto} = \text{beneficio bruto} - \text{impuesto a la renta}$$

C.3.5. Recuperación del capital

Tiempo de recuperación

Mediante el costo de inversión total de la planta, se puede obtener un tiempo estimado de recuperación de capital mediante la fórmula mostrada a continuación:

$$T_{\text{Recuperación}} = \frac{\textit{inversión inicial total}}{\textit{flujo de caja neto anual promedio}}$$

Para calcular la inversión inicial total, es la sumatoria de capital fijo más el capital de trabajo. El flujo de caja neto es igual al beneficio neto.

$$\textit{inversión inicial total} = \textit{capital fijo} + \textit{capital trabajo}$$

ROI

La tasa de retorno de inversión (ROI) es calculada mediante la siguiente ecuación:

$$ROI = \frac{\textit{beneficio neto anual}}{\textit{inversión inicial total}} * 100\%$$

D. Cálculos

D.1. Diseño de planta

D.1.1. Balance de masa

Grados de libertad para balance atómico

$$GL = \# \textit{incógnitas} - \# \textit{balances especies atómicas independientes}$$

$$- \# \textit{balances moleculares de especies no reactivas}$$

$$- \# \textit{otras ecuaciones}$$

$$GL = 5 - 4 - 1 - 0$$

$$GL = 0$$

Obteniendo un valor de cero para el análisis de grados de libertad, el balance se puede resolver.

Balance de masa

A continuación, se muestra un balance de masa realizado para determinar los caudales y corrientes del proceso. Cabe recalcar que dentro de todo el proceso de producción la entrada es igual a la salida.

- **Mezcladora (I)**

$N_1 = \text{Aceite de coco} = 6.50 \text{ kg/día}$

$N_2 = \text{Bicarbonato de sodio} = 5.85 \text{ kg/día}$

$$E = S$$

$$N_1 + N_2 = C - 1 = C - 2$$

$$(6.50 + 5.85) = 12.35 \text{ kg/día}$$

$$C - 1 = C - 2 = 12.35 \text{ kg/día}$$

- **Mezcladora (II)**

$N_3 = \text{Glicerina} = 2.0 \text{ kg/día}$

$N_4 = \text{Aceites esenciales} = 0.10 \text{ kg/día}$

$N_5 = \text{Ácido Benzoico} = 0.55 \text{ kg/día}$

$$E = S$$

$$N_3 + N_4 + N_5 = C - 3$$

$$(2.0 + 0.10 + 0.55) = 2.65 \text{ kg/día}$$

$$C - 3 = 2.65 \text{ kg/día}$$

- **Extrusora**

$$E = S$$

$$C - 2 + C - 3 = C - 4$$

$$12.35 + 2.65 = 15.00 \text{ kg/día}$$

$$C - 4 = 15.00 \text{ kg/día}$$

- *Ventilador de hélice*

$$E = S$$

$$C - 4 = C - 5 = C - 6$$

$$C - 5 = 15.00 \text{ kg/día}$$

$$C - 6 = 15.00 \text{ kg/día}$$

Donde C-6 es la salida del producto final.

D.1.2. Dimensionamiento de equipos

Mezcladora

- *Volumen de mezcla*

$$V_{mezcla} = \frac{m_{mezcla}}{\rho_b}$$

$$V_{mezcla} = \frac{15 \text{ kg}}{926 \text{ kg/m}^3} = 0.01619 \text{ m}^3$$

$$V_{mezcla} = 16.19 \text{ L}$$

- *Diámetro de tanque de mezcladora*

$$D = \sqrt[3]{\frac{2V_{mezcla}}{\pi}}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{2(0.01619 \text{ m}^3)}{\pi}} = 0.218 \text{ m}$$

- *Longitud de tanque de mezcladora*

$$L = 2D$$

$$L = 2(0.218 \text{ m}) = 0.436 \text{ m}$$

Se aumenta 20% de longitud por cuestiones de seguridad:

$$L = 0.436 \text{ m} + 20\%$$

$$L = 0.5323 \text{ m}$$

- **Espesor de pared de tanque**

$$t_{wP} = \frac{P_i D}{2SE - 1.2P_i}$$

El material con el cual se va a construir la mezcladora es acero inoxidable 304; el esfuerzo máximo permisible (S) depende del material y de la temperatura. Este valor se recupera de la Tabla 13.2 del capítulo 13 del libro de Ray Sinnott [46]

$$S = 137.90 \text{ N/mm}^2$$

Se utiliza la presión ambiente de $P = 0.101 \text{ N/mm}^2$.

Se considera una eficiencia de la soldadura muy buena de $E = 1$.

$$t_{wP} = \frac{(0.101 \text{ N/mm}^2)(0.218)}{(2)(137.90 \text{ N/mm}^2)(1) - (1.2)(0.101 \text{ N/mm}^2)}$$

$$t_{wP} = 7.986 \times 10^{-5} \text{ m}$$

Al espesor de la pared del tanque de mezcladora se suma 2 mm por cuestiones de seguridad:

$$t_{wP} = 0.07986 \text{ mm} + 2 \text{ mm}$$

$$t_{wP} = 2.07986 \text{ mm} = 2.07986 \times 10^{-3} \text{ m}$$

- **Masa de material que ocupa el tanque de la mezcladora**

$$m_{\text{tanque}} = (\pi)(D)(L)(t_{wP})(\rho_{304})$$

$$m_{\text{tanque}} = (\pi)(0.218 \text{ m})(0.5232 \text{ m})(2.07986 \times 10^{-3} \text{ m})(8,000 \text{ kg/m}^3)$$

$$m_{tanque} = 5.962 \text{ kg}$$

- **Espesor de cabezal elipsoidal**

Un tanque cilíndrico con cabezal elipsoidal se ve de la siguiente forma:

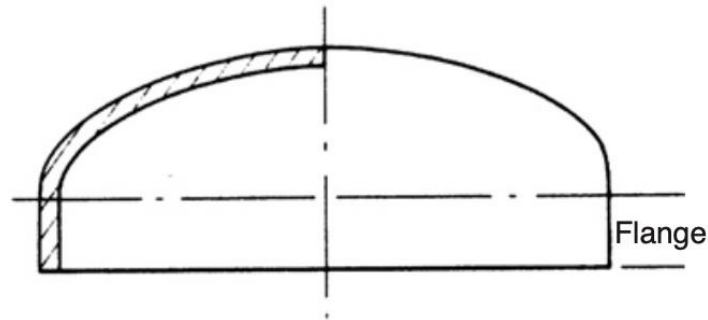


Figura 6. Cabezal elipsoidal

$$t_{w_c} = \frac{P_i D}{2SE - 0.2P_i}$$

$$t_{w_c} = \frac{(0.101 \text{ N/mm}^2)(0.218)}{(2)(137.90 \text{ N/mm}^2)(1) - (0.2)(0.101 \text{ N/mm}^2)}$$

$$t_{w_c} = 7.984 \times 10^{-5} \text{ m}$$

Al espesor de la cabeza elipsoidal del tanque, igualmente se le añade 2 mm por cuestiones de seguridad:

$$t_{w_c} = 0.07984 \text{ mm} + 2 \text{ mm}$$

$$t_{w_c} = 2.07984 \text{ mm} = 2.07984 \times 10^{-3} \text{ m}$$

- **Masa de material que ocupa la base de la mezcladora**

$$m_{base} = (\pi)(D^2)(t_{w_c})(\rho_{304})$$

$$m_{base} = (\pi)(0.218 \text{ m})^2(2.07984 \times 10^{-3} \text{ m})(8,000 \text{ kg/m}^3)$$

$$m_{base} = 2.484 \text{ kg}$$

- **Masa total de material de tanque de la mezcladora**

$$m_T = m_{tanque} + m_{base}$$

$$m_T = (5.962 + 2.484)kg$$

$$m_T = 8.446 kg$$

- **Diámetro de agitador**

De acuerdo con las proporciones geométricas para un sistema de agitación normal del libro de “Procesos de transporte y operaciones unitarias” de C.J. Geankoplis (1998):

$$\frac{D_a}{D} = \frac{1}{3}$$

$$D_a = \frac{D}{3} = \frac{0.218 m}{3}$$

$$D_a = 0.0727 m$$

Es importante mencionar que dentro del proceso existirán dos mezcladoras las cuales serán idénticas, es decir, tendrán las mismas dimensiones. Esto con el propósito y beneficio de poder hacerlas intercambiables en cualquier momento durante el año de producción. A continuación, se resumen los valores obtenidos previamente para cada punto en el dimensionamiento de las mezcladoras:

Tabla A. 14. Dimensiones de tanque de mezcladora

Volumen mezcla	Diámetro del tanque	Longitud del tanque	Diámetro del agitador
$V_{mezcla} [m^3]$	$D_{tanque} [m]$	$L_{tanque} [m]$	$D_{agitador} [m]$
0.01619	0.218	0.5232	0.0727

Tabla A. 15. Características tanque mezcladora

Espesor pared de tanque	Masa de tanque	Espesor cabezal elipsoidal de tanque	Masa de base de tanque	Masa total de tanque

t_{wP} [m]	m_{tanque} [kg]	t_{wC} [m]	m_{base} [kg]	m_T [kg]
2.0786×10^{-3}	5.962	2.07984×10^{-3}	2.484	8.446

Extrusora

- Tolva

Generalmente, una tolva es dimensionada dependiendo con la capacidad de alimentación que va a ingresar a la extrusora; para el propósito de este proyecto será de 15 kg pero se debe tener en cuenta que la masa no tiene una contextura demasiado densa. La base menor depende del diámetro del tornillo sin fin, el cual tiene las dimensiones establecidas en la sección C.2.3 Dimensionamiento de equipos.

Tabla A. 16. Dimensiones tornillo sin fin

Tornillo sin fin	
Longitud (L) [m]	Diámetro (D) [m]
0.60	0.15

Para el largo de la base menor se debe multiplicar 1.5 veces el valor del diámetro del tornillo sin fin y para calcular el diámetro, se debe multiplicar 0.7 veces el diámetro.

Tabla A. 17. Dimensiones tolva (base menor)

Tolva (base menor)	
Longitud (L) [m]	Ancho (A) [m]
0.225	0.105

Para el cálculo de la base mayor de la tolva, se utilizan las medidas estándar dentro de la industria.

Tabla A. 18. Dimensiones tolva (base mayor)

Tolva (base mayor)	
Longitud (L) [m]	Ancho (A) [m]
0.60	0.30

Para calcular la altura de la tolva se utiliza la siguiente ecuación:

$$V = \frac{h}{3}(A + B + \sqrt{A \times B})$$

donde A y B son los valores de la longitud y ancho de la base mayor de la tolva, respectivamente. Despejando la altura obtenemos:

$$h = \frac{3V}{(A + B + \sqrt{A \times B})}$$

$$h = \frac{3(0.15)}{(0.60 + 0.30 + \sqrt{0.60 \times 0.30})}$$

$$h_{tolva} = 0.34 \text{ m}$$

Tabla A. 19. Dimensiones totales tolva

Tolva		
	Largo (L) [m]	Ancho (A) [m]
Base menor B	0.225	0.105
Base mayor A	0.60	0.30
Altura (h) [m]	0.34	

- **Ángulo del husillo**

Para el propósito de este proyecto, en donde no se necesita un husillo tan especializado, se utiliza un valor de paso del husillo $t = D$. Entonces:

$$\varphi = \tan^{-1}\left(\frac{t}{\pi \times D}\right)$$

$$\varphi = \tan^{-1}\left(\frac{1}{\pi}\right)$$

$$\varphi = 17.65^\circ$$

- **Espesor del husillo**

$$e = 0.12 \times D$$

$$e = 0.12 \times 0.15 \text{ m}$$

$$e = 0.018 \text{ m}$$

La siguiente tabla muestra el resumen de los resultados obtenidos:

Tabla A. 20. Dimensiones de tornillo sin fin

Tornillo sin fin			
Tornillo		Husillo	
Longitud	Diámetro tornillo	Ángulo filete	Espesor filete
$L [m]$	$D_{\text{tornillo}} [m]$	$\varphi [^\circ]$	$e [m]$
0.60	0.15	17.65	0.018

- *Dimensiones de carcasa*

La holgura se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$H = 0.003 \times D$$

$$H = 0.003 \times 0.15 \text{ m}$$

$$H = 3 \times 10^{-4} \text{ m}$$

Para obtener el diámetro de la carcasa, se debe sumar el doble de la holgura más del diámetro del tornillo y para la longitud de la carcasa es recomendable añadir un 20% a la longitud del tornillo sin fin.

Tabla A. 21. Dimensiones de carcasa

Carcasa		
Holgura	Longitud	Diámetro
$H [m]$	$L [m]$	$D [m]$
0.00030	0.72	0.151

Ventilador de hélice

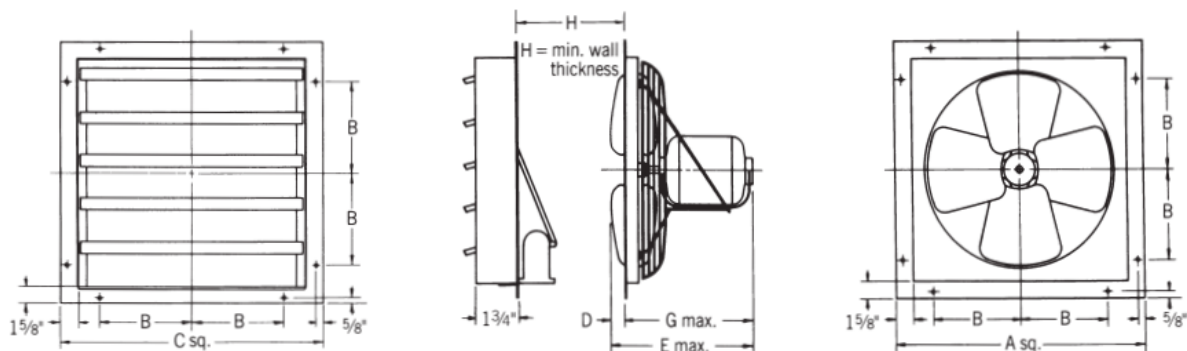


Figura 7. Planos ventilador hélice

Tabla A. 22. Dimensiones ventilador de hélice en pulgadas [48]

Diámetro	A	B	C	D	E	G	H	Orificio (ventilador)	Orificio (contraventana)
24	30 1/4	11 1/2	30	1/4	12 1/2	12 1/4	9 1/2	8 - 5/16	8 - 9/32

Es importante mencionar, que se dimensionarán 2 ventiladores con las mismas medidas para garantizar un menor tiempo de enfriado para los desodorantes.

Tanques de almacenamiento

Para resguardar la materia prima, es necesario almacenarla para evitar que estas pierdan sus propiedades y así poder aprovechar su tiempo de vida útil. Tomando en cuenta las fichas creadas para cada materia prima en el anexo A.3., sabemos que todos deben ser almacenados en lugares frescos, secos y alejados de cualquier tipo de exposición solar directa. La glicerina, al ser un compuesto líquido, estará dentro de un contenedor IBC (Intermediate Bulk Container) debido a su forma cúbica. La ventaja que poseen es que tienen integrados dosificadores que facilitan retirar la materia prima del tanque. Los aceites esenciales (lavanda y palo de rosa) se almacenarán dentro de sus propias botellas tipo ámbar con presentaciones de 500 ml. Para el almacenamiento del aceite de coco, bicarbonato de sodio y el ácido benzoico que tienen presentaciones sólidas (polvo), serán

almacenados dentro de tambores de plástico, estos recipientes son de fácil uso y transporte.

Como se mencionó en el capítulo 2, es recomendable tener un suministro de provisiones, por lo que se optará a adquirir toda la materia prima cada 5 meses con el fin de no tener ningún inconveniente o retraso en la producción. Mediante estos datos podemos determinar la capacidad de los tanques de almacenamiento.

Tabla A. 23. Tanques de almacenamiento para materia prima

Estado	Materia prima almacenada	Cantidad adquirida cada 5 meses [L] ó [kg]	Tipo tanque	Capacidad tanque [L] ó [kg]
Líquido	Glicerina	160	IBC	200
Sólido	Aceite de coco	550	Tambor de plástico	600
	Bicarbonato de sodio	470	Tambor de plástico	500
	Ácido benzocico	100	Tambor de plástico	150

D.1.3. Balance de energía

Mezcladora

- *Número de Reynolds*

Para calcular la potencia necesaria, es necesario primero calcular el número de Reynolds:

$$N_{Re} = \frac{(D_a)^2(N)(\rho_b)}{\mu_M}$$

Al ser una barra de desodorante con presentación en barra y que la mayoría de compuesto son sólidos, no es posible obtener la viscosidad de la mezcla por lo que se tomará la viscosidad de la glicerina. No se toma en cuenta la viscosidad de ningún aceite

esencial ya que la cantidad que ingresa en el proceso es muy baja comparada con la glicerina.

$$\mu_M = 1500 \text{ mPa} \cdot \text{s} = 1.5 \text{ kg/m} \cdot \text{s}$$

$$N_{Re} = \frac{(0.0726 \text{ m})^2 (2.5 \text{ rps}) (926 \text{ kg/m}^3)}{1.5 \text{ kg/m} \cdot \text{s}}$$

$$N_{Re} = 8.1345$$

- **Número de potencia**

$$N_P = 215 (N_{Re})^{-0.955}$$

$$N_P = 215 (8.1345)^{-0.955}$$

$$N_P = 29.045$$

- **Potencia de motor**

$$P = (N_P)(\rho_b)(N^3)(D_a^5)$$

$$P = (29.045)(926 \text{ kg/m}^3)(2.5^3)(0.0726\text{m})^5$$

$$P = 0.848 \text{ J/s} = 8.48 \times 10^{-4} \text{ kW} = 1.137 \times 10^{-3} \text{ HP}$$

Tabla A. 24. Variables para cálculo de potencia del motor de una mezcladora

Viscosidad máxima	Número de Reynolds	Número de potencia	Potencia de motor	Potencia de motor
μ Glicerina [kg/m·s]	N_{Re}	N_P	P_{motor} [kW]	P_{motor} [HP]
1.41	8.1345	29.045	8.48×10^{-4}	1.137×10^{-3}

Extrusora

- **Potencia del motor**

$$P_o = P \times Q$$

Primero se calcula el flujo volumétrico de la siguiente forma:

- **Flujo de arrastre**

$$\alpha = \frac{\pi m D h \left(\frac{t}{m} - e \right) (\cos \varphi)^2}{2}$$

$$\alpha = \frac{\pi (1) (0.15 \text{ m}) (0.34) \left(\frac{0.15 \text{ m}}{1} - 0.018 \text{ m} \right) (\cos 17.65)^2}{2}$$

$$\alpha = 9.601 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

- **Flujo de presión**

$$\beta = \frac{m h^3 \left(\frac{t}{m} - e \right) \sin \varphi \cos \varphi}{12 L}$$

$$\beta = \frac{(1) (0.34)^3 \left(\frac{0.15}{1} - 0.018 \right) \sin(17.65) \cos(17.65)}{12 (0.60)}$$

$$\beta = 2.08 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

- **Flujo de pérdidas**

$$\gamma = \frac{\pi^2 D^2 H^3 \tan \varphi}{10 e L}$$

$$\gamma = \frac{\pi^2 (0.15 \text{ m})^2 (0.00030)^3 \tan(17.65)}{10 (0.018) (0.60)}$$

$$\gamma = 1.77 \times 10^{-11} \text{ m}^3$$

- **Factor K**

$$K = \frac{\pi d^4}{128 L}$$

$$K = \frac{\pi (0.04)^4}{128 (0.06)}$$

$$K = 1.047 \times 10^{-6} m^3$$

- **Flujo volumétrico**

$$Q = \left(\frac{\alpha K}{K + \gamma + \beta} \right) n$$

$$Q = \left(\frac{(9.601 \times 10^{-3} m^3) (1.047 \times 10^{-6} m^3)}{1.047 \times 10^{-6} m^3 + 1.77 \times 10^{-11} m^3 + 2.08 \times 10^{-4} m^3} \right) 220 \text{ rpm}$$

$$Q = 0.01057 m^3/min$$

$$Q = 0.634 \frac{m^3}{h}$$

Entonces para calcular la potencia del motor tenemos:

$$P = 80 \text{ Psi} = 0.551 \text{ MPa} = 5.51 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$Q = 0.634 m^3/h = 1.761 \times 10^{-4} m^3/s$$

$$P_o = P \times Q$$

$$P_o = (5.51 \times 10^5 \text{ N/m}^2)(1.761 \times 10^{-4} m^3/s)$$

$$P_o = 97.03 \frac{Nm}{s} = 97.03 \text{ W} = 0.09703 \text{ kW}$$

$$P_o = 0.130 \text{ HP}$$

Mediante el dato obtenido sobre la potencia necesaria del motor, se va a adquirir un motor de medio caballo de fuerza.

A continuación, se resumen los datos obtenidos en la siguiente tabla:

Tabla A. 25. Flujos en proceso de extrusión

Flujo de arrastre	Flujo de presión	Flujo de pérdidas	Factor K	Flujo volumétrico
$\alpha [m^3]$	$\beta [m^3]$	$\gamma [m^3]$	$K[m^3]$	$Q [m^3/s]$
9.601×10^{-3}	2.08×10^{-4}	1.77×10^{-11}	1.047×10^{-6}	1.761×10^{-4}

Ventilador de hélice

Como podemos observar en el cálculo de energía realizado para la extrusora, se requiere de una potencia relativamente baja. Para del ventilador de hélice, de igual forma se utilizará un motor de medio caballo de fuerza, este será el más adecuado para el propósito que debe cumplir dentro del proyecto. Se asumirá que el motor del ventilador utilizará la capacidad máxima de energía para facilitar los cálculos, es decir, 0.3728 kW. Dentro del Anexo D.2.3. se observa la cantidad de energía consumida del ventilador, así como de cada equipo.

D.2. Evaluación económica

D.2.1. Estimación de costos

Para obtener el costo de los equipos, se procede a utilizar la siguiente ecuación:

$$C_e = a + bS^n$$

Mezcladora

La mezcladora está compuesta por un tanque y su agitador, por lo que el costo total será la suma de ambos valores.

- *Tanque*

$$C_{e_{tanque}} = (5,700) + (700 \times (0.01619m^3)^{0.7})$$

$$C_{e_{tanque}} = 5,739.05$$

- *Agitador*

$$C_{e_{agitador}} = (4,300) + (1,920 \times (8.48 \times 10^{-4}kW)^{0.8})$$

$$C_{e_{agitador}} = 4,306.70$$

Entonces el costo total de la mezcladora será de:

$$C_{e_{Total\ mezcladora}} = C_{e_{tanque}} + C_{e_{agitador}} = 5,739.05 + 4,306.70$$

$$C_{e_{Total\ mezcladora}} = 10,045.75$$

Para el propósito de este proyecto se necesitan 2 máquinas mezcladoras con las mismas características, por lo que el costo total final será:

$$C_{e_{Total\ final\ mezcladora}} = 20,091.50$$

Extrusora

La máquina extrusora fue diseñada mediante los cálculos y las dimensiones establecidas en la sección de Anexos D.1.2. Su diseño está ajustando para cubrir la necesidad de este proyecto. El valor mostrado para la construcción del equipo fue obtenido mediante una cotización realizada por la empresa Franckeeng, El costo del equipo es mostrado a continuación:

$$C_{e_{extrusora}} = 8,500.00$$

Ventilador de hélice

El ventilador de hélice fue diseñado mediante los cálculos y las dimensiones establecidas en la sección de Anexos D.1.2. Su diseño está ajustando para cubrir la necesidad de este proyecto. Al igual que la máquina extrusora, el ventilador de hélice fue cotizado por la empresa Franckeeng. El costo del equipo se muestra a continuación:

$$C_{e_{ventilador}} = 1,500.00$$

Al requerirse 2 ventiladores para una mayor rapidez de enfriado el costo total final será:

$$C_{e_{ventilador}} = 3,000.00$$

Tanques de almacenamiento

$$C_{e_{IBC}} = 90.00$$

$$C_{e_{tambor}} = 120.00$$

$$C_{e_{tanques}} = 210.00$$

A continuación, se muestra una tabla resumida con los valores de costo de cada equipo:

Tabla A. 26. Costos de equipos

Equipo	Capacidad (S)	Costo equipo (C_e) [\$]
Mezcladora (x2)	$V_{mezcla} = 0.01619 m^3$ $P = 8.48 \times 10^{-4} kW$	20,091.50
Extrusora	Proforma	8,500.00
Ventilador de hélice (x2)	Proforma	3,000.00
Tanques de almacenamiento	$V_{IBC} = 0.2 m^3$ $V_{tambor} = 0.6 m^3$ $V_{tambor} = 0.5 m^3$ $V_{tambor} = 0.15 m^3$	210.00
Total		31,801.50

Estimación de costos mediante factor de Lang

El método de Lang consiste en realizar un ajuste por factor según el tipo de proceso que se está realizando. Para este caso en específico, se considerará un factor $F_L = 4$ ya que se trata de un procesamiento mixto en donde existen tanto componentes sólidos como líquidos. La ecuación de Lang se presenta a continuación:

$$C_L = F_L \sum C_e$$

$$C_L = F_L \left(C_{e_{mezcladora (1)}} + C_{e_{mezcladora (2)}} + C_{e_{extrusora}} + C_{e_{ventilador (1)}} \right. \\ \left. + C_{e_{ventilador (2)}} + C_{e_{tanques}} \right)$$

$$C_L = 4(10,045.75 + 10,045.75 + 8,500.00 + 1,500.00 + 1,500.00 + 210.00)$$

$$C_L = 127,206.00$$

Estimación de costos mediante factor de Hand

El método de Hand ahora toma en cuenta como factores al tipo del material utilizado, así como también un factor de instalación (el cual depende de cada equipo). Todo el material utilizado para la construcción de los equipos es de acero inoxidable 304 por lo que su factor de materia será $f_m = 1.3$, mientras que el factor de instalación será de $F_H = 2.5$ debido a que los equipos utilizados para el proyecto son equipos misceláneos. La ecuación de Hand se presenta a continuación:

$$C_H = \sum C_e \times (f_m \times F_H)$$

$$C_H = \left[\left(C_{e_{mezcladora (1)}} + C_{e_{mezcladora (2)}} + C_{e_{extrusora}} + C_{e_{ventilador (1)}} \right. \right. \\ \left. \left. + C_{e_{ventilador (2)}} + C_{e_{tanques}} \right) \times (f_m \times F_H) \right]$$

$$C_H = [(10,045.75 + 10,045.75 + 8,500.00 + 1,500.00 + 1,500.00 + 210.00) \\ \times (1.3 \times 2.5)]$$

$$C_H = 103,354.86$$

Estimación de costos mediante método factorial detallado

El método factorial detallado, es la aproximación más cercana a la realidad debido a la cantidad de factores para tener en consideración. Al igual que en el método de Lang, se debe considerar el tipo de procesamiento que tiene la planta para la

obtención del valor de cada factor, en este caso es un procesamiento mixto. A continuación, se muestra la ecuación utilizada para el cálculo respectivo:

$$C = \sum Ce \times [(1 + f_p)f_m + (f_i + f_{er} + f_c + f_l + f_s + f_{el})]$$

Debido a que se trabaja con un procesamiento mixto, los factores para este método son:

$$\text{Factor tuberías} = f_p = 0.6$$

$$\text{Factor material} = f_m = 1.3$$

$$\text{Factor instrumentación} = f_i = 0.3$$

$$\text{Factor montanje equipo} = f_{er} = 0.5$$

$$\text{Factor civil} = f_c = 0.3$$

$$\text{Factor "lining"} = f_l = 0.1$$

$$\text{Factor estructura} = f_s = 0.2$$

$$\text{Factor eléctrico} = f_{el} = 0.2$$

$$C = 10,045.75(2.9) + 10,045.75(2.9) + 8,500.00(2.9) + 1,500.00(2.9) \\ + 1,500.00(2.9) + 210.00(1.5)$$

$$C = 91,930.35$$

D.2.2. Inversión de capital fijo

Costo ISBL

Tabla A. 27. Costos con factor de Hand y método factorial detallado con margen de $\pm 30\%$

Método	Valor calculado	+30%	-30%
Hand	103,354.86	131,361.32	72,348.40
Factorial detallado	91,930.35	119,509.46	64,351.26

$$C_{ISBL} = \frac{(C_H - 30\%) + (C + 30\%)}{2}$$

$$C_{ISBL} = \frac{72,348.40 + 119,509.46}{2}$$

$$C_{ISBL} = 95,928.93$$

Costo OSBL

$$C_{OSBL} = (40\%)C_{ISBL}$$

$$C_{OSBL} = (0.40)(95,928.93)$$

$$C_{OSBL} = 38,371.57$$

Costos de ingeniería y construcción

Los costos de oficina también se incluyen dentro de esta categoría:

Tabla A. 28. Costos equipos de oficina

Equipos oficina	Costo [\$]
Computador de escritorio	700
Teléfono fijo	40
Impresora	200

Modem wifi	35
Total	975

$$C_{Ing.y\ const.} = (30\%)(C_{ISBL} + C_{OSBL}) + \text{costos equipos oficina}$$

$$C_{Ing.y\ const.} = (0.30)(95,928.93 + 38,371.57) + 975$$

$$C_{Ing.y\ const.} = 41,265.15$$

Gastos imprevistos

$$C_{Imprevistos} = (10\%)(C_{ISBL} + C_{OSBL})$$

$$C_{Imprevistos} = (0.10)(95,928.93 + 38,371.57)$$

$$C_{Imprevistos} = 13,430.05$$

Con los valores obtenidos para cada tipo de costos, podemos calcular el valor de la inversión de capital fijo:

$$\text{Inversión capital fijo} = C_{ISBL} + C_{OSBL} + C_{Ing.y\ const.} + C_{Imprevistos}$$

$$\text{Inversión capital fijo} = 95,928.93 + 38,371.57 + 41,265.15 + 13,430.05$$

$$\text{Inversión capital fijo} = 188,995.70$$

Los costos de inversión de capital fijo se resumen en la siguiente tabla:

Tabla A. 29. Resumen de costos e inversión de capital fija

Costo ISBL [\$]	Costo OSBL [\$]	Costos ing. y constr. [\$]	Gastos imprevistos [\$]	Inversión Capital Fijo [\$]
95,928.93	38,371.57	41,265.15	13,430.05	188,995.70

D.2.3. Capital de trabajo

1. Valor inventario de materia prima

Tabla A. 30. Inventario materia primas para 2 semanas de producción

Inventario materia prima [\$]
1,488.00

2. Valor inventario productos y subproductos

Para calcular el valor del inventario de productos y subproductos, primero, es necesario calcular los costos de producción tanto variables como fijos para una producción de 2 semanas. El valor del inventario es la suma de ambos costos de producción, el cual se presenta al final de este punto.

Costos de producción variable

A continuación, se calculan todos los costos de producción variable:

- *Materia prima*

Tabla A. 31. Costos de producción

Costo producción 1 desodorante [\$]	Producción desodorante x 1 día	Costo materia prima / 2 semanas
0.93	200	372.00

- *Servicios básicos: energía eléctrica (plantas y equipo)*

Tabla A. 32. Energía eléctrica equipos [50]

Equipo	Energía [kWh]	Tarifa [\$/kWh]	Trabajo 1 día [min]	Trabajo 1 semana [h]	Energía consumida semanal [kWh]	Costo electricidad 2 semanas [\$]
Mezcladora (I)	0.000848	0.10	30	2.0	1.696×10^{-3}	3.392×10^{-4}

Mezcladora (II)	0.000848	0.10	30	2.0	1.696×10^{-3}	3.392×10^{-4}
Extrusora	0.097	0.10	30	2.0	0.194	0.0388
Ventilador de hélice	0.3728	0.10	15	1.0	0.3728	0.0746
Total						0.11

Para el cálculo de energía de la planta, es necesario conocer la cantidad de energía de cada equipo. Para una computadora de escritorio aproximadamente se utiliza 0.32 kW [51]; un impresora utiliza 0.019 kW [52]; un teléfono fijo 0.007 kW [53] ; un foco ahorrador consume 0.08 kW [54] y un modem de wifi consume alrededor de 0.013 kW [55]

Tabla A. 33. Energía eléctrica planta [50]

Equipo	Energía por unidad [kWh]	Tarifa [\$/kWh]	Trabajo en 1 día [min]	Trabajo 1 semana [h]	Energía consumida semanal [kWh]	Costo electricidad 2 semanas [\$]
12 focos industriales	0.96	0.10	360	30	345.6	69.12
1 computadora	0.32	0.10	360	30	9.6	1.92
1 teléfono fijo	0.007	0.10	360	30	0.21	0.042
1 impresora	0.019	0.10	360	30	0.57	0.11
1 modem wifi	0.013	0.10	360	30	0.39	0.078
Total						71.28

- *Servicio básico: agua potable de planta*

Tabla A. 34. Consumo agua potable planta [56]

Empleados	Tarifa [\$/m ³]	Consumo x persona/día [m ³]	Consumo x persona/semana [m ³]	Costo agua potable 2 semanas [\$]
3	0.72	0.4	2.0	8.64

- *Empaque*

Tabla A. 35. *Empaque de producto* [57]

Producción 2 semanas	# cilindros desodorantes	Costo por cilindro desodorante [\$]	Costo caja de cilindros de desodorante / 2 semanas [\$]
1,600 barras	1700	0.69	1,173.00

Tabla A. 36. *Empaque para distribución (en cajas)* [58]

Masa 1 desodorante [kg]	Masa caja [kg]	Unidades en caja	Producción semanal	# cajas semanales	Costo por caja [\$]	Costo 2 semanas [\$]
0.075	6	80	800	10	0.54	10.80

- **Transporte**

Se debe tomar en cuenta que la distribución se realizará una vez por semana, por lo que el costo de transporte será relativamente bajo. El costo será por la carrera realizada hacía el punto de distribución que se asigne en su momento.

Tabla A. 37. *Costo de transporte*

Costo de transporte x 2 Semanas [\$]
20

Los costos de producción variable se resumen a continuación en la siguiente tabla:

Tabla A. 38. *Resumen de costos de producción variables*

Costos producción variables x 2 semanas de producción			
Materia prima [\$]	Servicios Básicos [\$]	Empaque y transporte [\$]	Costos de producción variables VCOP [\$]
372.00	80.03	1,203.80	1,655.83

Costos de producción fijo

A continuación, se calculan todos los costos de producción fijos:

- **Labor de operación**

Tabla A. 39. Labor de operación de la planta [59]

# empleados	Salario mensual [\$]	Salario anual [\$]	Sueldo que pagar [\$]	Salario 2 semanas [\$]
3	400	5,600.00	16,800.00	646.15

- **Supervisión**

$$C_{supervisión} = 25\% (\text{labor operación})$$

$$C_{supervisión} = 25\% (646.15)$$

$$C_{supervisión} = 161.54$$

- **Gastos salariales directos**

$$C_{salariales} = 50\% (\text{labor operación} + \text{supervisión})$$

$$C_{salariales} = 50\% (646.15 + 161.54)$$

$$C_{salariales} = 403.85$$

- **Mantenimiento**

$$C_{mantenimiento} = 3 - 5\% (C_{ISBL})$$

$$C_{mantenimiento} = 3\% (95,928.93)$$

$$C_{mantenimiento} = 2,877.87$$

- **Impuestos sobre la propiedad**

$$C_{impuesto renta} = 1 - 2\% (C_{ISBL})$$

$$C_{impuesto renta} = 1\% (95,928.93)$$

$$C_{impuesto renta} = 959.29$$

- **Alquiler tierra**

$$C_{\text{alquiler tierra}} = 1 - 2\% (C_{\text{ISBL}} + C_{\text{OSBL}})$$

$$C_{\text{alquiler tierra}} = 1\% (95,928.93 + 38,371.57)$$

$$C_{\text{alquiler tierra}} = 1,343.00$$

- **Gastos generales**

$$C_{\text{generales}} = 65\% (C_{\text{labor op.}} + C_{\text{supervisión}} + C_{\text{salariales}} + C_{\text{mantenimiento}})$$

$$C_{\text{generales}} = 65\% (646.15 + 161.54 + 403.85 + 2,877.87)$$

$$C_{\text{generales}} = 2,658.12$$

- **Gastos medioambientales**

$$C_{\text{medioambientales}} = 1\% (C_{\text{ISBL}} + C_{\text{OSBL}})$$

$$C_{\text{medioambientales}} = 1\% (95,928.93 + 38,371.57)$$

$$C_{\text{medioambientales}} = 1,343.00$$

- **Costo por licencia de funcionamiento**

Tabla A. 40. Licencia de registro sanitario [60]

Registro Sanitario	Costo [\$]	Vigencia [años]	Costo anual [\$]	Costo 2 semanas [\$]
Productos de higiene	197.82	5	39.56	1.52

A continuación, se muestra el valor total de los costos de producción fijos para un periodo de 2 semanas:

Tabla A. 41. Costos de producción fijos

**Costos producción
fijos (FCOP) [\$]**

10,394.34

Tabla A. 42. Inventario productos y subproductos

Costos producción variables [\$]	Costos producción fijos [\$]	Valor inventario productos y subproductos [\$]
1,655.83	10,394.00	12,050.17

3. Efectivo en caja

Tabla A. 43. Efectivo en caja

Efectivo en caja [\$]

6,025.09

4. Cuentas por cobrar

Tabla A. 44. Cuentas por cobrar

Cuentas por cobrar [\$]

24,100.34

5. Créditos de cuentas pendientes

Tabla A. 45. Créditos de cuentas pendientes

Créditos de cuentas pendientes [\$]

2,976.00

6. Inventario de repuestos

$$C_{\text{repuestos}} = 1 - 2\% (C_{\text{ISBL}} + C_{\text{OSBL}})$$

$$C_{\text{alquiler tierra}} = 1\% (95,928.93 + 38,371.57)$$

$$C_{\text{alquiler tierra}} = 1,343.00$$

D.2.4 Ingreso de planta

Se calcularán los ingresos por ventas hacia la planta teniendo en cuenta que el costo de venta al público por cada desodorante es de 7 dólares.

Margen

Tabla A. 46. Margen anual

Ingresos (anuales) [\$]	Materia prima (anual) [\$]	Margen (anual) [\$]
268,800.00	35,712.00	233,088.00

Costo en efectivo de producción (CCOP)

$$CCOP = VCOP + FCOP$$

$$CCOP = 43,051.58 + 60,179.89$$

$$CCOP = 103,231.47$$

Beneficio bruto anual

$$\text{Beneficio bruto} = \text{Ingresos} - CCOP$$

$$\text{Beneficio bruto} = 268,800.00 - 103,231.47$$

$$\text{Beneficio bruto} = 165,568.53$$

Impuesto a la renta

Para poder calcular el impuesto a la renta se debe utilizar los datos que se encuentran en la figura 5. En donde se constan los valores para fracciones básicas hasta excedentes. A continuación, se muestra el resultado:

$$\text{Impuesto fracción excedente} = 25\%(\text{Beneficio bruto} - \text{valor fracción básica})$$

$$\text{Impuesto fracción excedente} = 0.25 (165,568.53 - 64,887.01)$$

$$\text{Impuesto fracción excedente} = 25,170.38$$

Impuesto a la renta

$$= \text{impuesto fracción excedente} + \text{impuesto sobre fracción básica}$$

$$\text{Impuesto a la renta} = 25,170.38 + 8,518.00$$

$$\text{Impuesto a la renta} = 33,688.38$$

Beneficio neto anual

$$\text{Beneficio neto} = \text{beneficio bruto} - \text{impuesto a la renta}$$

$$\text{Beneficio neto} = 165,568.53 - 33,688.38$$

$$\text{Beneficio neto} = 199,256.91$$

D.2.5. Recuperación de capital

Tiempo de recuperación

Para calcular el tiempo de recuperación es necesario calcular la inversión inicial total, a continuación, se muestran los resultados:

$$\text{inversión inicial total} = \text{capital fijo} + \text{capital trabajo}$$

$$\text{inversión inicial total} = 188,995.70 + 47,982.60$$

$$\text{inversión inicial total} = 236,987.30$$

El tiempo de recuperación se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$T_{\text{Recuperación}} = \frac{\text{inversión inicial total}}{\text{flujo de caja neto anual promedio}}$$

$$T_{\text{Recuperación}} = \frac{236,987.30}{199,256.91}$$

$$T_{\text{Recuperación}} = 1.19$$

ROI

$$ROI = \frac{\textit{beneficio neto anual}}{\textit{inversión inicial total}} * 100\%$$

$$ROI = \frac{199,256.91}{236,987.30} * 100\%$$

$$ROI = 84.08\%$$

E. Proforma de equipos



DISEÑO INDUSTRIAL,
MANEJO DE
MATERIALES, INGENIERIA DE PLANTAS,
TALLERES, CAD/CAM/CAE.

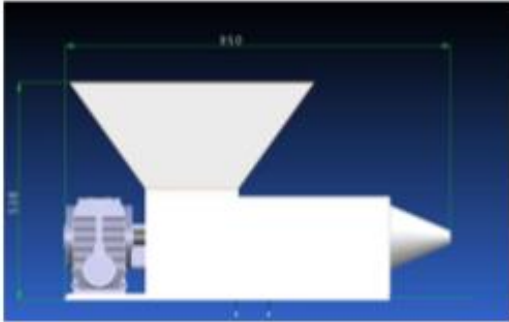
PROFORMA No 2020-PLA- 429

Quito, 20 de Octubre del 2020

Atención
Sr. Martin Jacome
Presente.-

Atendiendo a su petición y luego de analizar la información entregada, pongo en consideración la siguiente oferta que se describe en la referencia.

1. CARACTERÍSTICAS:

CARACTERÍSTICAS	<p>Fabricacion de equipo para extrusión de desodorantes en barra que consta de las siguientes partes.</p> <p>MAQUINA EXTRUSORA</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diseño desarrollado por el proveedor; - Material de la estructura de la maquina: acero inoxidable 304 - Material del tornillo extrusor : acero inoxidable 304 - Material del barril extrusor : acero inoxidable 304 -Material accesorios para fijación de barril: acero inoxidable 304 - Tratamiento Termico del barril y tornillo: nitrurado / templado - Acabado superficial del tornillo y barril : Pulido brillante. -Dimensiones del barril : Ø 170 ext *Ø150 int*600mm de longitud -Dimensiones del tornillo: Ø 150 ext*760mm de longitud -Dimensiones de la maquina: 950x350x538mm - Accesorios eléctricos: motor reductor , caja de conexiones, ventiladores, resistencias eléctricas, termocuplas 
-----------------	---



+593 22 8082 / +593 970 52 021
Calle los Toreros 112- 42a Av Los Pinos QUITO ECUADOR
www.franckeeng.com
E-mail : Franke_south@franckeeng.com
info@franckeeng.com





DISEÑO INDUSTRIAL.
MANUFACTURA.
INYECCIÓN DE PLÁSTICO.
TALLERES.
CAD/CAM/CAE.

	<p>VENTILADOR AXIAL</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diametro 24"(609,6mm) - 110/220V - 4 helices - Base disipadora de flujo 
--	---

2. DESCRIPCIÓN:

FABRICACION DE EQUIPO PARA EXTRUSION DE DESODORANTE EN BARRA					
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD	PREC. UNIT.	PREC. PARCIAL
					USD
1	Maquina extrusora	maquina	1	8.500	8.500
2	Ventilador axial con base disipadora de flujo , 4 helices 110 / 220v	ventilador	1	1.500	1.500
				TOTAL USD	10.000

3. CONDICIONES:

VALOR TOTAL DE LA OFERTA	Son \$10.000,00 USD (Diez mil con 00/100 dólares americanos)
FORMA DE PAGO	50% de anticipo 25% en las pruebas 25% contraentrega
TIEMPO DE ENTREGA	45 Dias laborables a partir de puesta la orden de compra
VALIDEZ DE LA OFERTA	7 días.



+52 33 22 9932 / +52 33 978 5487
Calle de Toluca 3513 - 43y de las Palmas (CALLE 35130000)
www.franckeeng.com
Email: Franck@franckeeng.com
info@franckeeng.com



**DISEÑO INDUSTRIAL,
INTEGRACIÓN,
IMPLEMENTACIÓN DE PLANTAS,
Tecnología
CAD/CAM/CAE**

4. NOTAS ACLARATORIAS:

- El precio no incluye IVA
- El equipo tienen garantía de 6 meses.
- Esta cotización esta basada de acuerdo al diseño propuesto.
- Los equipos se entregara en las instalaciones del cliente.

Atentos a recibir sus importantes noticias, me despido.
Atentamente,

Ing. Franklin Suntaxi
GERENTE GENERAL



+593 02 26382 / +593 078132227
Calle las Toropas 012- 42 y Av. Los Palmares @LITO-ECUADOR
www.franckeeng.com
Email: Franklin_suntaxi@franckeeng.com
info@franckeeng.com

Figura 8. Proforma de extrusora y ventilador de hélice