

# UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería  
Departamento de Ingeniería Química

Diseño de una línea de producción de aromatizante y  
desodorante líquido con aceite esencial de eucalipto  
para uso doméstico a nivel de pequeña empresa

Trabajo de graduación presentado por Catherine Michelle  
Santizo Parada para optar al grado académico de  
Licenciado en Ingeniería Química

Guatemala  
2005

Diseño de una línea de producción de aromatizante y desodorante líquido con aceite esencial de eucalipto para uso doméstico a nivel de pequeña empresa

# UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería  
Departamento de Ingeniería Química

Diseño de una línea de producción de aromatizante y  
desodorante líquido con aceite esencial de eucalipto  
para uso doméstico a nivel de pequeña empresa

Trabajo de graduación presentado por Catherine Michelle  
Santizo Parada para optar al grado académico de  
Licenciado en Ingeniería Química

Guatemala  
2005

Vo.Bo.:

(f) \_\_\_\_\_  
Ingeniero Otto Raúl De León de Paz

Tribunal:

(f) \_\_\_\_\_  
Ingeniero José Eduardo Calderón

(f) \_\_\_\_\_  
Ingeniero Otto Raúl de León de Paz

(f) \_\_\_\_\_  
Ingeniero Jorge Luis Muñoz

Fecha de aprobación: 9 de diciembre de 2005

Agradezco a:

Dios

Mis padres y familia

Mis amigos

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo es desarrollar el diseño de una línea de producción para la fabricación de aromatizante y desodorante líquido para uso doméstico utilizando aceite esencial de eucalipto en nivel de pequeña empresa. Se determinó la fórmula, dimensionó los equipos necesarios y se realizó un análisis económico. La inversión inicial es Q693,190.00. La presentación de venta es en botella de 1 litro, con un precio de Q11.10. Lata Tasa Interna de Retorno (TIR) es 53.13% y el Valor Actual Neto (VAN) es Q3,608,396.67. El Tiempo de Recuperación de la inversión (TR) es de dos años, 11 meses y 27 días.

## ABSTRACT

The objective of this work is to develop the design of a production line for the manufacture of a liquid deodorant for domestic use, using essential oil of eucalyptus. The formulation was determined, the equipment designed and an economic analysis of the process was realized. The initial investment considered necessary is Q693,190.00. The sale presentation is a bottle of 1 liter, with a price of Q11.10. Broad Internal Rate of Return is 53.13% and the Net Present Value is Q3,608,396.67. The Time of Recovery of the investment is two years, 11 months and 27 days.

# ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN .....	v
ABSTRACT .....	vi
LISTA DE CUADROS .....	ix
LISTA DE ILUSTRACIONES .....	xiii
Capítulos	
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. ANTECEDENTES .....	2
A. Desodorización.....	2
B. Eucalipto .....	2
C. Aceite esencial .....	4
D. Características del aceite esencial de eucalipto .....	9
E. Aspectos que deben tomarse en cuenta para el diseño de las instalaciones donde se colocará la línea de producción.....	10
III. JUSTIFICACIÓN.....	20
IV. OBJETIVOS.....	21
A. General .....	21
B. Específicos .....	21
V. PROBLEMA A RESOLVER.....	22
VI. METODOLOGÍA .....	23
VII. RESULTADOS .....	24
A. Formulación .....	24

	B.	Características de presentación y volumen de venta .....	24
	C.	Diagrama de bloques, operaciones y actividades .....	25
	D.	Equipo .....	28
	E.	Planta de distribución .....	32
	F.	Análisis económico .....	33
VIII.		DISCUSIÓN.....	36
	A.	Formulación .....	36
	B.	Equipo seleccionado.....	36
	C.	Análisis económico .....	37
IX.		CONCLUSIONES.....	39
X.		RECOMENDACIONES .....	40
X.		BIBLIOGRAFÍA.....	41
XI.		APÉNDICE .....	42
	A.	Artículos del Código de Trabajo de Guatemala sobre seguridad e higiene .....	42
	B.	Propiedades físicas, toxicidades y equipo de seguridad para materia prima .....	44
	C.	Organigrama propuesto .....	49
	D.	Análisis económico .....	49
	E.	Empaque de producto terminado.....	63
	F.	Cálculos realizados.....	64

## LISTA DE CUADROS

Cuadro		Página
1.	Eucalipto .....	3
2.	Clasificación de los aceites esenciales.....	5
3.	Análisis comparativo de los principales métodos de extracción de aceites esenciales .....	8
4.	Eucaliptol .....	9
5.	Formulación base: un lote de 0.412 m <sup>3</sup> (412 litros).....	24
6.	Características de presentación de venta .....	24
7.	Especificaciones de la llenadora de pistón .....	30
8.	Especificaciones del compresor de aire.....	31
9.	Costo de equipo.....	33
10.	Costos de materia prima (base: un lote de 412 litros).....	33
11.	Costos de material de empaque (base: un lote de 412 litros).....	33
12.	Costo energético (base: un lote de 412 litros) .....	33
13.	Costo total de la fabricación de un lote de aromatizante y desodorante .....	34
14.	Costo de inversión inicial total .....	34

Cuadro	Página
15. Costos fijos anuales .....	34
16. Costos variables anuales para una producción de dos lotes diarios .....	35
17. Valor Tasa Interna de Retorno (TIR), Valor Actual Neto (VAN) y Tiempo de Recuperación del Capital (TR) .....	35
18. Hidróxido de sodio .....	44
19. Lauril sulfato de sodio .....	45
20. Formaldehído al 37% .....	46
21. Costo de materia prima, material de empaque y costo energético mensual y anual .....	49
22. Inversión inicial en área de recursos humanos .....	50
23. Inversión inicial en el área de bodega de materia prima.....	50
24. Inversión inicial en el área de bodega de producto terminado.....	51
25. Inversión inicial en el área de producción .....	51
26. Inversión inicial en el área de oficinas de administración y ventas .....	52
27. Inversión inicial en el área de comida .....	52
28. Inversión inicial en el departamento de mantenimiento .....	53
29. Inversión inicial en el área de baños y vestidores.....	53

Cuadro	Página
30. Inversión inicial en el área de vehículos.....	53
31. Inversión inicial en otros costos .....	53
32. Costos de salarios de personal.....	54
33. Porcentajes utilizados para el cálculo de salarios y prestaciones .....	54
34. Impuestos .....	54
35. Tasa de depreciación por el método SMARC (Blank & Tarquin, 2004: 559).....	55
36. Periodos de recuperación SMARC para diversas descripciones de activos (Blank & Tarquin, 2004: 563).....	55
37. Crecimiento anual en ventas y en costos fijos variables.....	55
38. Detalle de costos fijos anuales.....	56
39. Costos de salarios de personal (base: un mes).....	57
40. Depreciaciones calculadas para los años 1, 2, 3 y 4 .....	58
41. Depreciaciones calculadas para los años 5, 6, 7 y 8 .....	59
42. Flujo de caja del proyecto para los años 0, 1, 2, 3, 4 y 5 (sin préstamo) .....	60
43. Flujo de caja del proyecto para los años 6, 7, 8, 9 y 10 (sin préstamo) .....	60

Cuadro	Página
44. Flujo de caja del proyecto para los años 0, 1, 2, 3, 4 y 5 (con préstamo) .....	61
45. Flujo de caja del proyecto para los años 6, 7, 8, 9 y 10 (con préstamo) .....	61
46. Cuotas, interés y amortización del préstamo .....	62
47. Calculo VAN .....	62
48. TR .....	63

## LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración	Página
1. Diagrama de bloques para la fabricación del aromatizante y desodorante (base: un lote de 412 litros) .....	25
2. Diagrama de operaciones .....	25
3. Diagrama de actividades .....	27
4. Tanque de mezcla.....	28
5. Llenadora a pistón .....	29
6. Compresor de aire .....	31
7. Planta de distribución .....	32
8. Punto de equilibrio .....	35
9. Lentes de protección.....	47
10. Cartucho 6005 .....	47
11. Respirador de rostro completo .....	48
12. Organigrama.....	49

# I. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con Kirk & Othomer (1962:307):

«La lucha contra los malos olores se ha convertido en una especialidad remuneradora y atrayente de la Ingeniería. Hay muchos casos en los cuales la desodorización es altamente deseable o necesaria. »

Uno de los agentes supresores de olor más común es el aceite esencial de eucalipto, el cual es una mezcla de componentes volátiles, siendo el principal 1,8-cineol, producto del metabolismo secundario de la planta.

El presente trabajo proporcionará el diseño de una línea de producción de aromatizante y desodorante líquido con aceite esencial de eucalipto para uso doméstico. Además permitirá profundizar en áreas de estudio como la química orgánica, los procesos químicos, la optimización de procesos productivos y el diseño de equipos.

El diseño se obtendrá con base a la experimentación de las formulaciones del aromatizante y desodorante, a partir de esto se obtendrán las condiciones de operación que determinarán el equipo que se requerirá para la producción industrial en nivel de pequeña empresa.

En primer lugar se presenta una introducción al tema de desodorización, eucalipto y aceites esenciales, sus distintas aplicaciones y sus características. Todo esto se expone en un marco teórico en los antecedentes. Luego se justifica la necesidad y ventajas que implica el diseño y en seguida los objetivos que se pretenden cumplir. En igual forma se describe la metodología que se debe seguir en el proceso de consecución del trabajo. Posteriormente se presentan los resultados durante la etapa de diseño del equipo y el análisis económico, resultados sobre los cuales se discuten los aspectos más relevantes encontrados y se emiten conclusiones. Por último, se adjuntan en el apéndice, las tablas de los resultados intermedios obtenidos, así como de los principales cálculos realizados.

## II. ANTECEDENTES

### A. Desodorización

La desodorización es la supresión del olor de una sustancia. Esto puede realizarse (Kirk & Othmer, 1962:307):

- Enmascarando el olor por medio de una reacción química.
- Por limpieza.
- Destruyendo o eliminando el material oloroso.
- Reduciendo la sensación producida en el aparato olfatorio.
- Alguna combinación de los anteriores.

Los olores resultan del estímulo de la región olfatoria en la parte superior de las fosas nasales por las moléculas de sustancias dispersas en el aire (*ibid.*)

El procedimiento de paliar o enmascarar un olor, introduciendo otro diferente, puede hacerse sin alterar la composición de la sustancia odorífera original. Este método exige alguna habilidad para hacer la mezcla, ya que la adición de un olor agradable, no mejora necesariamente una atmósfera con olor desagradable, sino que incluso la sensación olfatoria puede ser tan intensa que resulte molesta al combinarse ambos olores (*ibid.*)

Algunos de los agentes más comunes para enmascarar olores son los aceites esenciales de canela, eucalipto, limón, espliego, pino, romero, sazafrán y tomillo. La neutralización de un olor desagradable agregando otro olor apropiado puede llevarse a cabo sin el uso de un olor dominante (*ibid.*)

Los olores caseros se eliminan mejor reduciendo mecánicamente el movimiento del aire de modo que se evite la dispersión de esos olores antes de eliminarlos. Muchos desodorantes caseros son conocidos por sus propiedades de destruir olores y muchos de ellos tienen un ingrediente que enmascara el olor. Ese agente puede producir el efecto de disminuir la agudeza del olfato o de reemplazar el olor desagradable original con el suyo propio (*ibid.*)

### B. Eucalipto

Oriundo de Australia, se ha introducido progresivamente en Europa. En un principio su cultivo se empleó para desecar terrenos pantanosos en los que existían grandes plagas de paludismo. Este árbol, por el tipo de crecimiento tan rápido que posee, se caracteriza por la gran cantidad de agua que necesita. Esto produce la deshidratación del terreno sobre el que crece, y de esta manera, se consigue evitar la proliferación de los mosquitos transmisores de esta enfermedad que suelen utilizar este tipo de terrenos como caldo de cultivo.

El género fue nombrado *Eucalyptus* por L'Héritier en 1788. La palabra se deriva del griego *eu* «bien» y *kalypto* «cubrir», en alusión al opérculo que cubre los estambres.

Existen más de 638 especies de eucalipto. Estos árboles son explotados para obtener madera y aceites esenciales. La madera se utiliza como combustible y para propósitos estructurales.

Como regla general, los árboles que son utilizados para madera contienen poco aceite esencial en su follaje; mientras que los que se usan para la extracción de aceite esencial son raramente destinados a la obtención de madera y son generalmente utilizados como combustible.

El *Eucalyptus globulus* es explotado desde 1880 por su aceite esencial y posee el segundo lugar en la producción comercial de aceite esencial.

Hasta aproximadamente 1910, el aceite esencial de eucalipto era utilizado principalmente para propósitos medicinales. Grandes cantidades de aceite, rico en cineol, se venden actualmente con propósitos domésticos: inhalación, vermífugo, limpiador de ropa, removedor de manchas, etc. Desde 1920 existe un incremento constante en la demanda de los aceites esenciales del eucalipto para usos industriales.

Cuadro 1. Eucalipto

NOMBRE CIENTÍFICO	<i>Eucalyptus globulus</i>
FAMILIA	Mitáceas
LUGAR DE ORIGEN	Australia
DESCRIPCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Árbol de gran desarrollo y verde todo el año.</li> <li>- Tronco liso y de color ceniciento, con tallo grueso y ramas potentes. La corteza al envejecer se desprende en grandes tiras longitudinales y en placas.</li> <li>- Alcanza alturas que pueden rebasar los 100 metros.</li> <li>- Hojas con diformas con fuerte olor a cíñelo, de color verde, de 1.0 a 10 cm de largo. Perennes.</li> <li>- Flores grandes, blancas y generalmente solitarias o en grupos de dos o tres, recubiertas de una capa cérea y de consistencia leñosa.</li> <li>- Fruto capsular de 1.5 a 3 cm de diámetro algo mayor a la flor, leñoso, plano por un lado.</li> </ul>
PRINCIPIOS ACTIVOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aceite esencial: cineol o eucaliptol, monoterpenos (alfa-pineno, p-cimeno, limoneno, felandreno) y aldehidos (butiraldeido, capronaldeido). Azuleno, taninos, resina, flavona (eucaliptina) y triterpenos derivados del ácido ursólico.</li> </ul>
CARÁCTERÍSTICAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No resiste temperaturas bajas.</li> <li>- De crecimiento rápido por lo que se caracteriza por la gran cantidad de agua que necesita. Produce deshidratación del terreno sobre el que crece.</li> <li>- La floración se realiza en otoño e invierno.</li> </ul>
USOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las hojas tienen efecto hipoglucemiante por lo que pueden usarse como coadyudante en el tratamiento antidiabético.</li> <li>- Infusión de hojas se emplea contra la bronquitis y los catarros de las vías respiratorias.</li> <li>- Indicado en asma bronquial, bronquitis, cistitis, diabetes ligera, faringitis, gripe, halitosis, resfriado, rinitis, sinusitis y traqueitis. Uso externo en eccemas, heridas, irritación cutánea y vulvovaginitis.</li> <li>- Incompatible con medicamentos analgésicos, anestésicos y sedantes. Contraindicado si hay hepatopatía, inflamación del tracto gastrointestinal o de las vías biliares.</li> </ul>

## C. Aceite esencial

Los aceites esenciales son componentes vegetales situados en cualquier parte del vegetal (cavidades, células, pelos o canales secretores) de composición química variable y compleja, mayormente constituida por terpenos y sus compuestos o derivados, de aroma profundo y textura aceitosa. Son aceites volátiles odoríferos de origen vegetal. En la planta sirven para la protección contra los enemigos, en el proceso de fertilización y también se relaciona con el metabolismo de la planta.

Los aceites esenciales son generalmente insolubles en agua y solubles en disolventes orgánicos apolares o en alcohol de alta graduación. Una parte del aceite puede disolverse en el agua producto de la destilación por arrastre de vapor y le proporciona un intenso olor. Su color puede variar desde amarillo o café hasta ser totalmente incoloro. Poseen un índice de refracción promedio de 1.5 y muestran una gran variedad de actividad óptica y rotan en ambas direcciones. Su densidad es menor a la del agua.

Actualmente se conocen más de doscientos aceites esenciales de apreciado valor comercial en los cuales se han identificado alrededor de cuatrocientos componentes químicos. Los aceites esenciales son una mezcla de compuestos, a continuación se mencionan algunos:

- Terpenos.
- Alcoholes libres (mentol, linalol, geraniol, terpineol, etc.).
- Ésteres.
- Aldehídos (cinámico, benzaldehído, peral, citronelal, salicílico, etc.).
- Cetonas (alcanfor, carvona, fenchona, mentona, tuyona, etc.).
- Fenoles (carvacrol, Eugenio, isoeugenol, timol, etc.).
- Ácidos libres (acético, benzoico, cianhídrico, cinámico, propiónico, etc.).
- Lactosas.
- Hidrocarburos.

Varios factores influyen en la composición final y el rendimiento del aceite esencial en una planta:

- Condiciones geobotánicas del medio (clima, altitud, tipo de suelo, cantidad de lluvias, etc.).
- Método de cultivo (uso de fertilizantes, abono, pesticidas, otros químicos, etc.).
- Época de recolección y parte de la planta.
- Modo de manejo y almacenamiento del material vegetal (fresco, seco, fermentado, etc.).
- Método de obtención del aceite.
- Edad de la planta.

De acuerdo con Gil & Sáez (2005:6) los aceites esenciales se pueden clasificar según su consistencia, origen y naturaleza de los compuestos mayoritarios. Su clasificación se muestra en la Cuadro 2.

Cuadro 2. Clasificación de los aceites esenciales

CRITERIO	CLASIFICACIÓN	EJEMPLOS
CONSISTENCIA	FLUIDOS	Líquidos muy volátiles a temperatura ambiente: esencia de menta, salvia, limón, albahaca, etc.
	BÁLSAMOS	De consistencia espesa, poco volátiles y propensos a polimerizarse: bálsamo de copaiba, bálsamo de Perú, etc.
	OLEORRESINAS	Líquidos muy viscosos o sustancias semisólidas: caucho, gutapercha y oleorresina de pprika.
ORIGEN	NATURALES	Se obtienen directamente de la planta y no se someten a ninguna modificación física o química: plantas aromáticas y flores.
	ARTIFICIALES	Se obtienen a través de procesos de enriquecimiento de la misma esencia con uno de sus componentes principales o son la mezcla de varias esencias naturales: esencia de anís enriquecida con anetol.
	SINTÉTICAS	Mezcla de diversos productos químicos obtenidos sintéticamente.
NATURALEZA QUÍMICA DE LOS COMPONENTES MAYORITARIOS	MONOTERPENOIDES	Esencia de albahaca, salvia, menta, etc.
	SESQUITERPENOIDES	Esencia de ciprés, copaiba, jengibre, etc.
	COMPUESTOS OXIGENADOS	Esencia de geranio, jazmín, lavanda, etc.

Entre los métodos de extracción de aceites esenciales se encuentran:

- Métodos directos.
- Destilación.
- Extracción (Maceración).
- *Enflurage*.

El método más utilizado es la destilación por arrastre de vapor, aunque existen ciertos aceites que se dañan con altas temperaturas. La extracción con disolventes es el método más avanzado en el aspecto técnico, pero es más costoso que la destilación.

1. Métodos directos. Se aplican principalmente a los cítricos y se puede realizar de las siguientes maneras:

- Compresión de cáscara.
- Raspado de cáscara.
- Lesiones mecánicas de la corteza.

El proceso regularmente se hace en frío para extraer aceites esenciales termosensibles. Generalmente los aceites son estables debido a la existencia de antioxidantes naturales.

La extracción del aceite esencial se logra cuando las células oleosas se rompen, permitiendo al aceite desprenderse de la superficie externa en forma de una emulsión acuosa, la cual posteriormente es centrifugada.

De acuerdo con Austin (1988:576), al exprimir con máquinas se produce un aceite casi idéntico al producto que se podría obtener al exprimir a mano y es el método con más aplicación comercial.

De los procesos de exprimir a mano, el método de esponja es el más importante ya que produce el aceite de mayor calidad. La fruta se parte y la piel se coloca en esponjas por varias horas. Cada cáscara se prensa contra la esponja que absorberá el aceite. La esponja se exprime periódicamente.

2. **Destilación.** Por su bajo costo, sencillez y alto rendimiento, es la técnica más utilizada en la industria de los aceites esenciales. Se puede realizar por:

- Destilación con agua (hidrodestilación).
- Destilación con agua y vapor.
- Destilación con vapor seco.
- Destilación-extracción con solvente simultánea.

Según Austin (1988:576) la destilación de vapor generalmente se lleva a cabo a presión atmosférica. Si los componentes del aceite pueden sufrir hidrólisis, el proceso se realiza a presión reducida.

El vapor se inyecta al fondo del tanque que contiene la materia prima, previamente molida para facilitar su extracción. Se recuperan dos líquidos inmiscibles, generalmente agua y el aceite esencial. Este método se basa en el principio de que a la temperatura de ebullición las presiones de vapor combinadas igualan a la presión ambiental, por lo que los componentes del aceite esencial se llevan a ebullición a temperaturas cercanas al punto de ebullición del agua. Luego el vapor junto con los vapores del aceite esencial se condensa y separa. Regularmente, el aceite suele ser menos denso del agua, lo que provoca que flote en la superficie. Los compuestos no volátiles se quedan retenidos en la materia prima y otros por ser muy volátiles se escapan durante la destilación.

3. **Extracción (Maceración).** La extracción puede hacerse con:

- Solventes volátiles.
- Solventes no volátiles.
- Fluidos supercríticos.

En la extracción con solventes no existe destrucción térmica de los compuestos del aceite esencial ya que se trabaja a temperaturas bajas. Esta técnica es costosa, contaminante y existen dificultades en el aislamiento completo del solvente y se coextraen otras sustancias indeseables como ácidos grasos, ceras, pigmentos, etc. Se puede utilizar como solventes orgánicos hexano, ligroína, benceno, tolueno, etanol, isopropanol, acetato de etilo, éter de petróleo y acetona.

De acuerdo con Austin (1988:576) el solvente seleccionado para la extracción debe cumplir ciertos requisitos:

- Ser selectivo, es decir, disolver rápida y totalmente los componentes odoríferos, con sólo una parte mínima de materia inerte.
- Tener bajo punto de ebullición.

- Ser químicamente inerte al aceite.
- Evaporarse completamente sin dejar cualquier residuo odorífero.
- Ser de bajo precio y de ser posible no inflamable.

La extracción con fluidos supercríticos tiene alto rendimiento, bajas temperaturas de extracción y lo más importante, no hay alteración química del aceite. Esta técnica se basa en que los aceites esenciales son completamente miscibles con el CO<sub>2</sub> líquido y su solubilidad es una variante dentro de la región supercrítica. Permite controlar la selectividad deseada ya que es bastante sensible a variaciones en la presión, la temperatura y el tipo de solvente. El extracto es prácticamente libre de solvente.

En la maceración se utiliza grasa o aceite en ebullición en un rango de 60 a 70 °C, el cual absorbe el aroma de la materia prima. Los restos se separan del aceite caliente y el residuo de grasa es removido con una prensa hidráulica. Esta grasa se utiliza varias veces hasta que se satura con el aroma. Esta pomada puede ser vendida en este estado o extraída con alcohol ya que las grasas, los aceites y las ceras no son solubles en alcohol.

4. *Enflurage* (Adsorción sólido-líquido o sólido-gas). Es un proceso de extracción de grasas en frío que se aplica solo a algunos tipos de flores delicadas (jazmín, violeta, etc.) y que produce aceites que de ninguna forma se obtendrían por destilación. Se utiliza grasa inodora. Este método no se emplea comercialmente por ser laborioso y largo.

Gil & Sáez (2005:8) muestran un análisis comparativo de los principales métodos de extracción de aceites esenciales que se observa en la Cuadro 3.

Cuadro 3. Análisis comparativo de los principales métodos de extracción de aceites esenciales

MÉTODO DE EXTRACCIÓN	VENTAJAS	LIMITACIONES
DESTILACIÓN CON VAPOR	Método industrial y de laboratorio. Buenos rendimientos en aceite extraído. Obtención del aceite puro, libre de solvente. Bajo costo: tecnología no sofisticada.	Procesos colaterales como polimerización y resinificación de los terpenos; hidrólisis de ésteres; destrucción térmica de algunos componentes; no es aplicable a flores.
EXTRACCIÓN CON SOLVENTES VOLÁTILES (éter de petróleo, pentano, hexano, etc.)	Uso de temperaturas bajas. No provoca destrucción térmica ni alteración química de los componentes del aceite. Posibilidad de separación de componentes individuales.	Costoso, contaminante del ambiente, riesgo de incendio y explosión. Difícil de separar completamente el solvente sin alterar la composición el aceite. Coextracción de ácidos grasos, ceras, pigmentos.
EXTRACCIÓN CON CO <sub>2</sub> SUPERCRÍTICO	Alto rendimiento. Ecológicamente limpio. Fácil retiro y reciclaje del solvente. Bajas temperaturas de extracción. No hay alteración química del aceite. Cambiando parámetros operacionales se puede variar la composición del aceite.	Ácidos grasos, pigmentos y ceras también pueden ser extraídos junto con el aceite esencial. Alta inversión inicial.
MACERACIÓN CON SOLVENTES NO VOLÁTILES Y <i>ENFLEURAGE</i>	Uso de temperaturas bajas. Ausencia de destrucción térmica y deterioro químico de los componentes del aceite. Extracción de esencias de flores delicadas (rosa, jazmín, azahar, etc.).	Operación costosa, demorada. Poco rendimiento del aceite. Difícil separación del solvente (aceites vegetales).

5. Aplicación de los aceites esenciales. Se utilizan para dar sabor y aroma. Son ingredientes básicos en la industria de los perfumes y se utilizan en jabones, desinfectantes y productos similares. También tiene importancia en medicina, tanto por su sabor como por su efecto calmante del dolor y su valor fisiológico. Tienen propiedades insecticidas y fungicidas (ajenjo, citronella, ciprés, enebro, eucalipto, pino, etc.) y propiedades farmacológicas (antisépticos, irritantes, digestivos, sedantes y antiespasmódicos).

6. Métodos de identificación de los aceites esenciales. De acuerdo con Gil & Sáez (2005:11) los aceites esenciales se pueden separar e identificar a través de varios métodos:

- Métodos químicos de separación (obtención de derivados).
- Destilación fraccionada.
- Cromatografía de capa fina.
- Cromatografía preparativa.
- Cromatografía en columna.

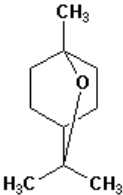
- Cromatografía líquida de alta eficiencia.
- Cromatografía de gases.

## D. Características del aceite esencial de eucalipto

El aceite esencial del eucalipto es rico en eucaliptol (1,8-cineol), aproximadamente un 70 a 80%.

Prácticamente todos los aceites esenciales de eucalipto para usos medicinales se refinan por medio de una redestilación, antes de la venta.

Cuadro 4. Eucaliptol

FÓRMULA Y ESTRUCTURA	$C_{10}H_{18}O$ 	
DENSIDAD	922 kg/m <sup>3</sup> (0.922 g/mL)	
ÍNDICE DE REFRACCIÓN	1.4600 a 1.4700	
PESO MOLECULAR	0.1542516 kg/mol (154.2516 g/mol)	
PUNTO DE FUSIÓN	309.65 K (35.6 °C)	
PUNTO DE EBULLICIÓN	624.15 K (351 °C) a 0 Pa	
SOLUBILIDAD EN AGUA	Insoluble (<1 kg/m <sup>3</sup> a 293.15 K)	
SOLUBILIDAD EN ALCOHOL (70% p/p)	Soluble en 1.5 a 3 el volumen	
APARIENCIA	Líquido incoloro	
PROPIEDADES	Antiséptico Antihongos Astringente Balsámico Expectorante	Antibacteriano Antivírico Desodorante Broncodilatador Cicatrizante
USOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En inhalaciones para catarros, sinusitis y congestión de vías respiratorias.</li> <li>- Cicatrizante para heridas tórpidas e infectadas.</li> <li>- Útil en quemaduras, ayuda a la formación de nuevos tejidos mientras se recupera la quemadura.</li> <li>- Afecciones sépticas o congestivas y para las erupciones de la piel, dolorosas o no.</li> <li>- Se utiliza en aceites de masaje para aliviar el dolor del reumatismo y los dolores musculares.</li> </ul>	

## E. Aspectos que deben tomarse en cuenta para el diseño de las instalaciones donde se colocará la línea de producción

1. **Localización de la planta.** La localización de la planta debe ser aquella que permita la mayor rentabilidad. Se debe tomar en cuenta factores como: medios y costos de transporte, disponibilidad y costo de mano de obra, cercanía del mercado y de las fuentes de abastecimiento, factores ambientales, disponibilidad de agua, energía y otros suministros, tecnología del proceso, disponibilidad y confiabilidad de los sistemas de apoyo, donde incluye protección contra incendios, comunicación rápida y segura, etc.

2. **Planeación estratégica.** La fuente de las estrategias está en el nivel ejecutivo más alto de la administración, el cual los formula con el propósito de dirigir las operaciones de los subalternos. Estas estrategias se desprenden naturalmente, de los objetivos de la empresa tal como los definen los más altos ejecutivos.

Las estrategias pueden formularse en términos generales, y permiten a los subordinados principales precisarlas mejor, sin que se le imponga de un modo autoritario.

La función clave de las estrategias y de las políticas es dar una dirección unificada a los planes; éstas confieren estructura a los planes, y canaliza las decisiones operativas. Por lo tanto, cuanto más cuidadosamente se desarrollen y más claramente se entiendan las estrategias y políticas, más firme y efectiva sería la estructura de los planes.

3. **Distribución de la planta.** Al haber una distribución de la planta se indica la disposición física de la misma y de sus diversas partes, ésta comprende tanto la colocación del equipo en cada apartamento como la disposición de los departamentos en el desplazamiento de la planta.

La distribución debe ser orientada al proceso de producción ya que por el volumen y tipo de producto se tiene una producción por lote.

Para determinar la distribución, se deben contar con criterios como:

- Flexibilidad máxima: una buena distribución se puede modificar rápidamente para afrontar las circunstancias cambiantes. Esta flexibilidad puede estar en construcciones simples y baratas en puntos de posible crecimiento.
- Coordinación máxima: la distribución debe considerarse como un conjunto y no por áreas aisladas para la facilidad en recepción y envíos entre departamentos.
- Utilización máxima del volumen: se debe utilizar el espacio tanto en su área total como en altura.
- Visibilidad máxima: todo el personal y materiales deben ser fácilmente observables en todo momento. Es difícil cumplir con este criterio pero se debe tomar en cuenta en el desarrollo de la distribución.

- Accesibilidad máxima: todos los puntos de servicio y mantenimiento deben tener acceso rápido.
- Distancia mínima: todos los movimientos deben ser los necesario y directos. Esto permite reducir el costo por manejo de materiales. El manejo óptimo es el manejo nulo, pero cuando es evitable debe reducirse al mínimo usando transportadores, montacargas, rampas, etc. El material que se esté trabajando debe mantenerse a la altura de trabajo para evitar movimientos innecesarios del trabajador.
- Incomodidad mínima: deben reducirse al mínimo las corrientes de aire, la iluminación deficiente, la luz solar excesiva, el calor, el ruido, las vibraciones, los olores y las incomodidades aparentemente triviales que a menudo generan dificultades grandes.
- Seguridad: ninguna persona deberá estar expuesta al peligro. Esta es una exigencia tanto reglamentaria como moral, por lo que se le debe dedicar una atención esmerada. Debe incluirse salvaguardas contra fuego, humedad, robo y deterioro general, hasta donde sea posible.
- Rutas visibles: deben proveerse de rutas definidas de recorrido; ningún pasillo debe usarse nunca para fines de almacenamiento, ni aun en forma temporal. No deben cruzarse las rutas de trabajo con las de transporte.
- Identificación: cada grupo de trabajo debe contar con su propio espacio de trabajo.

a. **Importancia.** La importancia de la distribución de una planta puede resumirse en los siguientes aspectos:

- En reducir los costos de manejo y mantenimiento.
- En hacer un ambiente de trabajo agradable, lo cual influye en los costos de operación debidos al ánimo que éste produce en los empleados.
- Llevar a cabo una administración de instalaciones eficiente.
- Permitir una fácil adaptación al cambio y a satisfacer las necesidades futuras.

b. **Objetivos de la instalación.** Es difícil establecer objetivos coherentes para la distribución de la planta, pero entre ellos se puede mencionar los siguientes:

- Minimizar los retrocesos, demoras y manejo.
- Conservar la flexibilidad.
- Utilizar eficazmente la mano de obra y el espacio.
- Estimular el ánimo del empleado.
- Procurar un buen manejo y facilitar el mantenimiento.

c. Actividades primarias de la instalación. Para alcanzar los objetivos esperados, éstos se deben convertir en funciones primarias requeridas llamadas especificación del proceso. Dicha especificación se lleva a cabo en tres pasos:

- Diseño del proceso.
- Requisitos del proceso.
- Departamentalización.

1) Diseño del proceso. Determinar las clases de equipo requerido para lograr los objetivos de instalación.

Ésta tiene lugar en dos fases. La primera implica identificar los tipos de procesos que se van a llevar a cabo, la que puede elegirse entre fabricar o comprar; la segunda, determina los procesos específicos; ésta se basa en la experiencia anterior, los requisitos relacionados, el equipo disponible, los niveles de producción y las expectativas futuras.

2) Requisitos del proceso. Determinar la cantidad de cada clase de equipo requerido para alcanzar los objetivos de una instalación. Una vez definidos el proceso específico y las clases de equipo necesario, hay que determinar la cantidad de cada proceso o clase de equipo.

3) Departamentalización. Analizar por departamentos la cantidad de cada clase de equipo y especificar el área departamental y las necesidades de servicio. Ésta se refiere a la conversión de los requisitos del proceso en especificaciones departamentales. Como primer paso, debe determinarse las necesidades de área de cada clase de equipo, considerando todas las interacciones entre el equipo, los materiales y el personal y haciendo una descripción detallada de todas las estaciones de trabajo, ésta debe incluir áreas para la maquinaria, los materiales y el personal; la maquinaria debe contar con áreas necesarias para el personal, movimiento de máquina, mantenimiento y servicios de la planta.

4) Actividades relacionadas. Estas actividades secundarias son de apoyo a las actividades de producción o primarias, las más generales son las funciones de recepción, transporte, almacenamiento y mantenimiento.

Por el departamento de recepción pasan todos los materiales, suministros y equipo. Por el departamento de transporte pasan los productos terminados y vendidos. Se debe contar con vehículos capaces de soportar el volumen de venta y establecer el área de parqueo para los mismos. Las deficiencias en alguno de estos aspectos pueden causar pérdidas de productividad. El sistema de almacenamiento que se va a utilizar debe ser de forma cúbica por medio de tarimas para aprovechar todo el espacio disponible.

Para el manejo de materiales, es necesario contar con montacargas y rampas.

El departamento de mantenimiento debe ser completo y amplio para que no existan problemas en la reparación del equipo y maquinarias.

Además de las áreas asignadas a las actividades primarias y a las de apoyo, habrá que proporcionar espacio para otras actividades necesarias como: oficinas, comedores, servicios médicos, baños y vestidores.

d. Evaluación de la distribución de planta. El diseño de planta consiste en seleccionar el arreglo más eficiente de las instalaciones físicas, con el fin de lograr la mayor eficiencia al combinar los recursos para producir un artículo o servicio.

4. Manejo de materiales. El manejo de materiales requiere de una planificación y organización de las actividades de administración de la producción y en las operaciones; para su mejor desarrollo, se cuenta con control del sistema de conversión, el cual ayuda a controlar los costos críticos en las operaciones de inversión de materias primas, abastecimientos, trabajos en proceso y productos terminados que aún no están listos para la distribución.

La finalidad del proceso de control, es hacer que el sistema se encamine completamente hacia sus objetivos, o sea, mejorar la operación del sistema.

Los flujos de información son esenciales para el sistema de control.

Para optimizar la función de manejo de materiales, conviene definir el objetivo de los movimientos y aplicar los principios fundamentales a la simplificación y eliminación de las maniobras.

a. Reglas para el manejo de materiales. Algunas reglas se pueden expresar en esta forma:

- El manejo cuesta dinero y no aumenta el valor del producto.
- El mejor manejo consiste en no tener que manejar.
- Los materiales en tránsito deben llegar al punto de utilización sin detenerse.
- Los traslados deben ser cortos y lo más directo posible.
- Los movimientos y operaciones de manejo se eliminan siempre que sea posible.
- Pensar cambiar de posición a los trabajadores en vez de los materiales, siempre que sea posible.
- Recurrir a sistemas de documentación para evitar movimientos innecesarios.
- Cuando sea factible, el manejo mecanizado debe sustituir al trabajo manual.
- Recordar que el flujo de materiales es flujo de efectivo, que los materiales detenidos o almacenados son inventario, y esto cuesta dinero.

b. Planificación de las necesidades de materiales. Los sistemas de planificación miran hacia el futuro. Son más complejos de manejar pero ofrecen numerosas ventajas. Reduce los inventarios y sus costos, porque maneja sólo aquellos artículos y componentes que se necesitan, y se evitan atrasos en el procedimiento de las órdenes de trabajo y ofrecen un mejor servicio al cliente.

1) Requerimientos de un sistema de planificación

- Información precisa sobre inventarios.
- Integración de productos.
- Programa maestro de producción.
- Disciplina.

2) Ventajas de la planificación de las necesidades de materiales

- Permite planificar y programar los requerimientos de los materiales en el tiempo para las operaciones de producción.
- Proporciona fechas límites para los componentes.
- Permite calcular los requerimientos de capacidad detallada para los centros de trabajo.
- Disminución de inventarios. Determina componentes que se necesitan y cuándo hay que llevar a cabo el plan maestro. Evita costos de almacenamiento continuo y la reserva de existencias en el inventario.
- Disminución de los tiempos de espera en la producción y en la entrega. Identifica cuáles de los muchos materiales y componentes necesita (cantidad y ritmo).
- Incremento en la eficiencia.

3) Programa maestro de producción. Se inicia a partir de los pedidos de los clientes de la empresa o pronósticos de la demanda, diseñado para satisfacer la demanda del mercado.

4) Lista de materiales. Identifica como se manufactura cada uno de los productos terminados, especificando:

- Subcomponentes.
- Secuencia de integración.
- Cantidad de cada una de las unidades terminadas.

Estos se obtienen de documentos del diseño del producto, del análisis del flujo de trabajo y de la documentación estándar de manufactura.

La información más importante de la lista de trabajo es la estructura del producto.

5) Lógica de procesamiento. Este acepta el programa maestro de producción y determina los programas para los artículos de niveles sucesivos a lo largo de las estructuras del producto. Calcular para cada uno de los periodos: cuántos de cada artículo se necesita (requerimientos en conjunto), cuantas unidades del inventario existente se encuentran ya disponibles, la cantidad neta que se debe de planear al recibir las nuevas entregas (recepción de órdenes planeadas) y cuándo deben colocarse las órdenes para los nuevos embarques (colocación de órdenes planeadas).

c. Breve descripción del manejo y su forma de traslado. Debido a las necesidades requeridas en la instalación del proyecto, el equipo que se va a utilizar, es necesario para el manejo de paquetes en el área de producción, producto terminado y despacho; y en bodegas de materia prima y producción.

El manejo de paquetes se refiere al producto terminado, mientras que el manejo de producto a granel se refiere a materias primas y material de empaque.

d. Manejo de paquetes o unidades. Los paquetes salen del departamento de producción a bodega de producto terminado en tránsito y por último a la bodega final de producto terminado. El traslado del producto del departamento de producción a bodega de producto terminado en tránsito se llevará a cabo por medio de una carretilla de dos ruedas.

El traslado del producto de la bodega de producto terminado en tránsito a la bodega final de producto terminado se tendrá que hacer en montacargas. Luego se debe almacenar en la bodega.

El traslado del material de empaque se hará de la bodega de material de empaque a la bodega de tránsito de material de empaque en la planta de producción, luego se debe trasladar al departamento de envasado utilizando una carretilla de dos ruedas.

## 5. Capacitación del personal administrativo y operativo

a. Seguridad e higiene personal. Los aspectos de seguridad deben ser tomados en consideración, desde el principio mismo del proyecto, de tal manera que la línea de producción de un lugar de trabajo seguro.

El concepto de seguridad puede ser abordado haciendo dos preguntas: seguridad, ¿para quién o qué? Y ¿contra que?

Debe comprenderse que la seguridad completa nunca existirá, pero que la seguridad se debe considerar por el grado de probabilidad o la frecuencia de los eventos que pueden causar consecuencias indeseables. Las consecuencias se pueden medir en términos de:

- Mortalidad.
- Accidentes (días laborales perdidos, incapacidad).
- Enfermedad o incapacidad por largo tiempo.
- Daño al ambiente.
- Pérdida de producción (dinero).
- Daño al equipo (dinero).

Con mucha frecuencia, cuando se habla de riesgo en un contexto industrial, se refiere uno a riesgo para la gente relacionada con la empresa industrial. Este riesgo o seguridad está influido principalmente por el sistema tecnológico mismo y por los objetivos y las rutinas de trabajo para la operación del sistema. Estos dos factores determinan el grado en que la seguridad depende de los errores humanos, de la comprensión de

los requisitos de seguridad y de otros factores. Un sistema técnico confiable y seguro puede volverse inseguro como resultado de una mala administración y operación.

Los factores típicos de riesgo en sistemas industriales incluyen:

- Sobrecarga del sistema (ritmos de producción demasiado altos).
- Daños debidos a una carga prolongada (errores de diseño).
- Poca confiabilidad (errores de diseño).
- Mantenimiento deficiente.
- Errores humanos o de la maquinaria.
- Capacitación insuficiente del personal.
- Mala administración.
- Ambiente insatisfactorio.

1) Aspectos legales. La seguridad industrial en el concepto moderno significa más que una simple situación de seguridad física, una situación de bienestar personal, un ambiente de trabajo idóneo, una economía de costos importantes y una imagen de modernización y filosofía de vida humana en el marco de la actividad laboral.

Por esto en nuestro país se han preocupado por establecer normas legales que protejan la seguridad del empleado; el Código de Trabajo de Guatemala establece artículos de seguridad e higiene; éstos se encuentran en el Título Quinto, higiene y seguridad en el Apéndice A.

Todo el personal debe ser capacitado en el uso de equipo de seguridad, los materiales tóxicos y sobre el uso de toda maquinaria. Todas las áreas de trabajo deben estar correctamente rotuladas como lo manda la ley de señales.

2) Propósito. Proteger al personal de cualquier daño físico que pueda causarle la materia prima o productos terminados, utilizando equipo apropiado y atendiendo a las señales y avisos de peligro, así como asegurar la calidad del producto, y velar porque cada departamento funcione bajo condiciones y controles adecuados para lograr la satisfacción total del producto. En el área de manufactura, no debe permanecer nada que no sea empleado en la misma.

### 3) Procedimiento

- Tener cuidado con el uso de materiales inflamables, corrosivos y tóxicos; y evitar el contacto con cualquier tipo de llama.
- Si existe contacto con cualquier material corrosivo, será necesario utilizar guantes para evitar daño.
- Proteger la vista de cualquier material o producto, con el uso de lentes de seguridad. Asegurarse de que los lentes de seguridad estén limpios y sin ningún residuo de material, así como asegurarse las monogafas al rostro para proteger la vista. Al terminar de usarlos, lavar los lentes de seguridad para evitar residuos de materias primas.

- Nunca llevar las manos a cualquier parte del rostro, o ingerir alimentos después de haber tratado con materiales delicados, antes es necesario lavarse perfectamente las manos con agua y jabón para prevenir intoxicaciones u otras complicaciones.
- Hacer uso de las señales de áreas o materiales de peligro.
- En caso de contacto con productos que le puedan causar daño, se debe enjuagar con abundante agua y avisar a la persona encargada.
- Usar el uniforme completo y limpio en toda área de producción y bodegas.
- Los collares y aretes de varias piezas no están permitidos en el área de manufactura.
- Usar el equipo de protección adecuado en las áreas de riesgo o con productos de riesgo.
- No tener contacto directo con el producto, utilice paletas, medidores, etc.; nunca los dedos.
- Las manos siempre deben permanecer completamente limpias y sin ningún tipo de esmalte.
- Ningún tipo de golosinas, comidas y bebidas están permitidas en el área de manufactura.
- El producto o material que se derrame y caiga al suelo debe descartarse y nunca devolverlo al tanque o recipientes de llenado.
- No es permitido fumar.
- El personal debe reaccionar eficazmente en emergencias como fuego, explosiones, chispas eléctricas, ruptura de recipientes con sustancias tóxicas o no tóxicas.

#### 4) Responsabilidad

- Es responsabilidad del operario proteger su salud en todo momento.
- El supervisor de producción verificará el cumplimiento del procedimiento así como de entregar al personal el equipo de seguridad apropiado y verificar el uso del mismo.

## 6. Manejo adecuado de las instalaciones

a. Limpieza en las áreas de bodegas de materia, producto terminado y material de empaque, área de mezclado y envasado. La responsabilidad de la limpieza es del operario o la persona designada por el jefe de producción. La limpieza se debe realizar después que se concluye el uso del equipo o cuando inicie el proceso.

Después de finalizar la manufactura y cuando se ha retirado del área, se deben retirar todos los utensilios, retirar todo el producto que ha quedado en las máquinas y lavar las máquinas que no se pueden sacar del área de manufactura. Se debe limpiar también los pisos, ventanas y paredes.

En las bodegas se debe ordenar el material tirado en el piso y cambiar los envases de bolsas cuando éstas estén dañadas.

7. **Buenas prácticas de manufactura.** El objetivo de estas reglas es asegurar mediante procedimientos y controles adecuados el correcto procedimiento operacional en las diferentes áreas. Algunas de las reglas de manufactura son:

- Seguir paso a paso el procedimiento de seguridad e higiene.
- Limpieza del área y equipo antes de comenzar su trabajo y al finalizarlo (procedimiento de limpieza).
- Todo el material debe permanecer cerrado y debidamente identificado, para evitar su contaminación o posibles confusiones.
- Toda materia prima que ingresa a la planta requiere de un análisis.
- Una vez que la materia prima ha sido identificada y aprobada, se almacena en el área correspondiente.
- Solicitar al jefe de producción los documentos necesarios del lote a fabricar y revisar que este completo.
- Las balanzas deben ser calibradas diariamente por la persona que despacha las materias primas, y cada dos meses por la compañía autorizada para su revisión. Las balanzas deben permanecer limpias en cero, y no debe permanecer sobre ellas ningún tipo de material que no se está usando.
- Pesarse asegurándose que el material sea el indicado, verificar su nombre, código, y que esté aprobado para su uso. Las materias primas que se van a pesar son extraídas de los recipientes que los contienen, con ayuda de utensilios apropiados (cucharones, espátulas, etc.) y nunca con las manos; al terminar la extracción, cerrar los recipientes para evitar cualquier tipo de contaminación. Verificar el peso y rotular el material con su nombre, cantidad y nombre del producto para el cual será usado. Los materiales pesados se deben sellar hasta su utilización para evitar contaminación o confusiones.
- Revisar procedimiento estándar de producción y seguir las instrucciones sin alterar ninguna etapa del proceso.
- Verificar que se ha agregado a la mezcla la materia prima que la ficha de producción requiere.
- Si se requiere la alteración de alguna etapa o ajuste de alguna materia prima, pedir la aprobación del jefe de producción para poder hacerlo.
- En el área de manufactura, no debe permanecer nadie que no sea empleado de manufactura.
- Terminada la manufactura, o cuando se requiere, tomar la muestra y proceder a su aprobación o rechazo.
- Las subáreas en el área de llenado, deben permanecer ordenadas.
- No debe permanecer sobre las mesas de trabajo, ni debajo ningún utensilio que no sea necesario para la manufactura.
- El material de empaque es solicitado por el jefe de producción al jefe de bodega de material de empaque se coloca en el área correspondiente.
- Solamente el producto autorizado puede ser envasado.

- Al comenzar el proceso de llenado, asegurar la identidad del producto, y del material de empaque.
- Limpiar y revisar el material de empaque antes de llenar, a fin de detectar posibles errores.
- Asegurarse de que su equipo de trabajo y de seguridad esté completo y sea el apropiado.
- Al llenar, verificar que el contenido sea el que se indica en las especificaciones.
- Al terminar de llenar, se cuenta el material sobrante y se devuelve con los documentos respectivos, al área de material de empaque.
- El producto envasado es mandado a la bodega con una orden de producción.
- Todo material de empaque debe permanecer cerrado y debidamente identificado (nombre, procedencia, cantidad, etc.).
- El producto es recibido con la orden de producción respetiva (trazabilidad), en la cual se confirma la identidad y cantidad.

### III. JUSTIFICACIÓN

Actualmente en el mercado guatemalteco no existe un aromatizante y desodorante con aroma a eucalipto, por esto el desarrollo del diseño de una línea de producción para la fabricación de este producto, podría permitir satisfacer la demanda existente y captar la fracción del mercado que lo requiere.

El posible establecimiento de una producción local, ayudaría en la generación de nuevas fuentes de trabajo para los guatemaltecos y ofrecería al consumidor un aromatizante y desodorante de calidad superior a lo que se produce localmente, a precio económico y competitivo. También estimula el desarrollo de la ingeniería local y las actividades colaterales, además de promover la libre competencia entre los productores.

## IV. OBJETIVOS

### A. General

1. Desarrollar el diseño de una línea de producción y el diagrama de distribución de maquinaria y equipo para la fabricación de un aromatizante y desodorante líquido para uso doméstico, utilizando aceite esencial de eucalipto. El nivel al que se pretende trabajar es a pequeña empresa.

### B. Específicos

1. Determinar la formulación del aromatizante y desodorante que cumpla con las condiciones de aroma requeridas.

2. Desarrollar la ingeniería básica para la fabricación, definiendo parámetros, condiciones de operación y equipo a utilizar, en el proceso de fabricación del aromatizante y desodorante.

3. Seleccionar y dimensionar el equipo necesario, para el proceso industrial, desde la materia prima, hasta la entrega del producto terminado.

4. Presentar la distribución de la maquinaria y equipo necesario para el proceso. Desarrollar el respectivo diagrama de flujo de las actividades que constituyen el proceso de fabricación del aromatizante y desodorante.

5. Estimar la inversión necesaria, para la fabricación y equipamiento de la línea de producción, además de establecer el costo del producto en base al diseño del equipo, al proceso de operación y los costos de materia prima.

## V. PROBLEMA A RESOLVER

Actualmente no existe en el mercado un aromatizante y desodorante con aroma a eucalipto.

## VI. METODOLOGÍA

**A.** Determinación de la formulación del aromatizante y desodorante. En esta etapa se prepararon distintas formulaciones de aromatizante y desodorante, con el fin de encontrar la formulación más adecuada que cumplió con las condiciones de aroma. Además se buscaron los proveedores de la materia prima necesaria.

**B.** Determinación de las condiciones de operación. Se establecerán las condiciones a las cuales se realizará la producción. Esta etapa es necesaria y se realiza previo al diseño en sí, ya que estas condiciones inciden directamente sobre los materiales a considerar en el diseño.

**C.** Determinación de la capacidad del equipo. Esta etapa es muy importante ya que consistió en la determinación del tamaño del equipo a utilizar, de acuerdo con la producción de la línea en nivel de pequeña empresa.

**D.** Diseño del equipo. Dado que el proceso tiene definido los pasos que se deben seguir, en orden a la producción del aromatizante y desodorante, se estableció que equipo se utilizará para realizar cada etapa. Una vez que se establecieron las condiciones de operación y la capacidad, se procedió al diseño y selección de los equipos más adecuados, de acuerdo con los requerimientos del proceso. Para esto se realizó una revisión bibliográfica y consultarán otras fuentes de información.

**E.** Evaluación económica. En esta etapa se cotizaron y analizaron alternativas económicas de los equipos de producción en el mercado, que cumplieran con los requerimientos y se tomó una decisión de los mismos. Con estos datos reales, se realizó un estudio económico de los costos de operación y costo final del aromatizante y desodorante.

**F.** Distribución de maquinaria y equipo. Se presenta el diagrama de distribución del equipo previamente diseñando y seleccionado.

## VII. RESULTADOS

### A. Formulación

Cuadro 5. Formulación base: un lote de 0.412 m<sup>3</sup> (412 litros)

COMPUESTO	CANTIDAD
Agua	0.400 m <sup>3</sup> (400 litros)
Lauril sulfato de sodio	7.0 kg
Formaldehído (al 37%)	0.004 m <sup>3</sup> (4 litros)
Hidróxido de sodio	1 kg
Aceite esencial de eucalipto	0.0032 m <sup>3</sup> (3.2 litros)

### B. Características de presentación y volumen de venta

Cuadro 6. Características de presentación de venta

VOLUMEN	1 litro
PRECIO DE VENTA	Q11.10
UNIDADES VENDIDAS AL AÑO	237,312

### C. Diagramas de bloques, operaciones y actividades

Ilustración 1. Diagrama de bloques para la fabricación del aromatizante y desodorante (base: un lote de 412 litros)

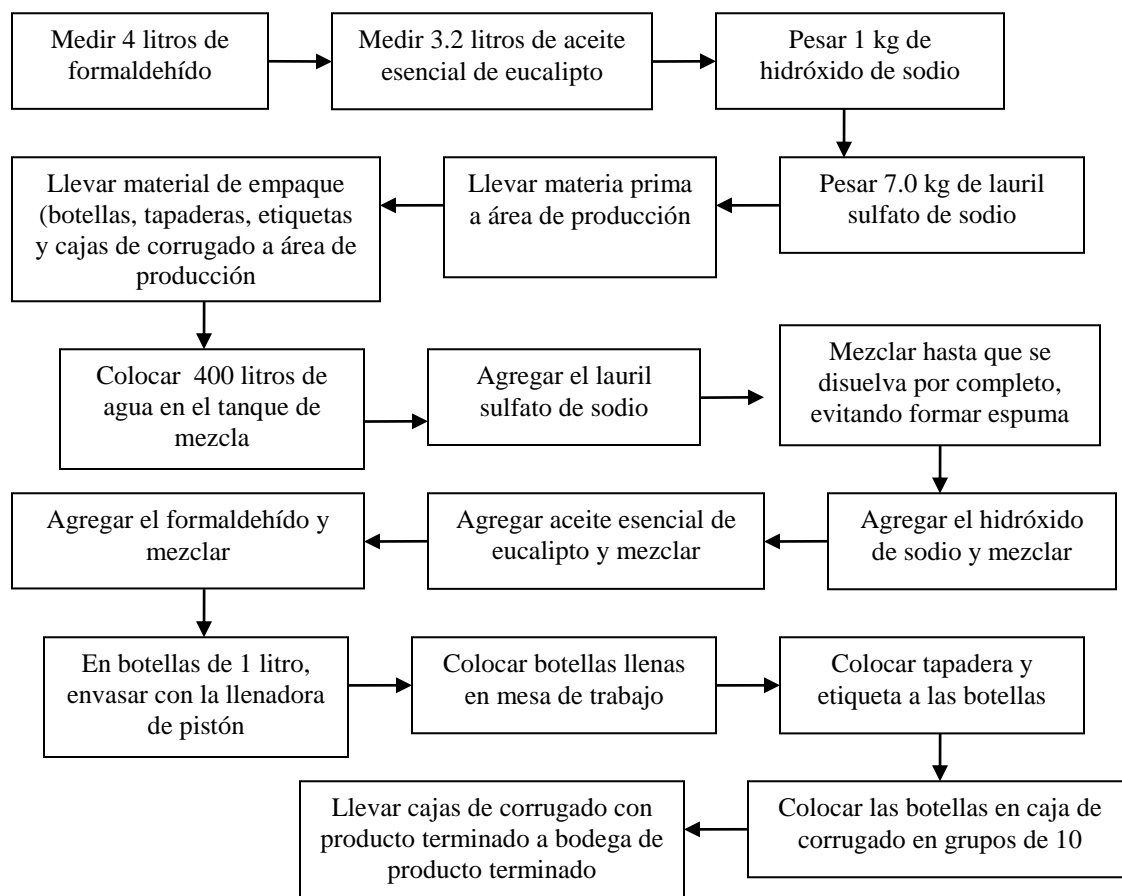
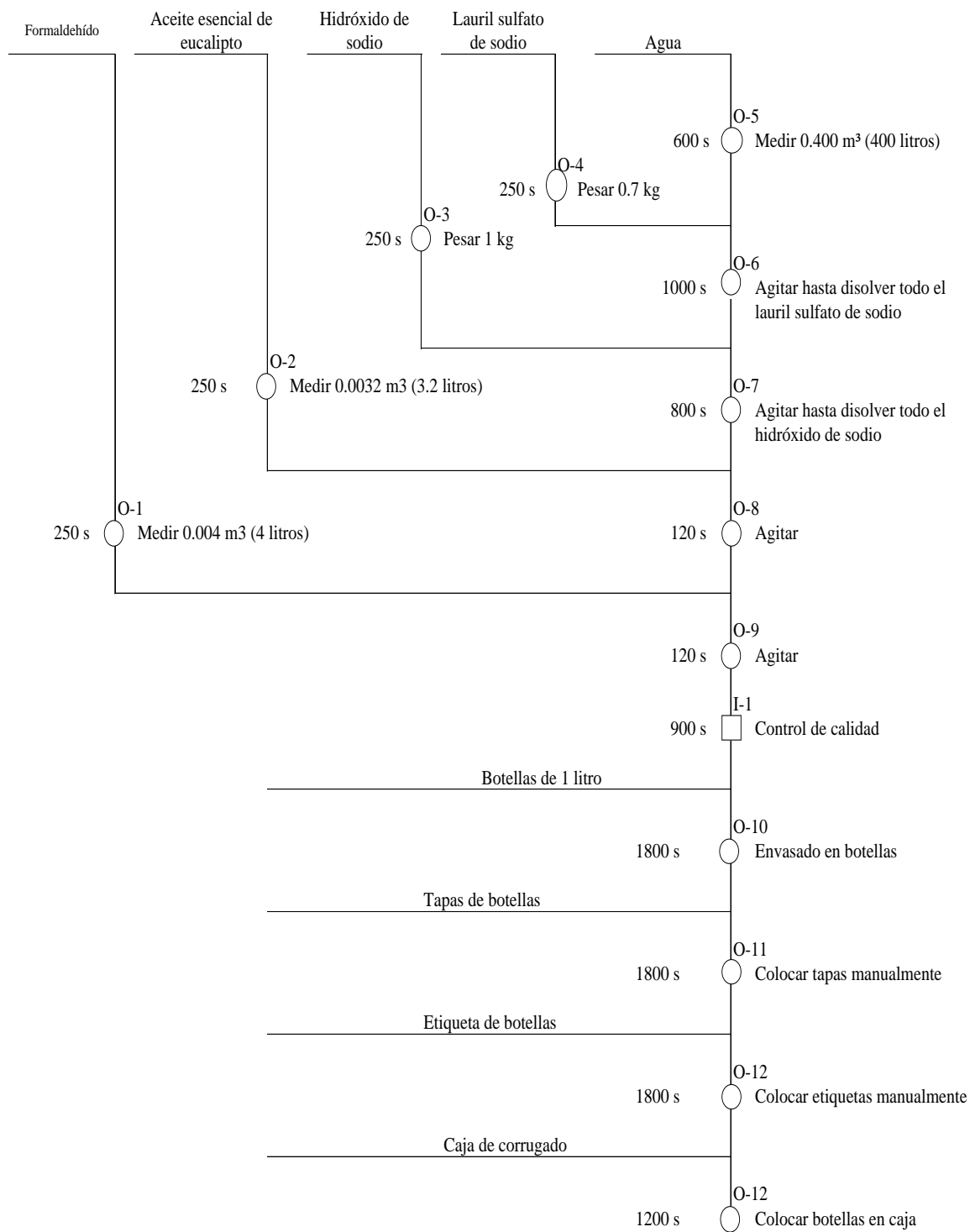


Ilustración 2. Diagrama de operaciones



## Ilustración 3. Diagrama de actividades

	RESUMEN	No	TIEMPO (min)
○	OPERACIONES	17	10480
⇒	TRANSPORTES	4	1620
□	INSPECCIONES	1	900
D	DEMORAS	-	-
▽	ALMACENAJES	-	-

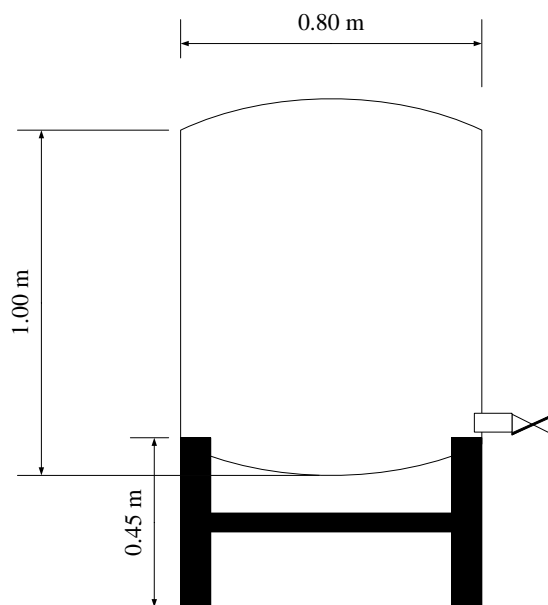
PROCEDIMIENTO	ELABORACIÓN DE AROMATIZANTE Y DESODORIZANTE DE EUCALIPTO
EMPIEZA	00:00:00
TERMINA	03:36:40

DETALLES DEL MÉTODO						T I E M P O	NOTAS	
1	Medir 0.004 m3 (4 litros) de formaldehído	●	⇒	□	D	▽	250	Utilizar equipo de seguridad
2	Medir 0.0032 m3 (3.2 litros) de aceite esencia del eucalipto	●	⇒	□	D	▽	250	Utilizar equipo de seguridad
3	Pesar 1 kg de hidróxido de sodio	●	⇒	□	D	▽	250	Utilizar equipo de seguridad
4	Medir 0.7 kg de lauril sulfato de sodio	●	⇒	□	D	▽	250	Utilizar equipo de seguridad
5	Trasladar materia prima a área de mezcla	○	⇒	□	D	▽	180	
6	Llenar tanque de mezcla con 0.400 m3 (400 litros) de agua	●	⇒	□	D	▽	600	
7	Agregar el lauril sulfato de sodio al tanque de mezcla	●	⇒	□	D	▽	60	Utilizar equipo de seguridad
8	Agitar hasta disolver todo el lauril sulfato de sodio, evitando formar espuma	●	⇒	□	D	▽	1000	
9	Agregar el hidróxido de sodio	●	⇒	□	D	▽	60	Utilizar equipo de seguridad
10	Agitar hasta disolver todo el hidróxido de sodio	●	⇒	□	D	▽	800	
11	Agregar el aceite esencial de eucalipto	●	⇒	□	D	▽	60	Utilizar equipo de seguridad
12	Agitar para mezclar	●	⇒	□	D	▽	120	
13	Agregar el formaldehído	●	⇒	□	D	▽	60	Utilizar equipo de seguridad
14	Agitar para mezclar	●	⇒	□	D	▽	120	
15	Inspección de control de calidad	○	⇒	■	D	▽	900	
16	Trasladar a área de envasado mezcla	○	⇒	□	D	▽	60	
17	Trasladar material de empaque a área de envasado (botellas, etiquetas, tapas y cajas de corrugado)	○	⇒	□	D	▽	180	
18	Envasar en botellas de 0.001 m3 (1 litro)	●	⇒	□	D	▽	1800	
19	Colocar tapa manualmente	●	⇒	□	D	▽	1800	
20	Colocar etiqueta manualmente	●	⇒	□	D	▽	1800	
21	Colocar botellas en caja de corrugado	●	⇒	□	D	▽	1200	
22	Traslado de producto terminado a bodega de producto terminado	○	⇒	□	D	▽	1200	

## D. Equipo

### 1. Tanque de mezcla

Ilustración 4. Tanque de mezcla



sin escala

Fabricado en fibra de vidrio. Con una altura de 1.00 m y un diámetro de 0.80 m para dar un volumen total de  $0.502 \text{ m}^3$ . Cuenta con una salida en el fondo que permitirá descargar el aromatizante y desodorante preparado, y facilitará la limpieza después de su uso. Montado sobre una base metálica de 0.45 m de altura.

La salida en el fondo del tanque cuenta con una válvula de mariposa de 5.08 cm (2 pulgadas).

## 2. Llenadora

Ilustración 5. Llenadora a pistón



Cuadro 7. Especificaciones de la llenadora a pistón

MARCA	Crandall Internacional
MODELO	CIPP
CAPACIDAD DE ENVASADO	Hasta 20 envases por minuto.
ENVASES	Puede llenar envases de 0.00001 m <sup>3</sup> hasta 0.0011 m <sup>3</sup> (10 hasta 1100 mL). Los pistones por llenar son intercambiables para que la máquina sea capaz de llenado muchos tamaños de envases.
PRODUCTOS	Es capaz por llenar líquidos, y los productos viscosos y semi-viscosos que no contienen sólidos duros. Partes de acero inoxidable 304 y sellos aprobados del USDA (United States Department of Agriculture) hacen la máquina satisfecha a muchos productos alimentos y químicos.
VELOCIDAD	Se influencia por el tamaño del pistón y el volumen ser llenado. La velocidad del golpe en el modo del ciclo automático es ajustable para mantener un llenado limpio y una velocidad confortable para el operador. Funcionamiento de ciclo con pedal activado con el pie es incluido.
OPERACIÓN	En el funcionamiento de ciclo automático, la velocidad del golpe se ajusta, y la máquina constantemente funcionará a la velocidad fijada. El operador pondrá un envase debajo de la boquilla, cuando el envase es llenado, él cambiará los envases. En el funcionamiento ciclo único, el operador aprieta un pedal a pie, y la máquina harán un ciclo de llenar.
PRECISIÓN	La precisión está dentro de 1% de volumen designado.
INSTALACIÓN	Se instala en una mesa. Aire comprimido limpio y seco, se conecta al sistema neumático. El tanque cónico (Aproximadamente 0.039 m <sup>3</sup> ) está lleno con el producto.
CAMBIO DE ENVASE	Para cambiar el tamaño del envase, ajuste la longitud del golpe del pistón, y/o cambia el pistón del llenado.
CAMBIO DE PRODUCTO	Pueden desmontarse las partes en contacto con el producto, incluso la válvula y pistón, fácilmente y pueden lavarse. Todas las conexiones son fáciles de desmontar rápido y fáciles de limpiar.
MANTENIMIENTO	Debe limpiarse frecuentemente.
SERVICIOS	Aire comprimido: 0.002 m <sup>3</sup> /s a 560 kPa
OPERARIOS	1 inexperto.
MESA	Puede ajustar la altura de la máquina y mover la máquina. Construida de acero inoxidable.
ESPACIO POR OPERACIÓN	Aproximadamente 0.80 m x 1.00 m

## 3. Compresor de aire

Ilustración 6. Compresor de aire

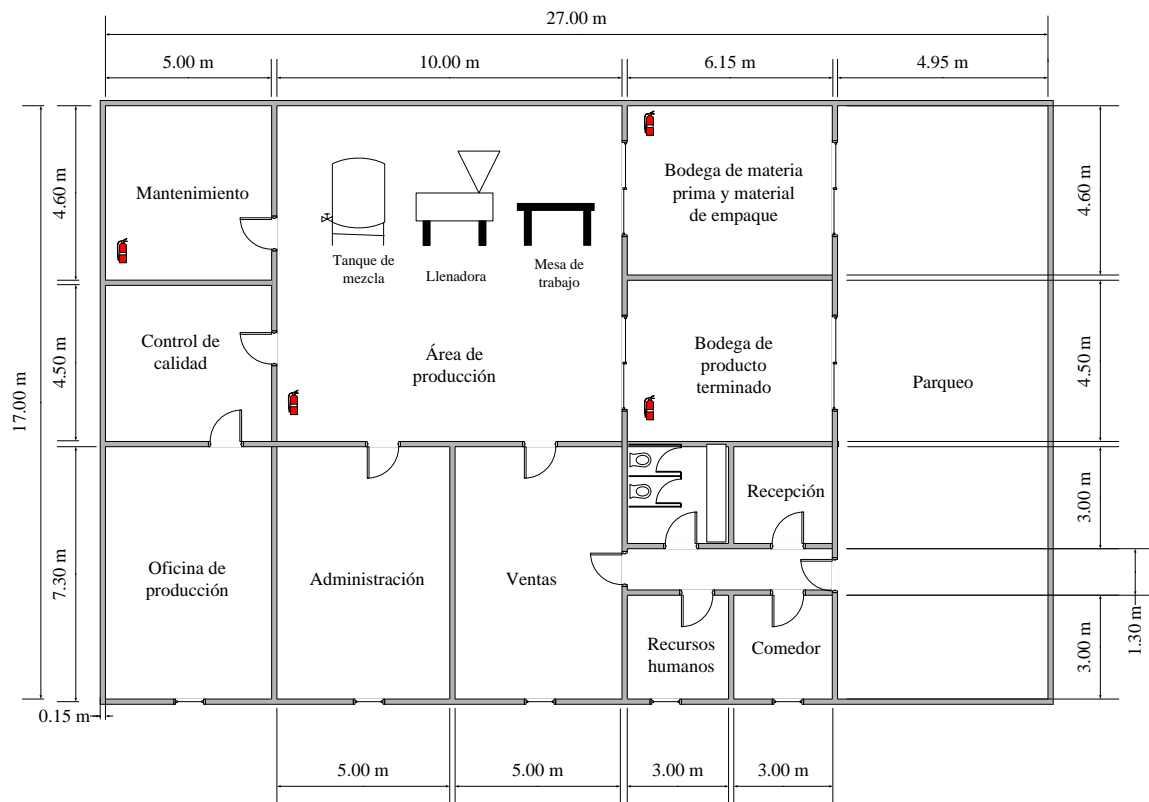


Cuadro 8. Especificaciones del compresor de aire

MARCA	KAESER
MODELO	KCT 150-40
CAPACIDAD	0.0025 m <sup>3</sup> a 700 kPa (150 litros/min a 7 bar)
CAPACIDAD DE DESPLAZAMIENTO	0.0025 m <sup>3</sup> /s (150 litros/min)
MOTOR	1.1 KW (1.48 hp)
EFICIENCIA	0.80
LARGO	0.820 m
ANCHO	0.280 m
ALTURA	0.700 m

## E. Planta de distribución

Ilustración 7. Planta de distribución



sin escala

## F. Análisis económico

Cuadro 9. Costo de equipo

	COSTO (Q)
TANQUE DE MEZCLA	5,000.00
LLENADORA CRANDAL INTERNATIONAL	40,000.00
COMPRESOR DE AIRE KAESER	5,000.00
	50,000.00

Cuadro 10. Costos de materia prima (base: un lote de 412 litros)

	UNIDAD	COSTO UNITARIO (Q)	UNIDADES/LOTE	COSTO (Q) /LOTE
Agua	1.000 m3	1.51	0.400 m3	0.60
Lauril sulfato de sodio	1 kg	16.07	0.7 kg	11.25
Hidróxido de sodio	1 kg	9.00	1 kg	9.00
Aceite esencial	0.001 m3	104.79	0.0032 m3	335.33
Formaldehído	0.0038 m3	38.00	0.004 m3	40.15
				396.33

Cuadro 11. Costos de material de empaque (base: un lote de 412 litros)

	UNIDAD	COSTO UNITARIO (Q)	UNIDADES/LOTE	COSTO (Q) /LOTE
Botella con tapadera	1 botella	2.40	412 botellas	988.80
Etiqueta	1 etiqueta	0.50	412 etiquetas	206.00
Caja de corrugado	1 cajas	6.00	42 cajas	252.00
				1,446.80

Cuadro 12. Costos energético (base: un lote de 412 litros)

COSTO kW-h (Q)	0.83
kW COMPRESOR	1.1
EFICIENCIA	0.80
TIEMPO DE USO COMPRESOR (h)	0.5
COSTO ENERGÉTICO/LOTE (Q)	0.57

Cuadro 13. Costo total de la fabricación de un lote de aromatizante y desodorante

	COSTO (Q)
MATERIA PRIMA	396.33
MATERIAL DE EMPAQUE	1,446.80
ENERGÍA	0.57
SALARIOS OPERARIOS	89.52
<b>TOTAL</b>	<b>1,933.23</b>

Cuadro 14. Costo de inversión inicial total

ÁREA	COSTO (Q)
Recursos humanos	9,540.00
Bodega de materia prima	85,690.00
Bodega de producto terminado	5,940.00
Área de producción	137,020.00
Oficinas administrativas y ventas	42,060.00
Área de comedor	2,230.00
Departamento de mantenimiento	11,740.00
Baños y vestidores	1,720.00
Vehículos	140,000.00
Otros	257,250.00
<b>TOTAL</b>	<b>693,190.00</b>

Cuadro 15. Costo fijos anuales

ÁREA	COSTO (Q)
Recursos humanos	2,500.00
Bodega de materia prima	4,000.00
Bodega de producto terminado	4,000.00
Área de producción	7,000.00
Oficinas administrativas y ventas	45,800.00
Área de comedor	2,640.00
Departamento de mantenimiento	27,600.00
Baños y vestidores	2,100.00
Vehículos	40,800.00
Otros	169,360.00
Sueldos personal	995,073.62
Cuota del préstamo	44,502.93
<b>TOTAL</b>	<b>1,345,376.55</b>

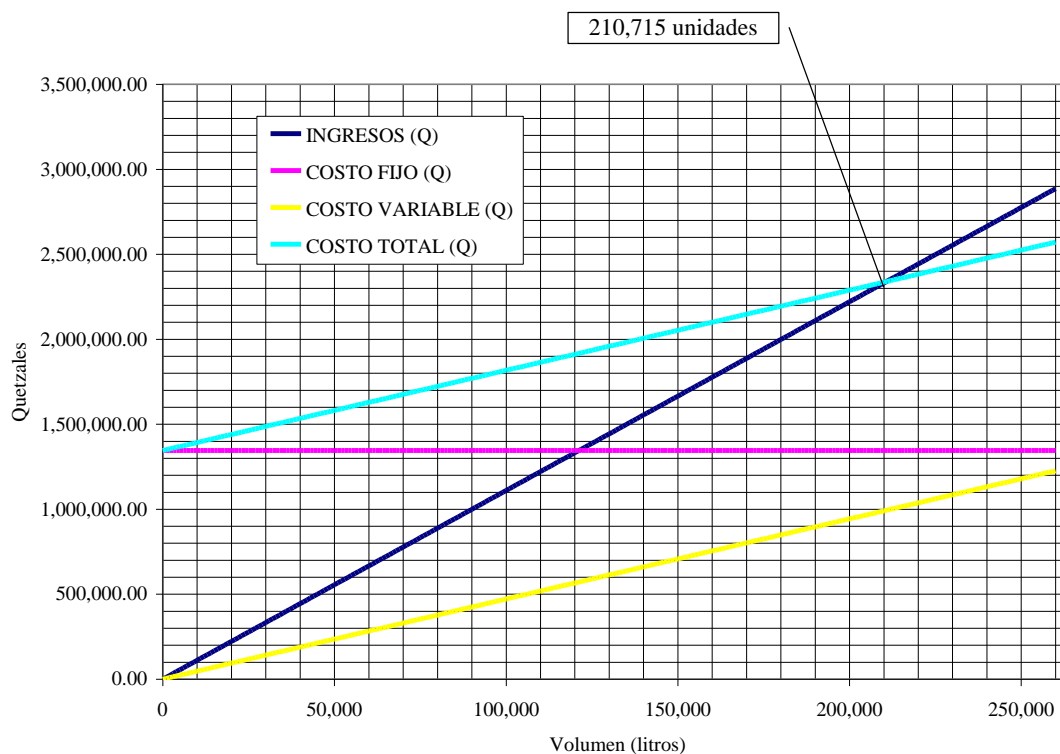
Cuadro 16. Costos variables anuales para una producción de dos lotes diarios

	COSTO ANUAL (Q)
MATERIA PRIMA	228,287.96
MATERIAL DE EMPAQUE	833,356.80
ENERGÍA	328.68
SALARIOS OPERARIOS	51,564.96
TOTAL	1,113,538.40

Cuadro 17. Valor de Tasa Interna de Retorno (TIR), Valor Actual Neto (VAN) y Tiempo de Recuperación del Capital (TR)

TIR (%)	53.13
VAN (TASA 4.5%) (Q)	3,608,396.67
TR	Dos años, 11 meses y 27 días

Ilustración 8. Punto de equilibrio



## VIII. DISCUSIÓN

### A. Formulación

La formulación final del aromatizante y desodorante que se observa en el Cuadro 5 en la sección de resultados, se obtuvo a través de varias pruebas experimentales. La formulación final cumple con los requerimientos de aroma y características deseadas.

El formaldehído tiene la función de desinfectante. Las soluciones que lo contienen constituyen un eficaz desinfectante líquido de uso muy extendido. Elimina bacterias gram positivas y negativas, microbacterias, esporas, hongos, levaduras y virus. El efecto desinfectante se debe a la capacidad de desnaturalización de proteínas y ácidos nucleicos.

El lauril sulfato de sodio es un agente tensoactivo, que permite al aromatizante y desodorante formar espuma. Además es un detergente aniónico que provoca una disrupción de membranas. Es activo sobre bacterias gram positivas, pero poco sobre las gram negativas.

El aceite esencial es el compuesto aromatizante y desodorante. Reduce la sensación producida por el mal olor en el aparato olfatorio.

El hidróxido de sodio es un agente desnaturalizante de proteínas debido a sus grupos hidroxilo,  $\text{OH}^-$ , disociados.

### B. Equipo seleccionado

Cada lote tiene un volumen total de  $0.412 \text{ m}^3$  (412 litros). Debido a las características químicas de las materias primas del aromatizante y desodorante, se escogió un tanque de mezcla con un volumen total de  $0.502 \text{ m}^3$  (502 litros). El volumen del tanque es un 22% más grande, esto con el fin de evitar salpicaduras y pérdidas de producto.

El tanque cuenta con una válvula de mariposa en el fondo que permitirá la descarga del aromatizante y desodorante y facilitará la limpieza del mismo después de su uso.

El tanque se encuentra montado sobre una base metálica que permitirá aumentar la altura del tanque. Esto facilitará el proceso de preparación ya que el tanque se encuentra a una altura más adecuada para agregar las materias primas y la mezcla. Además permitirá colocar los recipientes que recibirán el aromatizante y desodorante para luego ser alimentado a la llenadora.

La llenadora es de marca Crandall Internacional de un pistón, trabaja con aire comprimido. Se escogió

esta por su facilidad en la operación, un solo operario puede trabajar en ella. Debido a que la producción es pequeña, esta cumple con los requerimientos de tiempo máximo de envasado deseado.

Todas las partes en contacto con el aromatizante y desodorante son de acero inoxidable 304, permitiendo que el producto envasado conserve sus propiedades.

El compresor es de marca KAESER. Éste proveerá la capacidad requerida de aire comprimido necesario para envasar el lote en 30 minutos. Este tiene una eficiencia del 80%. Esta eficiencia implica un aumento en el costo de operación por kW-h utilizado.

Toda la maquinaria escogida es simple, de fácil funcionamiento y cumple con las necesidades de la producción diaria.

Se cuenta con un sistema de tratamiento de agua, que asegurará que la calidad del agua será adecuada y no tendrá variaciones entre cada lote preparado.

## C. Análisis económico

Anualmente se estima vender 237,312 unidades a un precio de venta de Q11.10. Este precio es competitivo con los productos similares que existen actualmente, además se tiene la ventaja que es un producto nuevo.

El costo de compra de la maquinaria y equipo (llenadora de pistón, compresor y tanque de mezcla) tiene un valor de Q50,000.00. Este equipo se estimó que durará durante los diez años de la proyección del flujo de caja.

Para calcular la TIR del proyecto, fue necesario construir una serie de tablas que permitieron calcular los costos variables, costos fijos y la inversión inicial. Con estos datos se proyectó el flujo de caja a 10 años.

Los costos variables se basan en costos de materia prima, material de empaque, costo energético de la maquinaria utilizada en el proceso y los salarios de los operarios. Se trabajaran dos lotes diarios, para dar un total de 48 lotes mensuales (576 lotes anuales).

Los costos fijos se basan en salarios, equipo de seguridad, pago de seguros, teléfono, etc. La inversión inicial tiene un valor de Q693,190.00, esta incluye la compra de la maquinaria y equipo, equipamiento de la bodega de materia prima, bodega de producto terminado, oficinas administrativas, recursos humanos y ventas y el departamento de mantenimiento, entre otros.

Para lograr que el flujo de caja sea lo más cercano a la realidad se utilizó una tasa de crecimiento anual de costos fijos y variables igual a 7.53%. Este valor corresponde a la tasa de inflación proyectada para finales del año 2005 por el Banco de Guatemala. Además se proyecta una tasa de crecimiento del 10% en las ventas anuales.

Se calcularon los valores de depreciación correspondiente a cada año. Se trabajó con el Sistema Modificado Acelerado de Recuperación de Costos (SMARC), asumiendo que los valores de salvamento de los activos es Q0.00. A cada activo se le asignó un periodo de recuperación individual, dependiendo de la categoría al que pertenece, y la respectiva tasa de descuento a cada año.

Se decidió realizar un préstamo de Q200,000.00 a diez años con una tasa de interés del 18%. Esto permitió disminuir el capital necesario para cubrir la inversión inicial.

Para el cálculo de los impuestos, se tomó un 12% para el Impuesto al Valor Agregado (IVA) y un 5% para el Impuesto Sobre la Renta (ISR).

El valor de TIR en base al flujo de caja obtenido es 53.13%. Esto indica que el proyecto es rentable, es decir, conviene invertir el capital en su implementación.

Como método de evaluación alternativo para la decisión de aceptar o rechazar el proyecto se utilizó el método VAN. Se utilizó el 4.5% como tasa de interés, un valor promedio de las tasas bancarias por un ahorro a plazo fijo. Para este caso VAN tiene un valor de Q3,608,396.67, lo que indica que el proyecto proporciona esa cantidad de remanente sobre lo exigido. Con esto se confirma que el proyecto al implementarse produce las utilidades deseadas.

El tiempo de recuperación de la inversión es dos años, 11 meses y 27 días para el flujo de caja sin descuento. Para los flujos de caja con descuento, el tiempo de recuperación es tres años, 11 meses y seis días. Esto nos indica que el proyecto es bastante rentable, a partir del tercer año ya sólo recibirán utilidades.

## IX. CONCLUSIONES

- A. La formulación para un lote de aromatizante y desodorante con aceite esencial de eucalipto es, 0.400 m<sup>3</sup> (400 litros) de agua, 7.0 kg de lauril sulfato de sodio, 0.004 m<sup>3</sup> (4 litros) de formaldehído al 37%, 1 kg de hidróxido de sodio y 0.0032 m<sup>3</sup> (3.2 litros) de aceite esencial de eucalipto.
- B. Los costos fijos anuales tienen un valor de Q1,345,376.55.
- C. Los costos variables anuales tienen un valor de Q2,634,163.20.
- D. La inversión inicial necesaria para poner en marcha el proyecto es Q693,190.00.
- E. La presentación de venta del aromatizante y desodorante es en botellas de PET de 1 litro, con un precio de venta de Q11.10.
- F. La inversión necesaria para la compra del equipo que constituye la línea de producción es Q50,000.00.
- G. La TIR tiene un valor de 53.13%. El VAN es de Q3,608,396.67. Ambos criterios de evaluación económica indican que el proyecto es rentable.
- H. El tiempo de recuperación de la inversión es dos años, 11 meses y 27 días.

## X. RECOMENDACIONES

**A.** El equipo seleccionado puede utilizarse para la fabricación de aromatizante y desodorante con diferente aroma. Esto beneficia al proyecto ya que representa una diversificación de productos, crecimiento del mercado y aumento en las utilidades.

**B.** El equipo puede utilizarse para maquilar productos de otras empresas lo que incrementaría las utilidades del proyecto.

**C.** Con el fin de desarrollar la economía del país y las utilidades del proyecto, se recomienda aprovechar el tratado de libre comercio con los Estados Unidos de América y Centro América, para exportar el aromatizante y desodorante producido.

## XI. BIBLIOGRAFÍA

- Austin, George. 1988. *Manual de procesos químicos en la industria*. Mexico, McGraw-Hill. 722 págs.
- Blank, L. y A. Tarquin. 2004. *Ingeniería económica*. Mexico, McGraw-Hill. 796 págs.
- Gil, Edison y A. Sáez. 2005. *Evaluación a escala de planta piloto del proceso industrial para la obtención de aceite esencial de cardamomo, bajo la filosofía "cero emisiones"*. [en línea]. Universidad EAFIT. <<http://www.eafit.edu.co/NR/rdonlyres/E5DAC709-C033-4BBF-8939-78683B9EC5C0/0/Cuaderno30.pdf>> [consulta: 23 de junio de 2005]
- Guenther, Ernest. 1952. *The essential oils*. Nueva York, D. Van Nostrand Company, Inc. 822 págs.
- Herbolario Parafarmacia Geminis. 2005. *Eucalipto*. [en línea]. <<http://www.herbogeminis.com/eucalipto.html>> [consulta: 23 de junio de 2005]
- Kirk, R. y D. Othmer. 1962. *Enciclopedia de tecnología química*. Mexico, Unión Tipográfica Editorial Hispano-Americana. 16 volúmenes.
- Perry, Robert y D. Green. 2001. *Manual del ingeniero químico*. 7ª ed. España, McGraw-Hill. 4 volúmenes.
- Perú. 2005. *Portal agrario*. [en línea]. Ministerio de Agricultura. <<http://www.portalagrario.gob.pe/plantasmedicinales.shtml#5>> [consulta: 23 de junio de 2005]
- Sapag, N. y R. Sapag. 2003. *Preparación y evaluación de proyectos*. 4ª ed. Mexico, McGraw-Hill. 439 págs.

## XII. APÉNDICE

### A. Artículos del Código de Trabajo de Guatemala sobre seguridad e higiene

«**Artículo 197.** Todo patrono está obligado a adoptar las precauciones necesarias para proteger eficazmente la vida, la seguridad y la salud de los trabajadores en la prestación de sus servicios. Para ello, deberá adoptar las medidas necesarias que vayan dirigidas a:

- a) Prevenir accidentes de trabajo, velando porque la maquinaria, el equipo y las operaciones de proceso tengan el mayor grado de seguridad y se mantengan en buen estado de conservación, funcionamiento y uso, para lo cual deberán estar sujetas a inspección y mantenimiento permanente;
- b) Prevenir enfermedades profesionales y eliminar las causas que las provocan;
- c) Prevenir incendios
- d) Proveer un ambiente sano de trabajo;
- e) Suministrar cuando sea necesario, ropa y equipo de protección apropiados, destinados a evitar accidentes y riesgos de trabajo;
- f) Colocar y mantener los resguardos y protecciones a las máquinas y a las instalaciones, para evitar que de las mismas pueda derivarse riesgo para los trabajadores;
- g) Advertir al trabajador de los peligros que para su salud e integridad se deriven del trabajo;
- h) Efectuar constantes actividades de capacitación de los trabajadores sobre higiene y seguridad en el trabajo;
- i) Cuidar que el número de instalaciones sanitarias para mujeres y para hombres estén en proporción al de trabajadores de uno u otro sexo, se mantengan en condiciones de higiene apropiadas y estén además dotados de lavamanos;
- j) Que las instalaciones destinadas a ofrecer y preparar alimentos o ingerirlos y los depósitos de agua potable para los trabajadores, sean suficientes y se mantengan en condiciones apropiadas de higiene;
- k) Cuando sea necesario, habilitar locales para el cambio de ropa, separados para mujeres y hombres;
- l) Mantener un botiquín previsto de los elementos indispensables para proporcionar primeros auxilios.

Las anteriores medidas se observarán sin perjuicio de las disposiciones legales y reglamentarias aplicables. »

«**Artículo 197 “bis”.** Si en juicio ordinario de trabajo se prueba que el empleador ha incurrido en cualesquiera de las siguientes situaciones:

- a) Si en forma negligente no cumple las disposiciones legales y reglamentarias para la prevención de accidentes y riesgos de trabajo;
- b) Si no obstante haber ocurrido accidentes de trabajo no adopta las medidas necesarias que tiendan a evitar que ocurran en el futuro, cuando tales accidentes no se deban a errores humanos de los trabajadores, sino sean imputables a las condiciones en que los servicios son prestados;
- c) Si los trabajadores o sus organizaciones le han indicado por escrito la existencia de una situación de riesgo, sin que haya adoptado las medidas que puedan corregirlas; y si como consecuencia directa e inmediata de una de estas situaciones especiales se produce accidente de trabajo que

genera pérdida de algún miembro principal, incapacidad permanente o muerte del trabajador, la parte empleadora quedará obligada a indemnizar los perjuicios causados, con independencia de las pensiones o indemnizaciones que pueda cubrir el régimen de seguridad social.»

«**Artículo 201.** Son labores, instalaciones o industrias insalubres las que por su propia naturaleza puedan originar condiciones capaces de amenazar o de dañar la salud de sus trabajadores, o debido a los materiales empleados, elaborados, desprendidos, o a los residuos sólidos, líquidos o gaseosos. Son labores, instalaciones o industrias peligrosas las que dañen o puedan dañar de modo inmediato y grave la vida de los trabajadores, sea por su propia naturaleza o por los materiales empleados, elaborados o desprendidos, o a los residuos sólidos, líquidos o gaseosos; o por el almacenamiento de sustancias tóxicas, corrosivas, inflamables o explosivas, en cualquier forma que éste se haga. El reglamento debe determinar cuáles trabajos son insalubres, cuáles son peligrosos, las sustancias cuya elaboración se prohíbe, se restringe o se somete a ciertos requisitos y, en general, todas las normas a que deben sujetarse estas actividades.»

## B. Propiedades físicas, toxicidades y equipo de seguridad para materia prima

Cuadro 18. Hidróxido de sodio

FÓRMULA	NaOH
PROPIEDADES FÍSICAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Punto de ebullición: 318 °C</li> <li>- Peso molecular: 40.00 g/mol</li> <li>- Densidad: 2.120 g/cm<sup>3</sup></li> <li>- Apariencia: escamas blancas</li> </ul>
RIESGOS A LA SALUD	Dañino si se traga, inhala o se absorbe a través de la piel. Material extremadamente destructivo del tejido de las membranas mucosas, ojos y piel. Causa espasmos y quemaduras severas. La inhalación puede ser fatal. Los síntomas de exposición incluyen sensación de quemadura, tos, laringitis, falta de aliento, dolor de cabeza, náusea y vómito.
PRIMEROS AUXILIOS	En caso de contacto inmediatamente lavar los ojos y piel con abundante agua por 15 minutos. Quitarse la ropa y zapatos contaminados. Si se inhala, buscar aire fresco. Si no existe respiración, brindar respiración artificial. Si se tiene problemas para respirar, administrar oxígeno. Si se ingiere, lavar la boca. Lavar la ropa contaminada y desechar los zapatos contaminados.
INCOMPATIBILIDAD	Agentes oxidantes fuertes, ácidos fuertes, materiales orgánicos, solventes clorados. Absorbe dióxido de carbono del aire. Peróxidos orgánicos.
MANEJO Y ALMACENAMIENTO	Utilizar respirador aprobado por NIOSH (The National Institute for Occupational Safety and Health)/MSHA (The Mine Safety and Health Administration), lentes y ropa de protección. No respirar el polvo. Evitar contacto con ojos, piel o ropa. Evitar la exposición repetida y prolongada. Lavarse después de manejarlo. Tóxico, corrosivo. Mantener bien cerrado. Extremadamente higroscópico. Sensible al aire. Almacenar en un lugar fresco y seco.
MODO DE DESECHO	Ajustar pH a neutro. Agregar exceso de agua.
DERRAMES	Evacuar área. Usar respirador, botas y guantes de hule. Trapear el lugar. Ventilar el área.
MEDIOS DE EXTINGIR FUEGO	No usar agua.

Cuadro 19. Lauril sulfato de sodio

FÓRMULA Y ESTRUCTURA	$\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{NaO}_4\text{S}$
PROPIEDADES FÍSICAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Punto de ebullición: 204-207 °C</li> <li>- Peso molecular: 208.38 g/mol</li> <li>-</li> </ul>
RIESGOS A LA SALUD	Dañino si se traga, inhala o se absorbe a través de la piel. Causa irritación en los ojos y piel. Irrita las membranas mucosas.
PRIMEROS AUXILIOS	En caso de contacto inmediatamente lavar los ojos y piel con abundante agua por 15 minutos. Quitarse la ropa y zapatos contaminados. Si se inhala, buscar aire fresco. Si no existe respiración, brindar respiración artificial. Si se tiene problemas para respirar, administrar oxígeno. Si se ingiere, lavar la boca con agua.
INCOMPATIBILIDAD	Agentes oxidantes fuertes.
MANEJO Y ALMACENAMIENTO	Utilizar respirador aprobado por NIOSH/MSHA, lentes y ropa de protección. Evitar contacto con ojos, piel o ropa. Evitar la exposición repetida y prolongada. Lavarse después de manejarlo. Tóxico, corrosivo. Mantener bien cerrado.
MODO DE DESECHO	Disolver el material con solvente combustible y quemar en un incinerador químico
DERRAMES	Evacuar área. Usar respirador, botas y guantes de hule. Trapear el lugar. Ventilar el área y lavar área.
MEDIOS DE EXTINGIR FUEGO	Agua en spray. Dióxido de carbono o polvo químico seco.

Cuadro 20. Formaldehído al 37%

FÓRMULA Y ESTRUCTURA	$  \begin{array}{c}  \text{CH}_2\text{O} \\  \text{O} \\  \parallel \\  \text{C} \\  \diagup \quad \diagdown \\  \text{H} \quad \text{H}  \end{array}  $
PROPIEDADES FÍSICAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Peso molecular: 30.03 g/mol</li> <li>- Densidad: 1.083 g/cm<sup>3</sup></li> <li>- Apariencia: líquido incoloro</li> </ul>
RIESGOS A LA SALUD	Puede ser mortal si se inhala, traba o absorbe a través de la piel. Material extremadamente irritante del tejido de las membranas mucosas, ojos y piel. Puede causar alergia respiratoria y reacciones en la piel. La exposición causa tos, dolor de pecho, dificultad para respirar, edema pulmonar.
PRIMEROS AUXILIOS	En caso de contacto inmediatamente lavar los ojos y piel con abundante agua por 15 minutos. Quitarse la ropa y zapatos contaminados. Si se inhala, buscar aire fresco. Si no existe respiración, brindar respiración artificial. Si se tiene problemas para respirar, administrar oxígeno. Si se ingiere, lavar la boca. Lavar la ropa contaminada y desechar los zapatos contaminados.
INCOMPATIBILIDAD	Bases fuertes. Reacciona violentamente con agentes oxidantes fuertes.
MANEJO Y ALMACENAMIENTO	Utilizar respirador aprobado por NIOSH/MSHA, lentes y ropa de protección. No respirar los vapores. Evitar contacto con ojos, piel o ropa. Evitar la exposición repetida y prolongada. Lavarse después de manejarlo. Venenoso, irritante, lacrimógeno. Mantener bien tapado y fuera del alcance de calor o llamas. Combustible líquido.
MODO DE DESECHO	Disolver o mezclar con solvente combustible y quemar en un incinerador químico.
DERRAMES	Evacuar área. Usar respirador, botas y guantes de hule. Absorber con arena. Ventilar área
MEDIOS DE EXTINGIR FUEGO	Agua puede ser útil para enfriar, pero no para extinguir. Dióxido de carbono o polvo químico seco.

## 1. Lentes de protección

Ilustración 9. Lentes de protección



Se deberá utilizar lentes de protección durante todo el proceso. Lentes marca AOSafetey, fabricados de policarbonato, absorben 99.99% de los rayos ultravioleta, resisten empañamiento, estática y abrasión. Modelo Centurion.

## 2. Respirador para manejo de formaldehído

El respirador utiliza cartuchos 6005. Cartucho para Formaldehído. Aprobado por NIOSH/MSHA. Aprobado para protección respiratoria contra no más de 10 ppm de formaldehído por volumen. El respirador es de rostro completo para proteger los ojos de los vapores.

Ilustración 10. Cartucho 6005



Ilustración 11. Respirador de rostro completo

## 3M Respiradores Rostro Completo Serie 6000

### Hoja Técnica



#### Características principales

La pieza facial de la serie 6000 de Rostro Completo brinda una excelente y efectiva protección cuando se usa de acuerdo con las instrucciones de colocación y se aplican los criterios para la selección de respiradores. Está considerado como uno de los equipos más livianos y más balanceados que existen. El material de la pieza facial es suave e hipoalergénico. Dispone de una copa nasal interna que evita el empañamiento del visor, éste es altamente resistente a impactos, lo que implica además, una excelente protección ocular. Posee un amplio campo visual junto a un revestimiento que reduce la posibilidad de rayaduras. Se encuentra disponible en tres tamaños, para un mejor ajuste y confort. Se puede usar con sistema de línea de aire.

#### Aplicaciones

- Operaciones de soldadura
- Operaciones de pintado
- Industria del acero
- Industria del vidrio
- Industria Farmacéutica
- Agroquímicos
- Minería
- Alimenticia
- Petroquímica
- Química

#### Aprobaciones

Aprobado por el Instituto NIOSH de Estados Unidos (National Institute for Occupational Safety And Health) para usar en presencia de polvos, humos, neblinas, gases y vapores; según el filtro y/o cartucho especificado, además de las certificaciones respectivas para una concentración ambiental que no supere 100 veces el Valor Umbral Límite ( TLV) o el límite del cartucho (ver certificaciones de filtros y cartuchos).

#### Materiales

A continuación se indican los materiales de fabricación de este respirador:

- Pieza Facial = Siliconado
- Copa Nasal = Siliconado
- Visor = Policarbonato.
- Color = Gris

#### Limitaciones de uso

Aprobado para protección respiratoria contra polvos, humos, neblinas, vapores orgánicos, cloro ácido, clorhídrico, fluoruro de hidrógeno, dióxido de azufre, amoníaco, metilaminas, formaldehído, radionucleidos (ver límites de los cartuchos y filtros seleccionados).

- No usar en ambientes cuya concentración de contaminantes supere 100 veces el Valor Umbral Límite (TLV)
- No usar en atmósferas cuyo contenido de oxígeno sea menor a 19.5 %.
- No usar en atmósferas inmediatamente peligrosas para la vida y la salud .

#### Garantía

La única responsabilidad del vendedor o fabricante será la de reemplazar la cantidad de este producto que se pruebe ser defectuoso de fábrica.

Ni el vendedor ni el fabricante serán responsables de cualquier lesión personal, pérdida o daños ya sean directos o consecuentes que resulten del uso de este producto.

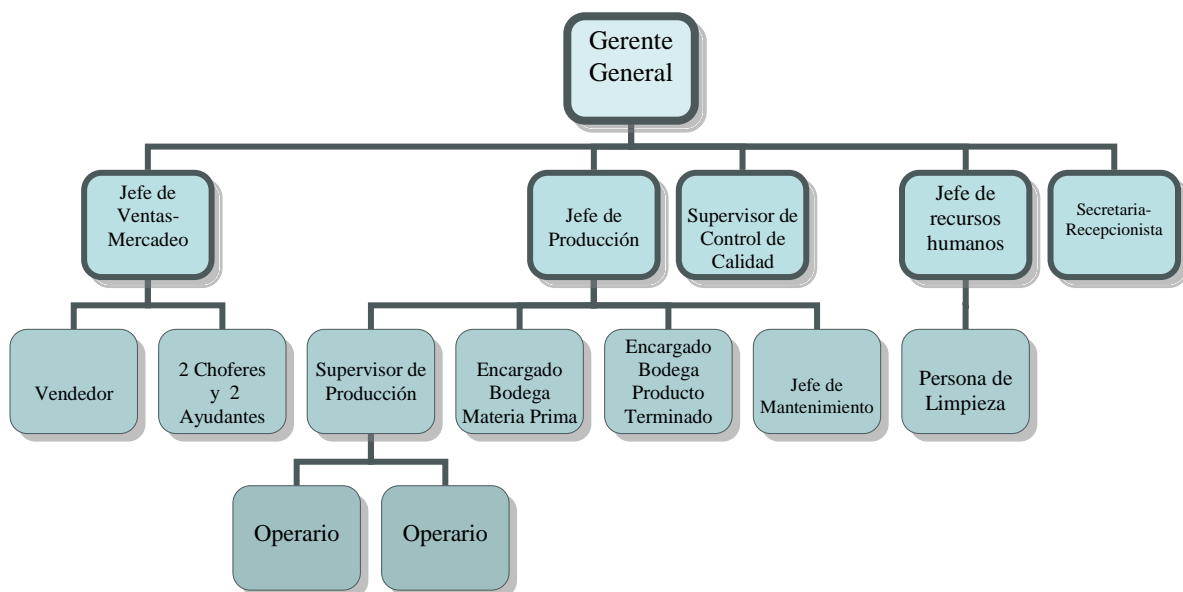
Antes de utilizarlo, el usuario deberá determinar si el producto es apropiado para el uso pretendido y el usuario asume toda responsabilidad y riesgo en conexión con dicho uso.

#### Empaque

Piezas / Estuche	Estuche / Caja	Piezas / Caja
1	1	1

### C. Organigrama propuesto

Ilustración 12. Organigrama



### D. Análisis económico

Cuadro 21. Costo de materia prima, material de empaque y costo energético mensual y anual

	COSTO MENSUAL (Q)	COSTO ANUAL (Q)
MATERIA PRIMA	19,024.00	228,287.96
MATERIAL DE EMPAQUE	69,446.40	833,356.80
ENERGÍA	27.39	328.68
SALARIOS OPERARIOS	4,297.08	51,564.96
<b>TOTAL</b>	<b>92,794.87</b>	<b>1,113,538.40</b>

Cuadro 22. Inversión inicial en el área de recursos humanos

ÁREA	EQUIPO	CANTIDAD	COSTO POR UNIDAD (Q)	COSTO (Q)
Recursos humanos	Escritorio	1	500.00	500.00
	Silla	1	200.00	200.00
	Computadora	1	8,000.00	8,000.00
	Impresora	1	500.00	500.00
	Basurero	1	40.00	40.00
	Archivo	1	300.00	300.00
			<b>TOTAL</b>	<b>9,540.00</b>

Cuadro 23. Inversión inicial en el área de bodega de materia prima

ÁREA	EQUIPO	CANTIDAD	COSTO POR UNIDAD (Q)	COSTO (Q)
Bodega de materia prima	Balanza	1	2,800.00	2,800.00
	Estanterías	4	825.00	3,300.00
	Montacargas	1	77,000.00	77,000.00
	Probeta 2 litros	4	50.00	200.00
	Extintor	1	400.00	400.00
	Escritorio	1	500.00	500.00
	Silla	1	200.00	200.00
	Escalera	1	700.00	700.00
	Carretilla	1	250.00	250.00
	Archivo	1	300.00	300.00
	Basurero	1	40.00	40.00
			<b>TOTAL</b>	<b>85,690.00</b>

Cuadro 24. Inversión inicial en el área de bodega de producto terminado

ÁREA	EQUIPO	CANTIDAD	COSTO POR UNIDAD (Q)	COSTO (Q)
Bodega de producto terminado	Estanterías	4	825.00	3,300.00
	Caretilla	2	250.00	500.00
	Escritorio	1	500.00	500.00
	Silla	1	200.00	200.00
	Basurero	1	40.00	40.00
	Archivo	1	300.00	300.00
	Extintor	1	400.00	400.00
	Escalera	1	700.00	700.00
			<b>TOTAL</b>	<b>5,940.00</b>

Cuadro 25. Inversión inicial en el área de producción

ÁREA	EQUIPO	CANTIDAD	COSTO POR UNIDAD (Q)	COSTO (Q)
Área de producción	Tanque de mezcla	1	5,000.00	5,000.00
	Compresor	1	5,000.00	5,000.00
	Llenadora a pistón	1	40,000.00	40,000.00
	Computadora	1	8,000.00	8,000.00
	Impresora	1	500.00	500.00
	Escritorio	3	500.00	1,500.00
	Silla	6	200.00	1,200.00
	Mesas de trabajo	2	150.00	300.00
	Basurero	3	40.00	120.00
	Equipo para tratamiento de agua	1	75,000.00	75,000.00
	Extintor	1	400.00	400.00
			<b>TOTAL</b>	<b>137,020.00</b>

Cuadro 26. Inversión inicial en el área de oficinas administrativas y ventas

ÁREA	EQUIPO	CANTIDAD	COSTO POR UNIDAD (Q)	COSTO (Q)
Oficinas administrativas y ventas	Escritorio	4	500.00	2,000.00
	Silla	8	200.00	1,600.00
	Computadora	3	8,000.00	24,000.00
	Impresora	4	500.00	2,000.00
	Fax	1	700.00	700.00
	Planta telefónica	1	5,000.00	5,000.00
	Archivo	2	300.00	600.00
	Basurero	4	40.00	160.00
	Fotocopiadora	1	6,000.00	6,000.00
			<b>TOTAL</b>	<b>42,060.00</b>

Cuadro 27. Inversión inicial en el área de comida

ÁREA	EQUIPO	CANTIDAD	COSTO POR UNIDAD (Q)	COSTO (Q)
Área de comida	Mesa	3	150.00	450.00
	Silla	12	50.00	600.00
	Microondas	1	300.00	300.00
	Refrigeradora	1	800.00	800.00
	Basurero	2	40.00	80.00
			<b>TOTAL</b>	<b>2,230.00</b>

Cuadro 28. Inversión inicial en el departamento de mantenimiento

ÁREA	EQUIPO	CANTIDAD	COSTO POR UNIDAD (Q)	COSTO (Q)
Departamento de mantenimiento	Escritorio	1	500.00	500.00
	Silla	1	200.00	200.00
	Mesa de trabajo	2	300.00	600.00
	Herramientas	1	10,000.00	10,000.00
	Extintor	1	400.00	400.00
	Basurero	1	40.00	40.00
			<b>TOTAL</b>	<b>11,740.00</b>

Cuadro 29. Inversión inicial en el área de baños y vestidores

ÁREA	EQUIPO	CANTIDAD	COSTO POR UNIDAD (Q)	COSTO (Q)
Baños y vestidores	Casilleros	2	700.00	1,400.00
	Sillas	4	50.00	200.00
	Basurero	3	40.00	120.00
			<b>TOTAL</b>	<b>1,720.00</b>

Cuadro 30. Inversión inicial en vehículos

ÁREA	EQUIPO	CANTIDAD	COSTO POR UNIDAD (Q)	COSTO (Q)
Vehículos	Vehículos	2	70,000.00	140,000.00
			<b>TOTAL</b>	<b>140,000.00</b>

Cuadro 31. Inversión inicial en otros costos

ÁREA	EQUIPO	CANTIDAD	COSTO POR UNIDAD (Q)	COSTO (Q)
Otros	Bomba de agua general	1	5,500.00	5,500.00
	Camilla	1	250.00	250.00
	Modificación de casa	1	250,000.00	250,000.00
	Señalización de planta	1	1,500.00	1,500.00
			<b>TOTAL</b>	<b>257,250.00</b>

Cuadro 32. Costos de salarios de personal

COSTO SALARIOS MENSUAL (Q)	82,922.80
COSTO SALARIOS ANUAL (Q)	995,073.62

Cuadro 33. Porcentajes utilizados para el cálculo de salarios y prestaciones

PRESTACIÓN	PORCENTAJE
IGSS	10.67%
IRTRA	1.00%
INTECAP	1.00%
Aguinaldo	8.33%
Bono 14	8.33%
Pasivo	8.33%
Otros	8.33%
TOTAL	46.00%

Cuadro 34. Impuestos

IVA	12%
ISR	5%

Cuadro 35. Tasas de depreciación por el método SMARC (Blank &amp; Tarquin, 2004:559)

AÑO	n = 3	n=5	n=7
1	33.33%	20.00%	14.29%
2	44.45%	32.00%	24.49%
3	14.81%	19.20%	17.49%
4	7.41%	11.52%	12.49%
5		11.52%	8.93%
6		5.76%	8.92%
7			8.93%
8			4.46%

Cuadro 36. Periodos de recuperación SMARC para diversas descripciones de activos (Blank &amp; Tarquin, 2004:563)

DESCRIPCIÓN DEL ACTIVO (PROPIEDAD PERSONAL E INMOBILIARIA)	PERIODO AÑOS
Dispositivos especiales para manufactura y manejo, tractores, caballos de carreras	3
Computadoras y periféricos, equipo de duplicación, automóviles, cambrones, autobuses, contenedores de carga, algún equipo de manufactura	5
Muebles de oficina; algún equipo de manufactura; maquinaria agrícola; toda la propiedad no contenida en otra clase	7

Cuadro 37. Crecimiento anual en ventas y en costos fijos y variables

CATEGORÍA	VALOR
VENTAS	10%
COSTOS FIJOS Y VARIABLES	7.53%

Cuadro 38. Detalle de costos fijos anuales

ÁREA	EQUIPO	CANTIDAD	COSTO POR UNIDAD (Q)	COSTO (Q)
Recursos humanos	Material de oficina	1	2,500.00	2,500.00
Bodega de materia prima	Equipo de seguridad (lentes, respiradores, guantes, etc.)	1	2,500.00	2,500.00
	Material de oficina	1	1,500.00	1,500.00
Bodega de producto terminado	Material de oficina	1	1,500.00	1,500.00
	Equipo de seguridad (lentes, respiradores, guantes, etc.)	1	2,500.00	2,500.00
Área de producción	Utensilios de trabajo	1	1,000.00	1,000.00
	Material de oficina	1	3,000.00	3,000.00
	Equipo de seguridad (lentes, respiradores, guantes, etc.)	1	3,000.00	3,000.00
Oficinas administrativas y ventas	Servicio de Internet	1	6,000.00	6,000.00
	Servicio de extracción de basura	1	600.00	600.00
	Servicio de agua	12	800.00	9,600.00
	Servicio de luz	12	800.00	9,600.00
	Servicio de teléfono	12	1,250.00	15,000.00
Área de mantenimiento	Material de oficina	1	5,000.00	5,000.00
	Mantenimiento de equipo de tratamiento de agua	12	1,300.00	15,600.00
Área de comida	Repuestos	12	1,000.00	12,000.00
	Depósito de agua potable	1	2,640.00	2,640.00
Baños y vestidores	Jabón	1	500.00	500.00
	Papel de baño	1	1,600.00	1,600.00
Vehículos	Combustibles	1	24,000.00	24,000.00
	Seguro de vehículos	1	16,800.00	16,800.00
Otros	Escoba	12	35.00	420.00
	Trapeador	12	45.00	540.00
	Desinfectantes	1	500.00	500.00
	Servicio de calibración de balanza	1	600.00	600.00
	Compra licencias antivirus	5	640.00	3,200.00
	Contabilidad externa	1	3,000.00	3,000.00
	Alquiler de casa	12	12,000.00	144,000.00
	Material médico	1	300.00	300.00
	Servicio de seguridad	2	3,500.00	7,000.00
	Servicio de alarma	12	600.00	7,200.00
	Pago de préstamo	1	44,502.93	44,502.93
Uniformes	2	1,300.00	2,600.00	

TOTAL	350,302.93
-------	------------

Cuadro 39. Costos de salarios de personal (base: un mes)

	PUESTO	SUELDO BASE (Q)	IGSS (Q)	IRTRA (Q)	INTECAP (Q)	AGUINALDO (Q)	BONO 14 (Q)	PASIVO (Q)	OTROS (Q)	TOTAL PRESTACIONES (Q)	BONIFICACION (Q)	TOTAL (Q)
1	Gerente general	10,000.00	1,067.00	100.00	100.00	833.33	833.33	833.33	833.33	4,600.33	250.50	14,850.83
2	Jefe de ventas	5,000.00	533.50	50.00	50.00	416.67	416.67	416.67	416.67	2,300.17	250.50	7,550.67
3	Jefe de producción	5,000.00	533.50	50.00	50.00	416.67	416.67	416.67	416.67	2,300.17	250.50	7,550.67
4	Jefe de recursos humanos	3,000.00	320.10	30.00	30.00	250.00	250.00	250.00	250.00	1,380.10	250.50	4,630.60
5	Secretaria-recepcionista	1,800.00	192.06	18.00	18.00	150.00	150.00	150.00	150.00	828.06	250.50	2,878.56
6	Supervisor de producción	3,500.00	373.45	35.00	35.00	291.67	291.67	291.67	291.67	1,610.12	250.50	5,360.62
7	Supervisor de control de calidad	3,500.00	373.45	35.00	35.00	291.67	291.67	291.67	291.67	1,610.12	250.50	5,360.62
8	Encargado de bodega de materia prima	2,800.00	298.76	28.00	28.00	233.33	233.33	233.33	233.33	1,288.09	250.50	4,338.59
9	Encargado de bodega de producto terminado	2,800.00	298.76	28.00	28.00	233.33	233.33	233.33	233.33	1,288.09	250.50	4,338.59
10	Jefe de mantenimiento	3,500.00	373.45	35.00	35.00	291.67	291.67	291.67	291.67	1,610.12	250.50	5,360.62
11	Vendedor	4,000.00	426.80	40.00	40.00	333.33	333.33	333.33	333.33	1,840.13	250.50	6,090.63
12	Chofer 1	2,000.00	213.40	20.00	20.00	166.67	166.67	166.67	166.67	920.07	250.50	3,170.57
13	Chofer 2	2,000.00	213.40	20.00	20.00	166.67	166.67	166.67	166.67	920.07	250.50	3,170.57
14	Ayudante de chofer 1	1,800.00	192.06	18.00	18.00	150.00	150.00	150.00	150.00	828.06	250.50	2,878.56
15	Ayudante de chofer 2	1,800.00	192.06	18.00	18.00	150.00	150.00	150.00	150.00	828.06	250.50	2,878.56
16	Persona de limpieza	1,550.00	165.39	15.50	15.50	129.17	129.17	129.17	129.17	713.05	250.50	2,513.55
	<b>TOTAL</b>	<b>54,050.00</b>	<b>5,767.14</b>	<b>540.50</b>	<b>540.50</b>	<b>4,504.17</b>	<b>4,504.17</b>	<b>4,504.17</b>	<b>4,504.17</b>	<b>24,864.80</b>	<b>4,008.00</b>	<b>82,922.80</b>

Cuadro 40. Depreciaciones calculadas para los años 1, 2, 3 y 4

	ARTICULO	MONTO INICIAL (Q)	AÑOS DEPRECIACIÓN	1 (Q)	2 (Q)	3 (Q)	4 (Q)
1	Montacargas	77,000.00		25,664.10	34,226.50	11,403.70	5,705.70
2	Escritorios	5,000.00	7	714.50	1,224.50	874.50	624.50
3	Sillas	4,000.00	7	571.60	979.60	699.60	499.60
4	Archivos	1,500.00	7	214.35	367.35	262.35	187.35
5	Computadoras	40,000.00	5	8,000.00	12,800.00	7,680.00	4,608.00
6	Impresoras	3,000.00	5	600.00	960.00	576.00	345.60
7	Estanterías y tarimas	6,600.00	7	943.14	1,616.34	1,154.34	824.34
8	Extintores	1,600.00	7	228.64	391.84	279.84	199.84
9	Carretillas	750.00	3	249.98	333.38	111.08	55.58
10	Escaleras	1,400.00	7	200.06	342.86	244.86	174.86
11	Tanque de mezcla	5,000.00	5	1,000.00	1,600.00	960.00	576.00
12	Compresor	5,000.00	5	1,000.00	1,600.00	960.00	576.00
13	Llenadora de pistón	40,000.00	5	8,000.00	12,800.00	7,680.00	4,608.00
14	Mesas de trabajo	900.00	7	128.61	220.41	157.41	112.41
15	Fax	700.00	5	140.00	224.00	134.40	80.64
16	Planta telefónica	5,000.00	5	1,000.00	1,600.00	960.00	576.00
17	Fotocopiadora	6,000.00	5	1,200.00	1,920.00	1,152.00	691.20
18	Mesas	450.00	7	64.31	110.21	78.71	56.21
19	Microondas	300.00	7	42.87	73.47	52.47	37.47
20	Refrigeradora	800.00	7	114.32	195.92	139.92	99.92
21	Vehículos	140,000.00	5	28,000.00	44,800.00	26,880.00	16,128.00
22	Equipo tratamiento de agua	75,000.00	5	15,000.00	24,000.00	14,400.00	8,640.00
23	Balanza	2,800.00	5	560.00	896.00	537.60	322.56
				93,636.47	143,282.37	77,378.77	45,729.77

Cuadro 41. Depreciaciones calculadas para los años 5, 6, 7 y 8

	ARTICULO	MONTO INICIAL (Q)	AÑOS DEPRECIACIÓN	5 (Q)	6 (Q)	7 (Q)	8 (Q)
1	Montacargas	77,000.00					
2	Escritorios	5,000.00	7	446.50	446.00	446.50	223.00
3	Sillas	4,000.00	7	357.20	356.80	357.20	178.40
4	Archivos	1,500.00	7	133.95	133.80	133.95	66.90
5	Computadoras	40,000.00	5	4,608.00	2,304.00		
6	Impresoras	3,000.00	5	345.60	172.80		
7	Estanterías y tarimas	6,600.00	7	589.38	588.72	589.38	294.36
8	Extintores	1,600.00	7	142.88	142.72	142.88	71.36
9	Carretillas	750.00	3				
10	Escaleras	1,400.00	7	125.02	124.88	125.02	62.44
11	Tanque de mezcla	5,000.00	5	576.00	288.00		
12	Compresor	5,000.00	5	576.00	288.00		
13	Llenadora de pistón	40,000.00	5	4,608.00	2,304.00		
14	Mesas de trabajo	900.00	7	80.37	80.28	80.37	40.14
15	Fax	700.00	5	80.64	40.32		
16	Planta telefónica	5,000.00	5	576.00	288.00		
17	Fotocopiadora	6,000.00	5	691.20	345.60		
18	Mesas	450.00	7	40.19	40.14	40.19	20.07
19	Microondas	300.00	7	26.79	26.76	26.79	13.38
20	Refrigeradora	800.00	7	71.44	71.36	71.44	35.68
21	Vehiculos	140,000.00	5	16,128.00	8,064.00		
22	Equipo tratamiento de agua	75,000.00	5	8,640.00	4,320.00		
23	Balanza	2,800.00	5	322.56	161.28		
				39,165.72	20,587.46	2,013.72	1,005.73

Cuadro 42. Flujo de caja del proyecto para los años 0, 1, 2, 3, 4 y 5(sin préstamo)

AÑO	0 (Q)	1 (Q)	2 (Q)	3 (Q)	4 (Q)	5 (Q)
INGRESOS		2,634,163.20	2,897,579.52	3,187,337.47	3,506,071.22	3,856,678.34
COSTOS VARIABLES		1,113,538.40	1,197,387.84	1,287,551.14	1,384,503.75	1,488,756.88
COSTOS FABRICACIÓN FIJOS		1,345,376.55	1,446,683.40	1,555,618.66	1,672,756.75	1,798,715.33
DEPRECIACIÓN		93,636.47	143,282.37	77,378.77	45,729.77	39,165.72
UTILIDAD ANTES IMPUESTO		81,611.78	110,225.91	266,788.89	403,080.96	530,040.42
IMPUESTO		13,874.00	18,738.40	45,354.11	68,523.76	90,106.87
UTILIDAD NETA		67,737.78	91,487.50	221,434.78	334,557.19	439,933.55
DEPRECIACIÓN		93,636.47	143,282.37	77,378.77	45,729.77	39,165.72
INVERSIÓN INICIAL	693,190.00					
FLUJO DE CAJA	(693,190.00)	161,374.25	234,769.87	298,813.55	380,286.96	479,099.26

Cuadro 43. Flujo de caja del proyecto para los años 6, 7, 8, 9 y 10 (sin préstamo)

AÑO	6 (Q)	7 (Q)	8 (Q)	9 (Q)	10 (Q)
INGRESOS	4,242,346.18	4,666,580.79	5,133,238.87	5,646,562.76	6,211,219.04
COSTOS VARIABLES	1,600,860.27	1,721,405.05	1,851,026.85	1,990,409.17	2,140,286.98
COSTOS FABRICACIÓN FIJOS	1,934,158.60	2,079,800.74	2,236,409.73	2,404,811.39	2,585,893.68
DEPRECIACIÓN	20,587.46	2,013.72	1,005.73		
UTILIDAD ANTES IMPUESTO	686,739.85	863,361.29	1,044,796.56	1,251,342.20	1,485,038.37
IMPUESTO	116,745.77	146,771.42	177,615.42	212,728.17	252,456.52
UTILIDAD NETA	569,994.07	716,589.87	867,181.14	1,038,614.03	1,232,581.85
DEPRECIACIÓN	20,587.46	2,013.72	1,005.73		
INVERSIÓN INICIAL					
FLUJO DE CAJA	590,581.53	718,603.59	868,186.87	1,038,614.03	1,232,581.85

Cuadro 44. Flujo de caja del proyecto para los años 0, 1, 2, 3, 4 y 5 (con préstamo)

AÑO	0 (Q)	1 (Q)	2 (Q)	3 (Q)	4 (Q)	5 (Q)
INGRESOS		2,634,163.20	2,897,579.52	3,187,337.47	3,506,071.22	3,856,678.34
COSTOS VARIABLES		1,113,538.40	1,197,387.84	1,287,551.14	1,384,503.75	1,488,756.88
COSTOS FABRICACIÓN FIJOS		1,345,376.55	1,446,683.40	1,555,618.66	1,672,756.75	1,798,715.33
INTERES		36,000.00	34,469.47	32,663.45	30,532.35	28,017.64
DEPRECIACIÓN		93,636.47	143,282.37	77,378.77	45,729.77	39,165.72
UTILIDAD ANTES IMPUESTO		45,611.78	75,756.43	234,125.44	372,548.61	502,022.78
IMPUESTO		7,754.00	12,878.59	39,801.33	63,333.26	85,343.87
UTILIDAD NETA		37,857.78	62,877.84	194,324.12	309,215.35	416,678.91
DEPRECIACIÓN		93,636.47	143,282.37	77,378.77	45,729.77	39,165.72
INVERSIÓN INICIAL	693,190.00					
PRESTAMO	200,000.00					
FLUJO DE CAJA	-693,190.00	131,494.25	206,160.21	271,702.89	354,945.12	455,844.62
AMORTIZACIÓN DE DEUDA		8,502.93	10,033.46	11,839.48	13,970.58	16,485.29
FLUJO INVERSIONISTA	-493,190.00	122,991.32	196,126.76	259,863.41	340,974.53	439,359.33

Cuadro 45. Flujo de caja del proyecto para los años 6, 7, 8, 9 y 10 (con préstamo)

AÑO	6 (Q)	7 (Q)	8 (Q)	9 (Q)	10 (Q)
INGRESOS	4,242,346.18	4,666,580.79	5,133,238.87	5,646,562.76	6,211,219.04
COSTOS VARIABLES	1,600,860.27	1,721,405.05	1,851,026.85	1,990,409.17	2,140,286.98
COSTOS FABRICACIÓN FIJOS	1,934,158.60	2,079,800.74	2,236,409.73	2,404,811.39	2,585,893.68
INTERES	25,050.29	21,548.81	17,417.07	12,541.62	6,788.58
DEPRECIACIÓN	20,587.46	2,013.72	1,005.73		
UTILIDAD ANTES IMPUESTO	661,689.56	841,812.48	1,027,379.49	1,238,800.58	1,478,249.79
IMPUESTO	112,487.23	143,108.12	174,654.51	210,596.10	251,302.46
UTILIDAD NETA	549,202.34	698,704.36	852,724.97	1,028,204.48	1,226,947.32
DEPRECIACIÓN	20,587.46	2,013.72	1,005.73		
INVERSIÓN INICIAL					
PRESTAMO					
FLUJO DE CAJA	569,789.80	700,718.07	853,730.70	1,028,204.48	1,226,947.32
AMORTIZACIÓN DE DEUDA	19,452.64	22,954.12	27,085.86	31,961.31	37,714.35
FLUJO INVERSIONISTA	550,337.16	677,763.96	826,644.85	996,243.17	1,189,232.98

Cuadro 46. Cuotas, interés y amortización del préstamo

AÑO	SALDO DEUDA (Q)	CUOTA (Q)	INTERES (Q)	AMORTIZACIÓN (Q)
1	200,000.00	44,502.93	36,000.00	8,502.93
2	191,497.07	44,502.93	34,469.47	10,033.46
3	181,463.62	44,502.93	32,663.45	11,839.48
4	169,624.14	44,502.93	30,532.35	13,970.58
5	155,653.56	44,502.93	28,017.64	16,485.29
6	139,168.27	44,502.93	25,050.29	19,452.64
7	119,715.63	44,502.93	21,548.81	22,954.12
8	96,761.51	44,502.93	17,417.07	27,085.86
9	69,675.66	44,502.93	12,541.62	31,961.31
10	37,714.35	44,502.93	6,788.58	37,714.35

Cuadro 47. Cálculo VAN

AÑO	VALOR PRESENTE (Q)
0	-493,190.00
1	117,695.04
2	179,599.14
3	227,717.42
4	285,928.06
5	352,564.36
6	422,601.56
7	498,040.24
8	581,284.36
9	670,376.44
10	765,780.03
<b>TOTAL</b>	<b>3,608,396.67</b>

Cuadro 48. TR

AÑO	FLUJO DE CAJA SIN DESCUENTO (Q)	SUMATORIA DE FLUJOS DE CAJA SIN DESCUENTO (Q)	FLUJO DE CAJA DESCONTADO (Q)	SUMATORIA DE FLUJOS DE CAJA DESCONTADOS (Q)
0	(693,190.00)	(693,190.00)	(693,190.00)	(693,190.00)
1	161,374.25	(531,815.75)	67,737.78	(625,452.22)
2	234,769.87	(297,045.88)	91,487.50	(533,964.72)
3	298,813.55	1,767.68	221,434.78	(312,529.93)
4	380,286.96	382,054.64	334,557.19	22,027.26
TIEMPO	Dos años, 11 meses y 27 días		Tres años, 11 meses y seis días	

## E. Empaque de producto terminado

Se utilizarán botellas de politereftalato de etileno (PET) para envasar el aromatizante y desodorante. El PET es un plástico del grupo de los poliésteres. Se le produce a partir de petróleo o de gas natural. El PET es ligero, irrompible y reciclable a 100%.

Actualmente, el principal uso para la resina PET es la fabricación de envases para:

- Refrescos.
- Agua purificada.
- Aceite comestible.
- Alimentos.
- Medicinas.
- Productos de limpieza.
- Productos de aseo personal.
- Cosméticos, entre otros.

## F. Cálculos realizados

1. **Salarios.** Utilizando los valores del Cuadro 33, donde se indican los porcentajes correspondientes a cada cuota y el salario base del gerente general que tiene un valor de Q10,000.00 según Cuadro 39; el valor correspondiente a la cuota del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS) se calcula como se muestra a continuación:

$$\text{Cuota IGSS} = \text{Salario base} \times \% \text{IGSS} = (\text{Q}10,000.00) \times (0.1067) = \text{Q}1,607.00$$

(Ecuación 1)

Los valores del Instituto de Recreación de los Trabajadores de la Empresa Privada de Guatemala (IRTRA), Instituto Técnica de Capacitación y Productividad (INTECAP), aguinaldo, bono 14, pasivo y otros (capacitaciones) se calcularon de la misma forma con su respectivo porcentaje. Para obtener el costo total del salario del gerente general en el mes se realiza el siguiente cálculo:

$$\text{Costo total salario} = \text{Salario base} + \text{IGSS} + \text{IRTRA} + \text{INTECAP} + \text{aguinaldo} + \text{Bono 14} + \text{Pasivo} + \text{Otros} + \text{Bonificación}$$

(Ecuación 2)

$$\text{Costo total} = \text{Q}10,000.00 + \text{Q}1,607.00 + \text{Q}100.00 + \text{Q}100.00 + \text{Q}833.33 + \text{Q}833.33 + \text{Q}833.33 + \text{Q}833.33 + \text{Q}250.50$$

$$\text{Costo total} = \text{Q}14,850.83$$

Los sueldos de los otros empleados se obtuvieron de la misma forma.

2. **Depreciaciones.** Para el cálculo de las depreciaciones se utilizó el método SMARC. Los valores de las tasas de depreciación aplicadas se muestran en el Cuadro 35. El primer paso para obtener los valores de depreciación anuales es buscar a que categoría del Cuadro 36 pertenece el activo para conocer el periodo de recuperación al que debe ser calculada la depreciación.

En el caso de las computadoras se tiene un periodo de recuperación igual a cinco años. El siguiente paso es multiplicar el costo inicial o base por la tasa correspondiente al año que se desea. Las computadoras tienen un costo inicial de Q40,000.00, para el año uno, la tasa de depreciación tiene un valor de 20.00%:

$$\text{Depreciación en año } n = (\text{Tasa depreciación SMARC}) \times (\text{Base})$$

(Ecuación 3)

$$\text{Depreciación año uno} = 0.2000 \times Q40,000.00 = Q8,000.00$$

Las depreciaciones para los siguientes años se calcularon de la misma forma, utilizando la tasa de depreciación correspondiente al año deseado.

3. Flujo de caja del proyecto. En el Cuadro 44 y Cuadro 45 se muestra el flujo de caja del proyecto para diez años. El flujo de caja cuenta con lo siguientes apartados:

+	Ingresos afectos a impuestos	
-	Egresos afectos a impuestos (costos variables y costos fijos)	
-	Intereses del préstamo	
-	Gastos no desembolsables (depreciación)	
<hr/>		
=	Utilidad antes de impuesto	
-	Impuesto (IVA y ISR)	
<hr/>		
=	Utilidad después del impuesto	
+	Ajuste por gastos no desembolsables	
+	Prestamo	
-	Amortización de la deuda	
<hr/>		
=	Flujo de caja	

Los ingresos afectos a impuestos se calcularon de la siguiente forma:

$$\text{Ingresos} = (\text{Cantidad de unidades vendidas en el año}) \times (\text{Precio de venta})$$

(Ecuación 4)

De acuerdo con el Cuadro 6, la cantidad de unidades vendidas en el año es 237,312 y el precio de venta es Q11.10, por lo tanto:

$$\text{Ingresos} = (237,312) \times (Q11.10) = Q2,634,163.20$$

Los egresos afectos a impuestos corresponden a los costos fijos, Cuadro 15, y a los costos variables, Cuadro 16. Los gastos no desembolsables están dados por la depreciación de los activos.

Para el cálculo de los impuestos se utilizó los valores que se muestran en el Cuadro 34. La suma del IVA y el ISR tiene el valor del 17%. Para el año uno, las utilidades antes del impuesto son Q45,611.78,

$$\text{Impuesto} = (\text{Utilidades antes del impuesto}) \times (\text{Porcentaje impuestos}) \quad (\text{Ecuación 5})$$

$$\text{Impuesto} = (Q45,611.78) \times (0.17) = Q7,754.00$$

El ajuste por gastos no desembolsables se hace sumando el valor de depreciación correspondiente al año.

4. VAN. Para calcular el valor actual neto (VAN) se utiliza la siguiente ecuación:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{BN_t}{(1+r)^t} - I_0$$

(Ecuación 6) (Sapag & Sapag, 2003: 302)

Donde  $BN_t$  es el flujo de caja en el año  $t$ ,  $I_0$  es la inversión inicial,  $t$  el año y  $r$  la TIR para la cual el valor neto actual es igual a 0. También puede utilizarse la función de Microsoft Excel llamada VNA. En el cuadro VNA se escribe el interés en la casilla correspondiente a Tasa y se selecciona el rango completo de valores del flujo de caja del proyecto. Marcando Aceptar se obtiene el valor actual del flujo de caja del proyecto (*ibid.*)

Si el VAN puede tener un resultado igual a cero, indicando que el proyecto renta justo lo que se exige; si el resultado es positivo, indica que el proyecto proporciona esa cantidad de remanente sobre lo exigido. Si el resultado es negativo, debe interpretarse como la cantidad que falta para que el proyecto rente lo exigido por el inversionista (*ibid.*)

Para el proyecto, el VAN para el proyecto durante diez años tiene un valor de Q3,608,396.67. Los valores presentes individuales de cada año se muestran en el Cuadro 47.