

Diseño de una línea de producción automatizada para desinfectante
aromatizado en una empresa dedicada a la comercialización de
productos de limpieza en Guatemala

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE
GUATEMALA

Facultad de Ingeniería

Diseño de una línea de producción automatizada para desinfectante
aromatizado en una empresa dedicada a la comercialización de
productos de limpieza en Guatemala

Trabajo de investigación presentado
por Carlos Andrés Robles Ginocchio
para optar al grado de Licenciado en
Ingeniería Química.

Guatemala

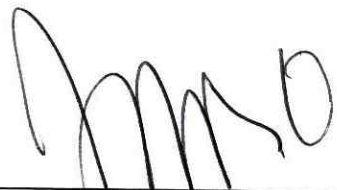
2005

Vo.Bo.:

(f) 
Ingeniero Alejandro Hidalgo

Tribunal:

(f) 
Ingeniero Alejandro Hidalgo

(f) 
Ingeniero Jaime Rosales

(f) 
Ingeniero Jose Eduardo Calderon

Fecha de aprobación:

5/11/2005

PREFACIO

Quiero agradecer sobre todas las cosas a Dios, ya que sin Él y la paciencia que me brindó en mis últimos meses de estudio, todo esto no se hubiera podido lograr. A mi familia, que me respaldó en todo lo cursado para poder graduarme. Porque son ellos un estandarte sobre el cual se apoya toda mi confianza y perseverancia para llegar a este punto de la vida.

Para la realización de este trabajo agradezco especialmente al ingeniero Alejandro Hidalgo por su asesoría. A todas aquellas personas que de alguna forma aportaron ideas e información para que mi investigación se facilitara.

La empresa interesada en estos estudios dimensionales y económicos del equipo se tomó la molestia de facilitar y habilitar mi estudio por lo que mis agradecimientos son continuos.

A una bella dama, mi novia que me apoya en todo.

ÍNDICE

	Página
PREFACIO.....	v
ÍNDICE DE CUADROS.....	viii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
Capítulos	
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II ANTECEDENTES.....	2
A. Desinfectantes.....	2
1. La desinfección.....	2
2. Características de un desinfectante	2
3. Selección de un desinfectante.....	2
B. Tipos de desinfectantes.....	3
1. Ácido peracético.....	3
2. Agua Oxigenada	3
3. Alcoholes	4
4. Cloruro de Benzalconio	4
5. Derivados de Mercurio	4
6. Yodo y Yodóforos.....	4
7. Providona-Yodada.....	5
8. Aldehidos.....	5
a. Formaldehidos.....	5
b. Glutaraldehidos	5
9. Cloro- hipoclorito sódico	6
10. Compuestos Fenólicos.....	7
11. Virkon.....	7
C. Reglamentación de los desinfectantes	8
a. Autorización.....	8
b. Etiquetado	8
D. Pasos para la correcta desinfección de una instalación.....	9
III. JUSTIFICACIÓN.....	10
IV. OBJETIVOS.....	11
a. General.....	11
b. Específicos.....	11

V. PROBLEMA A RESOLVER	12
VI. METODOLOGÍA.....	13
VII. RESULTADOS.....	14
A. Diseño y distribución de la línea de producción.....	14
B. Descripción dimensionamiento y diseño de equipo e instrumentación de la línea de producción.de desinfectante.....	17
1. Mezclado de materias primas.....	17
2. Proceso de envasado.....	18
a. Equipo auxiliar.....	20
3. Proceso de taponado.....	21
4. Proceso de etiquetado.....	21
C. Análisis del beneficio de producción automatizada.....	23
D. Reducción de la mano de obra.....	24
E. Planeación mensual de la mano de obra.....	26
F. Análisis Financiero.....	27
VIII. DISCUSIÓN.....	28
IX. CONCLUSIONES.....	31
X. RECOMENDACIONES.....	32
XI. BIBLIOGRAFÍA.....	33
XII. ANEXOS.....	34
Anexo A: Capacidad de producción.....	35
Anexo B: Consumo de energía	37
Anexo C: Costo unitario de cilindros y galones.....	38
A. Mano de obra	38
B. Costo energético.....	39
C. Costo de materia prima	40
D. Totales de costo.....	41
Anexo D: Análisis de rentabilidad del proyecto	43
A. Análisis marginal de la compra.....	46
Anexo E: Análisis de mercado.....	48
1. Situación actual.....	48
2. Que hace la competencia y la tendencia del mercado.....	48
3. Posibles mercados... ..	48

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
1 Consumo de energía por etapas.....	17
2 Características de la mesa de alimentación de envases.....	18
3 Características de la tolva de nivel.....	19
4 Características de boquilla de llenado.....	19
5 Consumo del proceso de envasado (tolva y boquilla).....	19
6 Características de la banda transportadora.....	20
7 Datos técnicos del compresor de aire.....	20
8 Datos de la taponadora neumática.....	21
9 Características técnicas de la etiquetadora.....	22
10 Costos de la producción unitaria de litro.....	22
11 Costos de la producción unitaria de galón.....	23
12 Decremento de costo de producto unitario en porcentajes.....	24
13 Costo de cilindro: unitario y según la demanda de mano de obra.....	24
14 Costo de galón: unitario y según la demanda de mano de obra.....	25
15 Costos totales de mano de obra en la producción mensual.....	25
16 Sueldo base de los operarios.....	25
17 Operarios necesarios para operar las líneas.....	25
18 Tiempo hábil.....	26
19 Producción necesaria.....	26
20 Pasos de producción y tiempo necesario para un batch de producción.....	26
21 Datos necesarios para completar producción de un aroma.....	26
22 Datos para la producción completa.....	26
23 Datos del análisis con la automatización.....	27
24 Utilidad neta.....	27
25 Flujo de caja neto.....	27
26 Datos para cálculo de capacidad de producción.....	35
27 Datos para cálculo de costo unitario.....	38
28 Datos de costo energético y horas de utilización de máquina.....	39
29 Costo de materias primas.....	40
30 Porcentaje de materias primas en el desinfectante.....	40
31 Costo unitario total.....	41
32 Porcentajes de ganancia para cilindros y galones de desinfectante.....	42

33	Ventas.....	43
34	Costos.....	43
35	Gastos.....	44
36	Utilidad neta.....	44
37	Ventas sin automatización.....	45
38	Costos sin automatización.....	45
39	Gastos sin automatización.....	45
40	Utilidad neta sin automatización.....	46
41	Diferencia entre márgenes brutos.....	46
42	Diferencia de gastos totales.....	46
43	Utilidad antes y después de ISR.....	47
44	Flujo de caja neto.....	47

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico	Pág.
1 Distribución de altura y longitud de la línea.....	16
2 Distribución de la línea de producción en la planta.....	15
3 Diagrama de flujo.....	16
4 Motor mezclador.....	17
5 Tanque de mezcla.....	18
6 Compresor de aire.....	20
7 Etiquetadora.....	21
8 Distribución de costo de litro de desinfectante con proceso automatizado.....	22
9 Distribución de costos de litro sin proceso de automatización.....	23
10 Distribución de costos de galón de desinfectante con proceso automatizado.....	23
11 Distribución de costos de galón para proceso automatizado.....	24
12 Flujo de caja.....	27

RESUMEN

Este trabajo tiene como propósito desarrollar y diseñar una línea nueva y automatizada para un proceso ya existente en una empresa guatemalteca dedicada a la producción y comercialización de productos de limpieza. Se elige maquinaria adecuada para el proceso, dependiendo de su exactitud, ventajas económicas y rendimiento de operación. Se analiza la diferencia de costo del producto unitario con y sin la automatización, y a partir de estos resultados se elabora un estudio económico para saber el crecimiento de la utilidad neta de la empresa, el decremento de los gastos de mano de obra principalmente y un porcentaje de rentabilidad del proyecto.

Se encuentra que con la nueva línea de producción el número de trabajadores se reduciría a 2, siendo 12 el actual número de trabajadores. Se encontró que el costo unitario con la línea automatizada, de los litros de desinfectante es de Q 2.7578 y el de los galones es de Q 7.2631 resultando en un decremento del 8.53 % para litros y 14.76 % para galones sobre el precio anterior. El estudio involucra también una distribución de la nueva línea de producción en la planta. Se determina la cantidad de tiempo para igualar la producción mensual actual con la línea automatizada brinda un 25 % de holgura y de esta manera hace necesario la búsqueda de nuevos mercados. La planeación de la producción debe ser establecida de forma que se trabaje con un aroma hasta terminar la producción mensual demandada y después comenzar a trabajar otro aroma para lograr la holgura en el tiempo de producción.

El análisis económico determinó que el Tiempo de Retorno de Inversión es de 10.3 meses. A partir de ese mes la utilidad neta al año es de Q 411,796.20, lo que hace muy rentable al proyecto. Todo esto hace sumamente rentable en cuestiones de calidad y economía automatizar la línea de producción de desinfectante aromatizado existente en una empresa dedicada a la comercialización de productos de limpieza en Guatemala.

ABSTRACT

The present work has de purpose of designing a new and automized production line for a process that already exists in a Guatemalan enterprise, dedicated to the production and commercialization of cleaning products. Adequate machinery is selected for the process, depending on its exactitude, economical advantages and operational yield. The difference between the cost of the unitary product with and without automatization is analyzed, and from these results an economical study to know the growth of net income of the enterprise, the decrease of labor and the return on invested capital. is elaborated.

It's now known that with the automatization the number of workers is decreases from twelve to two. The unitary cost of the product with the automized line is Q 2.7578 for liters and Q 7.2631 for gallons, resulting in an 8.53 % decrease in price for litters and a 14.76 % decrease in price for gallons. The study also involves a lay out of the production line in the plant. The amount of time to equal the monthly production with the new line gives a 25 % slack in time and makes necessary the search of new markets. The production planning must be establishes in the way that only one scent is to be work continuously until the monthly production to meet the demand is finished, and then start working on another scent.

The economical study determined that the time of return of investment is 10.3 months. Starting from there the net income is Q 411,796.20, what makes the project suitable. In matters of quality and economy it is suitable to automatize the production line in an existing enterprise dedicated to the production and commercialization of cleaning products in Guatemala.

I. INTRODUCCIÓN

En el siguiente trabajo se diseñó una línea de producción automatizada de desinfectante aromatizado. Existe una gran cantidad de productos químicos que se pueden emplear para la desinfección de las diferentes superficies, tanto en el ámbito doméstico como en el industrial. Los desinfectantes son preparaciones con propiedades germicidas y bactericidas, es decir, que eliminan microorganismos patógenos.

En una empresa guatemalteca dedicada a la producción de artículos de limpieza, existe actualmente una línea de producción manual e ineficiente para la demanda del mercado, debido al excesivo tiempo de elaboración del producto, pérdida de producto por derrames, etiquetado incorrecto y mala visualización de nivel de llenado. Por esto el objetivo principal de este trabajo es actualizar y proporcionar una línea de producción automatizada que permita a la empresa optimizar los tiempos de producción y como consecuencia, aumentar su producción de desinfectante para poder abastecer su demanda actual y futura.

Este trabajo presenta y describe el equipo, instrumentación y maquinaria a utilizarse para la nueva línea, así como una evaluación de la operación antes y después que permita medir los beneficios en materia de productividad, calidad y personal impactando todo esto en resolver la problemática actual de la empresa para mantener estándares de calidad y crecimiento sostenible.

Se realizó un estudio económico para demostrar la factibilidad de montar la nueva línea de producción automatizada, basándose en la capacidad de venta y capacidad adquisitiva de la empresa.

II. ANTECEDENTES

A. Desinfectantes:

Los desinfectantes son preparaciones con propiedades germicidas y bactericidas, que se aplican en los diferentes sectores tales como: hospitales, alimenticios, domésticos etc., es decir, donde se requiere una atmósfera estéril de gérmenes patógenos que alteren la salud.. Los desinfectantes deben su acción a los ingredientes activos que contienen, principalmente: fenoles, cresol, aceite de pino, alcohol isopropílico, etc. Los ingredientes activos son complementados por emulsificantes y otros ingredientes inertes como el agua, colorantes, fijadores, etc. (Smith, 2001)

1. La desinfección: Para discutir apropiadamente sobre el objeto de la desinfección, es necesario

hacer una breve definición de los términos. La esterilización es el uso de un procedimiento físico o químico para destruir todas las formas de vida microbiana. La desinfección es generalmente un proceso menos letal, en el cual estas endosporas bacterianas no son habitualmente inactivadas, sin una exposición extensa a químicos desinfectantes altamente concentrados. Un antiséptico se define como un germicida que se usa en tejidos vivos, con el propósito de inhibir o destruir microorganismos. Algunos germicidas pueden ser utilizados como desinfectantes y antisépticos. (Smith, 2001)

2. Características de los desinfectantes.

a. Deben tener una buena concentración de ingredientes activos lo cual garantizará su efectividad y poder residual.

b. Si son desinfectantes para ambientes domésticos deben de tener un aroma agradable, para lo cual se le pueden adicionar esencias aromáticas, las cuales no alteran en absoluto el poder del ingrediente activo.

c. No deben contener sustancias tóxicas para el organismo humano o para animales menores, esto quiere decir, que al aplicarse el producto este no contamine. (Smith, 2001)

3. Selección de un desinfectante. Un número importante de criterios deben ser considerados, cuando se selecciona el desinfectante efectivo y apropiado. Los desinfectantes deben:

- Estar libre de olores fuertes y objetables.
- No ser corrosivos. · No tener una fuerte toxicidad luego de su aplicación, ni ser excesivamente irritantes.
- Ser efectivos a temperaturas ordinarias cuando se diluye en agua, y mezclarse rápidamente con ella.
- Estar empacados en una forma y concentración que sean fáciles de transportar, mezclar y económicos de usar.
- Tener una alta potencia antimicrobiana de rápida acción, aún en áreas altamente contaminadas.

(Smith, 2001)

Un simple desinfectante raramente cumple con todos estos criterios, y la elección del mismo debe estar basada en la interrelación de factores, como el tipo de superficies a ser limpiadas, una acción mecánica o de frotado, y el conocimiento de los microorganismos que están causando un riesgo de enfermedad. Para el empleo de estos productos es necesario conocer los riesgos ligados a su utilización y los consejos de prudencia que deben estar indicados en la etiqueta y en la ficha de datos de seguridad. En general, el producto debe poderse aplicar de tal manera que no presente ningún riesgo de toxicidad aguda o crónica para los animales y el hombre. Debe tenerse en cuenta que, por su propia función, destrucción de microorganismos, la mayoría de desinfectantes tienen unas características de toxicidad importantes. (Smith, 2001)

B. Tipos de desinfectantes

La siguiente es una descripción breve de muchos de los desinfectantes usados más ampliamente.

La efectividad de todos los desinfectantes aquí discutidos se mejora por una cuidadosa limpieza previa de todas las superficies con un chorro de alta presión y un buen detergente. (Smith, 2001)

1. **Ácido peracético.** Las soluciones de ácido peracético (peroxiacético) al 35%, que pueden ser diluidas hasta un mínimo del 0,2 %, se emplean como sustitutos del glutaraldehído, que es el desinfectante más ampliamente usado. El ácido peracético es una sustancia corrosiva y comburente, que a concentraciones superiores al 10 % tiene asignadas los números R: 7-10-20/21/22-35 y S: 3/7-14-36/37/ 39-45.(Manring: E, Meggs, Pape, 1997)

2. **Agua oxigenada.** Se utiliza como antiséptico en concentraciones del 6 %, que equivale a 20 volúmenes. Su empleo está muy extendido porque no produce irritación en los tejidos, lo que elimina la sensación de escozor, pero se descompone rápidamente por unas enzimas, las catalasas, que existen en los tejidos. (Manring E, Meggs, Pape, 1997)

Se emplea en soluciones acuosas en concentraciones del orden del 35 % o también, cuando se trata de procedimientos que implican la generación de fase vapor, a concentraciones ambientales no inferiores a 2 mg/L. Se usa muchas veces como sustituto del glutaraldehído. (Okano, Nomura, Hata, 1989)

El peróxido de hidrógeno es un compuesto que, a concentraciones superiores al 20 %, es corrosivo y comburente. La American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) establece para el peróxido de hidrógeno un TLV-TWA (valor límite ambiental para exposiciones de 8 horas/día y 40 horas a la semana) de 1 ppm (1,4 mg/m³). (Manring E, Meggs, Pape, 1997)

Se lo considera como un desinfectante oxidante, e incluye otros tales como ozono y permanganato de potasio. El peróxido de hidrógeno debe experimentar una compleja reacción química, no completamente entendida,

formando radicales de hidroxil altamente reactivos, los cuales atacan las membranas celulares. Existen preparados comerciales disponibles de peróxido de hidrógeno al 3 %, que son relativamente estables y efectivos cuando se usan en superficies inertes, pero el contacto debe ocurrir por un lapso de al menos 20 minutos para tener una acción fungicida. Las indicaciones apuntan que las concentraciones deben estar en un rango entre 10 y 25 %, con un tiempo de contacto mayor para ser esporicida. El peróxido de hidrógeno resultaría inapropiado para la desinfección en áreas de superficie grandes, las cuales no pueden ser sumergidas en la solución. (Manring E, Meggs, Pape, 1997)

3. Alcoholes. Los más habituales son el alcohol etílico o etanol y el alcohol isopropílico. Las concentraciones varían entre el 70 y el 96% en el caso del primero y entre el 70 y el 100 % en el segundo. Aunque sus aplicaciones son idénticas, se suele usar habitualmente el etanol por ser el menos irritante. El etanol es desinfectante de uso tópico más conocido y universalmente aplicado, especialmente para desinfección de la piel. (Manring E, Meggs, Pape, 1997)

Los alcoholes necesitan estar en una concentración de 70 % o más. Se evaporan rápidamente, resultando en tiempos de contacto muy breves, así como también existe una falta de habilidad para penetrar materiales orgánicos residuales. Las herramientas pequeñas que se desinfectarán deben ser previamente limpiadas, y luego ser totalmente sumergidas por 10 minutos. Los alcoholes son a menudo utilizados como antisépticos en la piel antes de la cirugía. (Manring E, Meggs, Pape, 1997)

4. Cloruro de benzalconio. Llamado también Compuestos Cuaternarios de Amoníaco. Los avances significativos en el desarrollo de químicos y combinaciones de la cuarta y quinta generación, han ampliado el espectro de la actividad biocidal, y aumentaron su eficiencia en presencia de material orgánico. Son tan eficaces como cualquier otro desinfectante para la sanidad de superficies duras no porosas, y una cualidad deseable es la habilidad de limpieza del detergente tanto como su acción. Aunque tengan una buena actividad bactericida, antivirósica y fungicida, no son esporicidas. El químico residual tiene muy poca toxicidad para los animales. Es un potente bactericida y su acción se ve reforzada por el alcohol, por lo que las tinturas son muy efectivas. (Wilson JT, Burr, 1975)

Uso tópico (Para la piel): Se emplea en concentraciones diversas según se trate de tinturas o soluciones acuosas y según se aplique sobre la piel sana o sobre heridas y mucosas. (Wilson JT, Burr, 1975). Antes de su utilización, la piel debe ser lavada cuidadosamente y eliminar los restos de jabón con un aclarado abundante, ya que puede anular la acción del benzalconio y producir una proliferación de bacterias bajo la capa que forma el desinfectante al aplicarse sobre la epidermis. (Wilson JT, Burr, 1975)

5. Derivados del mercurio. Tiomersal y merbromina son los más habituales. Las concentraciones empleadas son de 0,1 % y 2 % respectivamente. (Kart TF, Hnilica V. 1992)

6. Yodo y Yodóforos. La acción de estos desinfectantes es parecida a la del hipoclorito. Las

superficies limpias pueden tratarse adecuadamente con soluciones que contengan 75 ppm de yodo libre. En presencia de una cantidad apreciable de material proteico, su eficacia no es tan buena. Los yodóforos pueden diluirse en alcohol etílico para el lavado de manos o como esporicida. La ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) establece el yodo como una sustancia nociva. (Kart TF, Hnilica V. 1992)

7. Povidona-Yodada. Es el yodóforo mejor conocido. Se compone de un polímero de 1- vinil – 2

- pirrolidona con yodo, con un 9-12 % de yodo disponible. Se utiliza en forma de solución, es de color amarillo pardo y olor característico. Es de uso terapéutico en aplicaciones tópicas como desinfectante. Comercialmente se conoce bajo distintos nombres: Topionic, Betadine e Isodine, entre otros. (Kart TF, Hnilica V. 1992)

8. Aldehídos. Básicamente son el formaldehído y glutaraldehído. Están ligados a la desnaturalización de las proteínas y de los ácidos nucleicos por reducción química. Los aldehídos destruyen muy bien las bacterias, los hongos microscópicos y tienen también una excelente acción virucida. Se emplean para desinfectar superficies, aparatos e instrumentos. (Kart TF, Hnilica V. 1992)

a. Formol-formaldehído. El formol o formalina es la disolución de formaldehído en agua en una proporción de alrededor de un 37 % en masa, conteniendo así mismo entre un 10 y un 15 % de metanol para evitar su polimerización. Las soluciones de formol que contienen concentraciones de formaldehído iguales o superiores al 5 % constituyen un eficaz desinfectante líquido de uso muy extendido. (Kart TF, Hnilica V. 1992)

El formaldehído debe considerarse como un producto especialmente peligroso, ya que, además de su acción irritante y alérgica, está clasificado por la International Agency for Research on Cancer (IARC) en el grupo 2A (sustancia probablemente cancerígena). Es una sustancia considerada tóxica, por lo que la exposición debe reducirse al máximo. (Kart TF, Hnilica V. 1992)

Puede usarse como un fumigante para descontaminar todas las superficies de la instalación, si ésta puede ser fuertemente sellada. Tiene un amplio espectro de acción y es altamente efectivo. Sin embargo debe utilizarse cuidadosamente debido a los humos irritantes y su potencial explosivo. El criadero debe estar completamente vacío (sin animales). (Kart TF, Hnilica V. 1992)

b. Glutaraldehído. En la práctica diaria, el glutaraldehído no es un producto que presente una especial peligrosidad, ya que tiene una tensión de vapor muy baja (es poco volátil) y, por ello, raramente se encuentra en forma de vapor en el aire, a no ser que se calienten las soluciones que se empleen del mismo que, por otro lado, suelen ser siempre bastante diluidas; sin embargo se pueden generar aerosoles por agitación o manipulaciones bruscas al sumergir o sacar material del líquido. (Kart TF, Hnilica V. 1992)

El glutaraldehído se puede emplear solo o bien asociado a un detergente, siendo esta última combinación especialmente efectiva frente a los polivirus. También se emplean mezclados con fenol y fenolatos. La solución de

glutaraldehído al 2 % aplicada durante 30 minutos es efectiva como desinfectante y, en aplicaciones de 10 a 12 horas, se puede utilizar como esterilizante. (Kart TF, Hnilica V. 1992)

La ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) establece el glutaraldehído de 0,2 ppm ($0,82 \text{ mg/m}^3$) como nociva y peligrosa para el medio ambiente. (Kart TF, Hnilica V. 1992)

9. Cloro. Hipoclorito sódico: Existe una gran cantidad de productos químicos que se pueden emplear para la desinfección de las diferentes superficies, tanto en el ámbito doméstico como en el industrial. De todos ellos, hipoclorito sódico, es el de primera elección ya que posee un elevado espectro de acción. Además no es caro y es de fácil utilización. El hipoclorito sódico es un producto muy bien aceptado por los consumidores, quienes consideran que es la manera más eficaz de conseguir la desinfección. Suele realizarse una asociación de ideas entre el olor cloro y la desinfección. Sin embargo, el cloro presenta algunos inconvenientes como su poder de corrosión contra el acero inoxidable (sólo si se emplea a muy elevada concentración), su gran inactivación por parte de la materia orgánica y su característico olor. (Norback D. 1988)

Estos inconvenientes hacen que el consumidor se compre otros productos con fragancias más agradables. Pero nunca se debe olvidar que la higienización pretende reducir los niveles de contaminación de superficies para garantizar unas óptimas condiciones de higiene y de salubridad. (Norback D. 1988)

Por ello, lo importante no es el color o el olor de los productos sino garantizar un poder desinfectante similar a la llavandina, que es considerada siempre como el producto desinfectante de referencia. (Norback D. 1988)

Como desinfectante general, se utiliza una concentración de 1 g/L (1000 ppm) de cloro libre. En caso de salpicaduras de sangre o en presencia de materia orgánica en cantidad apreciable, se recurre a una solución más concentrada de 10 g/L (10.000 ppm) de cloro libre. (Norback D. 1988)

Estas diluciones se preparan a partir de la lejía comercial (de 40 g/L a 80 g/L de cloro libre). Si se utiliza lejía con 40 g de cloro libre por litro, la preparación de la solución de 10 g/L se efectuará de la siguiente manera:

250 mL de lejía (40 g/L de cloro libre) + 750 mL de H₂O

Estas soluciones son inestables, por lo cual se han de mantener tapadas, siendo recomendable su preparación diaria. (Norback D. 1988)

En la lejía de uso doméstico, no siempre se indica la cantidad de cloro libre que contiene. Cuando no se dispone de este dato, se ha comprobado que las soluciones de lejía doméstica al 10 % son eficaces para la desinfección general. (Norback D. 1988)

La inhalación de cloro, que es un gas irritante de las mucosas y del aparato respiratorio, puede producir hiperreactividad bronquial en individuos susceptibles. Las soluciones de hipoclorito sódico que contienen concentraciones de cloro libre superiores al 10 % deben considerarse como corrosivas. (Norback D. 1988)

Debe señalarse aquí que el uso extensivo en nuestro país del hipoclorito sódico (lejía) como producto doméstico, al revés de lo que ocurre en la mayoría de países de la Unión Europea, no debe hacer olvidar sus características de peligrosidad, que implican la necesidad de tener un especial cuidado en su manejo. (Norback D. 1988)

Tiene otras ventajas. Es barato y ampliamente usado como desinfectante. El agua dura no interfiere con su actividad, pero los pisos con material orgánico consumen el rendimiento del cloro, haciéndolo ineficaz. Puede ser corrosivo para algunas superficies. La descomposición ocurre rápidamente en temperaturas cálidas. Nunca debería ser utilizado juntamente con el formaldehído u otros ácidos. Las superficies deben ser limpiadas por completo de material orgánico antes de usar el cloro. Una dilución de 1:10 de lejía casera (5.25 % hipoclorito de sodio) es adecuada para la mayoría de las necesidades desinfectantes, incluyendo actuar como esporicida. (Norback D. 1988)

10. Compuestos fenólicos. Diferentes compuestos fenólicos constituyen la base de muchos desinfectantes corrientes, empleándose a veces para sustituir a los hipocloritos.

(Wilson JT, Burr, 1975)

Los aril-fenol halogenados o no halogenados tienen una muy buena actividad bactericida, pero su actividad fungicida es muy discreta y su acción virucida es discutida. El fenol y sus derivados son irritantes de la piel y mucosas respiratorias y oculares. Tienen efecto alérgico y fotosensibilizante. (Wilson JT, Burr, 1975)

Son ampliamente utilizados el cresol y el clorifenol, que son útiles para desinfectar superficies sucias, porque no se desactivan con la materia orgánica. Sin embargo, las esporas bacterianas son resistentes. Los desinfectantes fenólicos no son generalmente compatibles con los detergentes, y a menudo, un producto combinado puede precipitar en aguas duras. Son altamente tóxicos y dejan olores duraderos. (Wilson JT, Burr, 1975)

11. Virkon. Este es el nombre comercial de un nuevo desinfectante/limpiador que contiene monopersulfato de potasio como ingrediente activo. Tiene un amplio espectro de acción antivirósica, bactericida y fungicida debido a un fuerte sistema de acción oxidante. Los componentes ácidos orgánicos y sulfatantes abarcan este efecto. Virkon se vende como polvo, y necesita ser mezclado inmediatamente antes de su uso. Cuando se utiliza como baño de pies o para otros propósitos, el Virkon diluido permanece estable por sólo dos semanas. No es corrosivo, y tiene baja toxicidad. Puede ser aplicado manualmente, rociado en una instalación a la vez. Se debe evitar el contacto del polvo con la piel o los ojos, o su inhalación. Tiene buenas propiedades detergentes también. Sin embargo, una profunda limpieza previa es aún lo mejor antes de su rociado. El equipo para realizarlo está disponible del mismo fabricante. Virkon es ampliamente utilizado en el Reino Unido para lavar las cerdas antes

de llevarlas a las parideras. Normalmente, una solución al 1 % se usa, y se prepara mezclando 10 g de polvo en 1 L de agua. (Wilson JT, Burr, 1975)

C. Reglamentación para los desinfectantes.

El DECRETO 1054/2002 regula el proceso de evaluación para el registro, autorización y comercialización de germicidas. (Smith, 2001)

Los germicidas son las sustancias destinadas a destruir, neutralizar, o ejercer un control sobre cualquier organismo por medios químicos o biológicos (Smith, 2001). Se publicó el Decreto 1054/2002 para regular lo referente a la comercialización de los germicidas. Este Decreto, que entró en vigor al día siguiente de su publicación, ha incorporado al ordenamiento jurídico n° 98/8/CE. El ámbito de aplicación de la citada normativa se circunscribe a aquellos productos que antes eran conocidos como plaguicidas no agrícolas. No es aplicable, sin embargo, a ciertos productos que ya disponen de normativa específica como fitosanitarios, medicamentos o aditivos. Dentro de amplio grupo de sustancias que se acogen al nuevo Decreto sobre germicidas, se incluyen algunos productos de gran interés para los profesionales de la industria alimenticia. Además los desinfectantes utilizados en superficies, utensilios y equipamiento que entran en contacto con el humano. (Smith, 2001)

1. **Autorizaciones.** El Decreto establece los criterios de autorización para la comercialización de germicidas. La autorización del producto para su comercialización es obligatoria, salvo algunas excepciones para productos de bajo riesgo. El sistema de autorización se basa en el principio de reconocimiento recíproco de autorizaciones, que establece la Directiva 98/8/CE. Según ese principio, un germicida que ya haya sido autorizado o registrado en un Estado miembro deberá ser autorizado o registrado en otro Estado miembro. (Smith, 2001). Los germicidas sólo podrán comercializarse en territorio nacional si han sido autorizados e inscritos en el Registro Oficial de Biocidas de la Dirección General de Salud Pública del Ministerio de Sanidad y Consumo. (Smith, 2001)

2. **Etiquetado.** Los biocidas se deben envasar y etiquetar con arreglo a las disposiciones del Decreto 1708/93 sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos. No obstante, este Decreto establece requisitos específicos de etiquetado. La etiqueta de estos productos deberá indicar los siguientes datos:

- Las sustancias activas y su concentración
- El N° de autorización, tipo de preparado, usos para los que se autoriza el biocida (por ejemplo desinfección).
- Instrucciones de uso y dosificación.
- Detalles de efectos adversos e instrucciones de primeros auxilios. En caso que vaya acompañado de un prospecto se deberá incluir la frase, “Léanse las instrucciones adjuntas antes de utilizar el producto”.
- Instrucciones para la eliminación segura del biocida y su envase.
- N° de lote, fecha de caducidad, periodo de tiempo necesario para que se produzca el efecto necesario

- Debe informarse tanto si se han adquirido comercialmente como si se han preparado en el propio laboratorio. Al adquirir productos químicos debe exigirse siempre con la primera entrega la ficha datos de seguridad correspondiente.

(Smith, 2001)

Los responsables de la comercialización del producto facilitarán a profesionales e industriales una ficha de seguridad de cada producto para en caso necesario, poder tomar medidas, de protección de al salud humana, medio ambiente así como para la higiene y seguridad en el lugar de trabajo. (Smith, 2001)

D. Pasos para correcta desinfección de una instalación.

- Todas las superficies deben ser cuidadosamente limpiadas con una lavadora de alta presión (preferiblemente de vapor), con un buen detergente, incluyendo todo tipo de instrumentos.
- Todas las superficies deben ser rociadas con una cantidad abundante del desinfectante adecuado.
- En algunos casos, puede ser necesario enjuagar el desinfectante de todas las superficies.
- Si las instalaciones no pueden ser desinfectadas adecuadamente con el rociado, se debe considerar la fumigación.
- Permita que la instalación se seque y quede vacía por el tiempo necesario dependiendo del tipo de desinfección necesaria.

(Smith, 2001)

III. JUSTIFICACIÓN

Como es conocido en nuestro sector industrial, la materia de desinfectantes ha nacido de una manera arbitraria, poco planeada y como consecuencia, con baja tecnología. Esto ha generado que en nuestro país existan empresas relegadas en su productividad dado al crecimiento de mercado y poca inversión en tecnología.

Actualmente en Guatemala existe una empresa, que con su existente línea de producción es ineficiente debido a la alta y creciente demanda. Además la producción y envasado manual lleva al extremo la cantidad de tiempo requerido para terminar el producto. La mano de obra se ve incrementada por estos factores al igual que los errores humanos en la producción, como derrames, mala observación de mediciones, productos echados a perder y etiquetado incorrecto.

Es por todo esto que el diseño de una línea de producción automatizada para desinfectante aromatizado vendría a solucionar el problema de demanda, y exceso de tiempo requerido, gracias a su mayor eficiencia. Además eliminaría por completo el error humano en la producción e incrementaría los controles de calidad con una instrumentación adecuada.

IV. OBJETIVOS

A. General:

Diseñar y seleccionar la instrumentación necesaria para automatizar la línea de producción de desinfectantes que permita optimizar los tiempos de producción y evaluar el costo-beneficio en la economía del proceso de desinfectante con aroma primavera, fresa-mora y soft baby, para sustituir la línea existente en la empresa.

B. Específicos:

- Diseñar y distribuir la línea de producción en la planta.
- Seleccionar la instrumentación necesaria para automatizar la línea de producción.
- Dimensionar el equipo a utilizarse y evaluar el beneficio en la productividad
- Evaluar la reducción de costosa mano de obra por medio de una línea de producción automatizada.
- Optimizar la planeación en la producción para lograr por medio de una línea de producción nueva y automatizada, la adaptación a variaciones de la demanda del mercado.
- Generar estudio económico de la producción unitaria y recuperación de la inversión.

V. PROBLEMA A RESOLVER

La demanda de desinfectante en una empresa guatemalteca dedicada a la producción de artículos de limpieza, ha crecido de tal forma que ya no resulta económicamente rentable producirlo por medio de una línea de producción a manual. La existente línea de producción ya no tiene la capacidad de abastecer a los clientes ni de mantener los estándares de calidad requeridos por estos mismos, tales como nivel de llenado, rectitud de las etiquetas y contaminantes en el producto.

VI. METODOLOGÍA

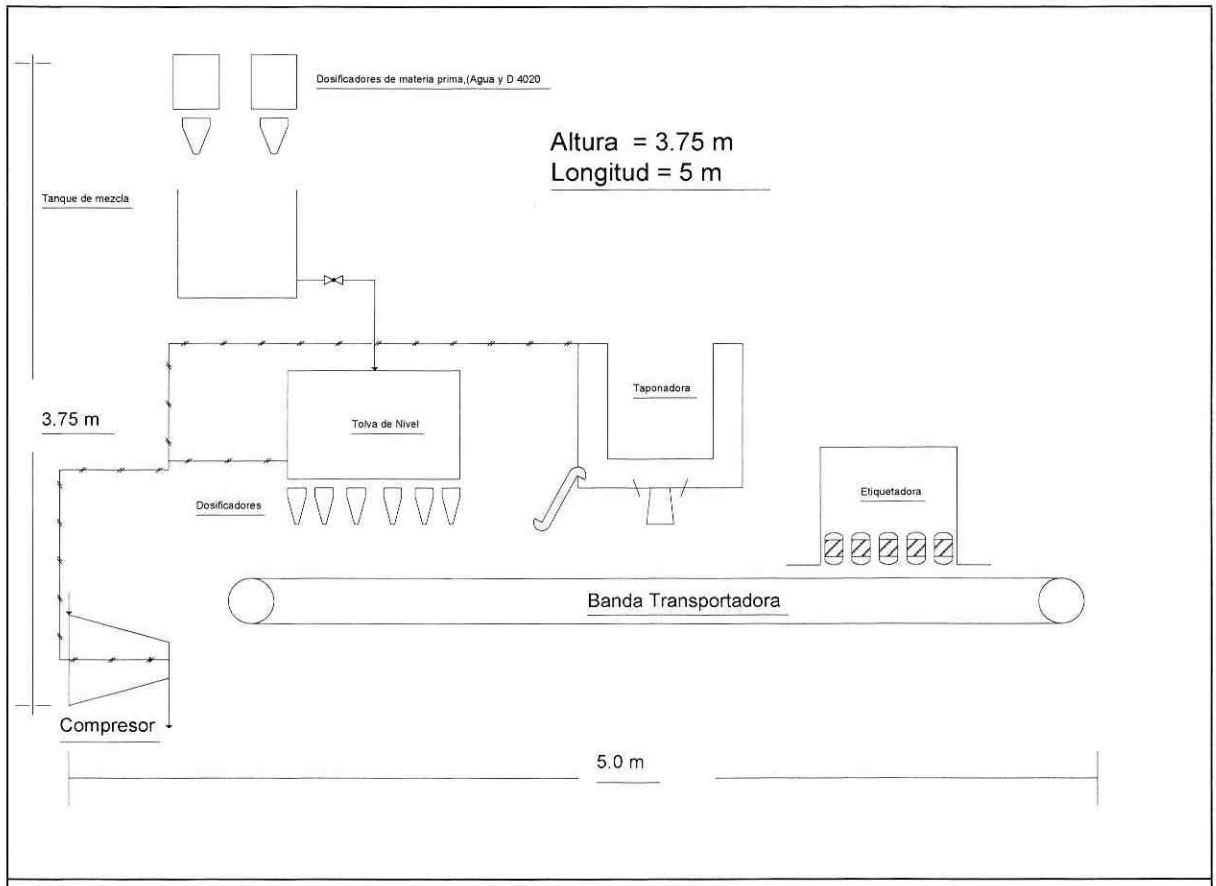
- A. Análisis de mercado: Se debe hacer un estudio de mercado para encontrar la demanda sobre el producto y así poder dimensionar la producción.
- B. Selección y descripción del proceso: Se establecerá los equipos adecuados para cada etapa de la línea de producción, especificando la instrumentación necesaria para el control de calidad del producto final.
- C. Balances de masa y energía: Tienen como objeto determinar el tamaño de la línea, el consumo de materia prima, y el consumo económico de energía.
- D. Determinación de personal: Detallará cuántas personas son necesarias para operar la línea de producción.
- E. Análisis económico del proyecto: Informe del costo del producto, la inversión necesaria, y la rentabilidad del mismo.

VII. RESULTADOS

A. Diseño y distribución de la línea de producción en la planta.

Distribución de altura y longitud de la línea

Gráfico 1



UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Nombre
Carlos Andrés Robles

Título
Vista Lateral de Línea de Producción

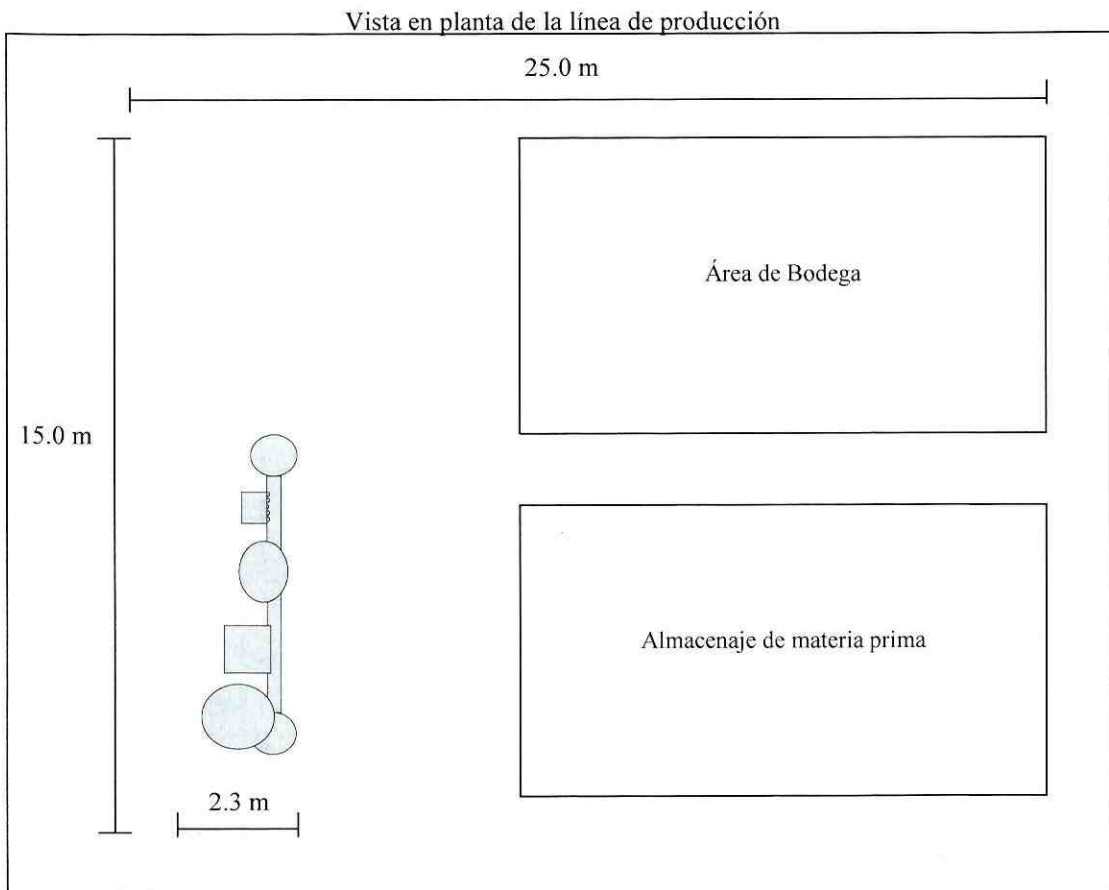
Fecha
14/9/2005

Hoja
1/2

Diseño
Carlos Andrés Robles

Dibujo sin escala

Gráfico 2



UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Nombre

Carlos Andrés Robles

Título

Diseño
Carlos Andrés Robles

Vista en planta

Fecha

14/9/2005

Dibujo sin escala

Hoja

2/2

Consumo de energía

Cuadro 1
Consumo de energía por etapas

Etapa	Energía (kW h)
Mezclado de materias primas	14.175
Llenado de envases (Tolva y Dosificadores)	20.3595
Banda transportadora	23.268
Compresor de aire	191.961
Mesa de alimentación	22.1046
Taponadora	22.1046
Etiquetadora	70.3857
Mesa giratoria de almacenaje temporal	22.1046
Total	386.463

B. Descripción, dimensionamiento y diseño del equipo e instrumentación de la línea de producción.

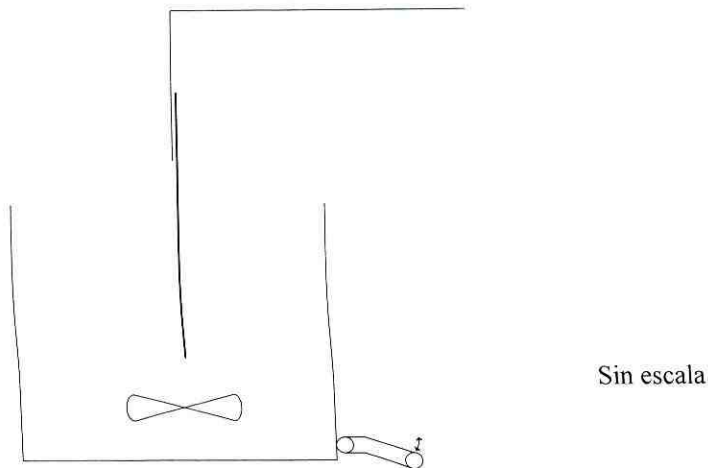
1. Mezclado de las materias primas. El agua y una solución de desinfectante concentrado que se conoce mediante la identificación, Desinfectante D 4020 es alimentada al mezclador de acuerdo con los porcentajes mostrados en el Cuadro No. 30 Anexo C (página 46). Este desinfectante concentrado contiene compuestos fenólicos y sales cuaternarias de amonio. Posteriormente mediante una agitación continua se realiza la mezcla por un periodo aproximadamente de 30 minutos, donde se asegura disolución total.

Gráfico 4
Motor mezclador



- Motoreductor 220 Voltios, 1 HP trifásico con control electrónico de velocidad variable, genera una potencia de 0.45 kW.
- Figura de las 4 aspas tipo gota de 12" de longitud.

Gráfico 5
Tanque de mezcla



El tanque mezclador empleado tiene una capacidad de 1000 L. Es de acero inoxidable SS316 y ya se cuenta instalado en la planta, asimismo el motor mezclador ya se encuentra en la planta

2. Proceso de envasado. El tanque de mezclado se encuentra en una posición elevada para realizar esta operación mediante gravedad. Vierte el desinfectante a una tolva dosificadora que llena los envases de acuerdo a los volúmenes de llenado que corresponden a un programa de producción programado en la computadora. Esta tolva a su vez, tiene un actuador neumático para mantener un nivel constante de desinfectante. Los envases ya sea de cilindro o de galón son colocados inicialmente en una mesa de alimentación de envases, donde se alimentan a una banda transportadora. En la banda transportadora llegan a los dosificadores que extrayendo el desinfectante de la tolva de nivel y con presión de aire se llenan los envases.

Cuadro 2
Características de la mesa de alimentación de envases

Parámetro	Valor o descripción
Material de construcción	Acero al carbón
Guías de envases	Circulares en material termoplástico
Consumo eléctrico	0.38 kW
Marca:	Flexor
Diámetro de la mesa	1.25 m
Masa	186 Kg

Estas mesas giran automáticamente alimentando galones o cilindros (1 litro) a la banda transportadora. Deben ser cargadas manualmente por un operario antes y durante el envasado.

Cuadro 3
Características de la tolva de nivel

Parámetro	Valor o descripción
Capacidad	40 L
Compuerta de nivel	Acero inoxidable SS316
Control de nivel	Actuador neumático
Número de salidas	Seis
Marca	Flexor
Altura	2.25 m

La tolva de nivel está dispuesta sobre la banda transportadora. Tiene un control de nivel para mantener un volumen de 40 L siempre.

Cuadro 4
Características de las boquillas de llenado

Parámetro	Valor o descripción
Material	Acero inoxidable SS316
Tipo de cilindros	Neumáticos normalizados ISO 9000
Calibración	Independiente
Marca	Flexor
Precisión de llenado	0.08 segundos

Cuadro 5
Consumos del proceso de envasado (tolva y boquillas)

Parámetros	Valor o descripción
Consumo eléctrico	0.35 kW
Consumo neumático	20 cfm

Las boquillas y la tolva se alimentan por un flujo neumático de aire comprimido a 20 cfm para mantener un tiempo y nivel de llenado constantes.

Cuadro 6
Características de la banda transportadora

Parámetros	Valor o descripción
Marca	Nítralos
Superficie	Lisa con bordes
Engranajes	Diseño bipartido
Tipo de articulación	Cerrada
Método de tracción	Acción central por articulación
Ancho de banda	0.1905 m
Material de la banda	Acetal
Material de los engranajes	Acetal
Consumo eléctrico	0.4 kW

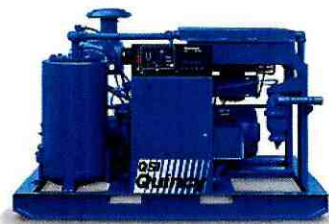
Precio (tolva, boquillas y banda transportadora)	Q 159,000.00
--	--------------

a. Equipo auxiliar

Cuadro 7
Datos técnicos del compresor de aire

Parámetros	Valor o descripción
Voltaje	220 V
Peso	115 kg
Volumen de aire	227.1 L
Presión	135 psi
Caballaje	3 hp
Frecuencia	60 Hz
Corriente	15 amp
Flujo neumático	11 – 25 cfm

Gráfico 6
Compresor de aire



Con este equipo ya se cuenta en la empresa.

3. **Proceso de taponado.** El proceso de taponado es automático y sobre la misma línea. La máquina toma los tapones los coloca en posición correcta y enrosca sobre el envase. Esta máquina opera con un flujo neumático. Su marca es Flexor, tiene un consumo de 0.38 kW y una capacidad de 3000 tapones de galón y 4500 tapones de cilindro.

Cuadro 8
Datos de la taponadora neumática

Parámetro	Valor o descripción
Consumo eléctrico	0.38 kW
Capacidad de tapones de galón	3000
Capacidad de tapones de cilindro	4500

Precio de taponadora	Q 74,100.00
----------------------	-------------

4. **Proceso de etiquetado.** Los envases llenos continúan su curso y se hacen pasar por una máquina etiquetadora automática para así terminar siendo identificados. Luego pasan a su empaque posterior en cajas. Este proceso es hecho por los operarios. Una mesa giratoria de almacenaje temporal ayuda a que los operarios tengan holgura de tiempo para el empaque.

APLICADORA SATURNO 100 WRAP AROUND (366003)

Etiquetadora constituida por una faja transportadora de velocidad variable y base en acero inoxidable. Versión disponible con uno o dos cabezales de etiquetado, para ambos lados (Ancho máximo de la etiqueta: 100-140-190-230-260 milímetros).

Este sistema es ideal para el uso en productos cilíndricos, ovalados o planos haciendo uso de los accesorios adecuados para cada aplicación. Manejo electrónico por microprocesador y potenciómetros partida/parada.

Gráfico 7
Etiquetadora



Cuadro 9
Características técnicas de la etiquetadora

Parámetro	Valor o descripción
Material de construcción	Acero inoxidable
Velocidad	0-30 m lineales por minuto
Largo de faja transportadora	1.5 m
Alimentación de voltaje	220 V 50 Hz
Precio	Q 141,133.20
Marca	Alipack

Las columnas de soporte están dotadas con inclinación, regulación vertical y horizontal.

C. Análisis del beneficio de producción automatizada.

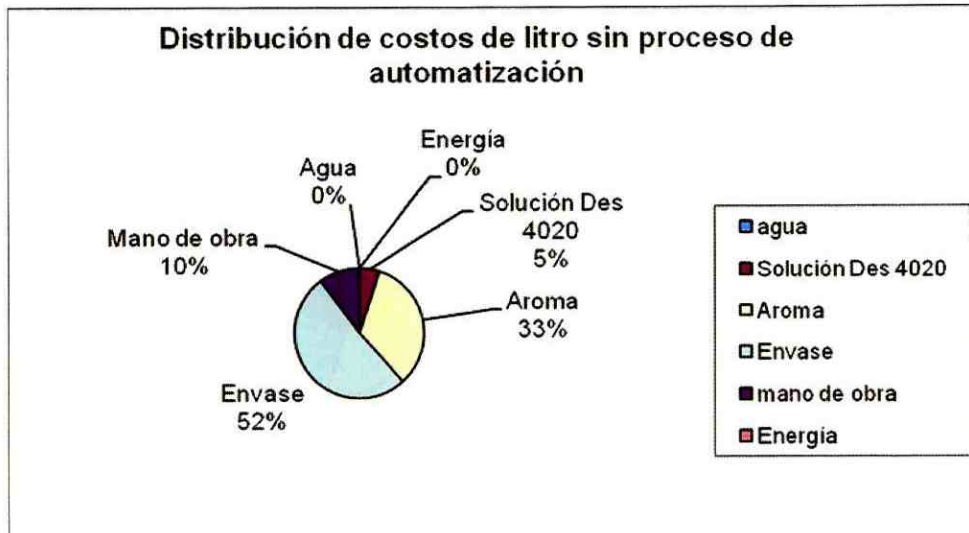
Cuadro 10
Costos de la producción unitaria de litro

Insumo	Con automatización	Sin automatización
Agua	Q 0.002465	Q 0.002465093
Solución Des 4020	Q 0.14825	Q 0.14825
Aroma	Q 0.9958	Q 0.9958
Envase	Q1.54	Q 1.54
Mano de obra	Q 0.061191	Q 0.3064
Energía	Q 0.0101565	Q 0.000311805
Total	Q 2.757862677	Q 2.993226898

Gráfico 8



Gráfico 9



Cuadro 11

Costos de la producción unitaria de 3.785 L (galón)

Parámetro	Con automatización	Sin automatización
Agua	Q 0.009860	Q 0.00986037
Solución Des 4020	Q 0.593	Q 0.593
Aroma	Q 3.9832	Q 3.9832
Envase	Q 2.40	Q 2.40
Mano de obra	Q 0.2448317	Q 1.34816
Energía	Q 0.0322273	Q 0.00130958
Total	Q 7.263119485	Q 8.33552995

Gráfico 10

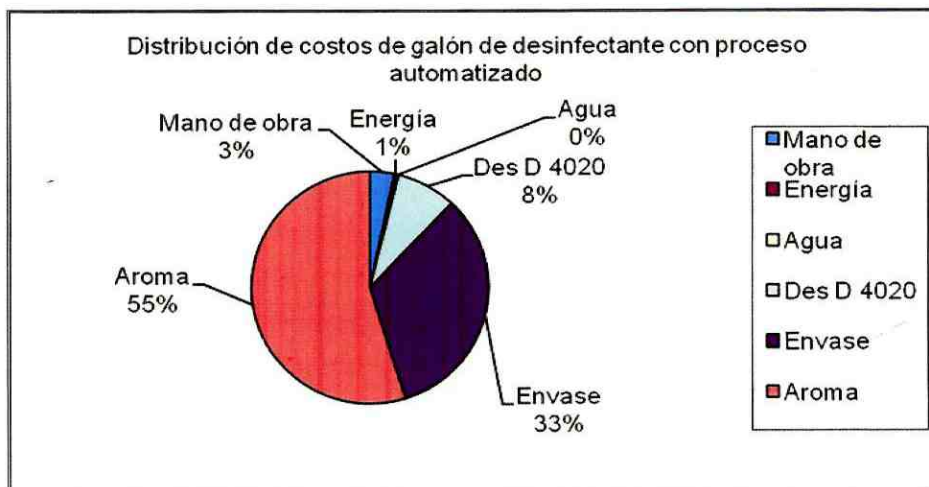
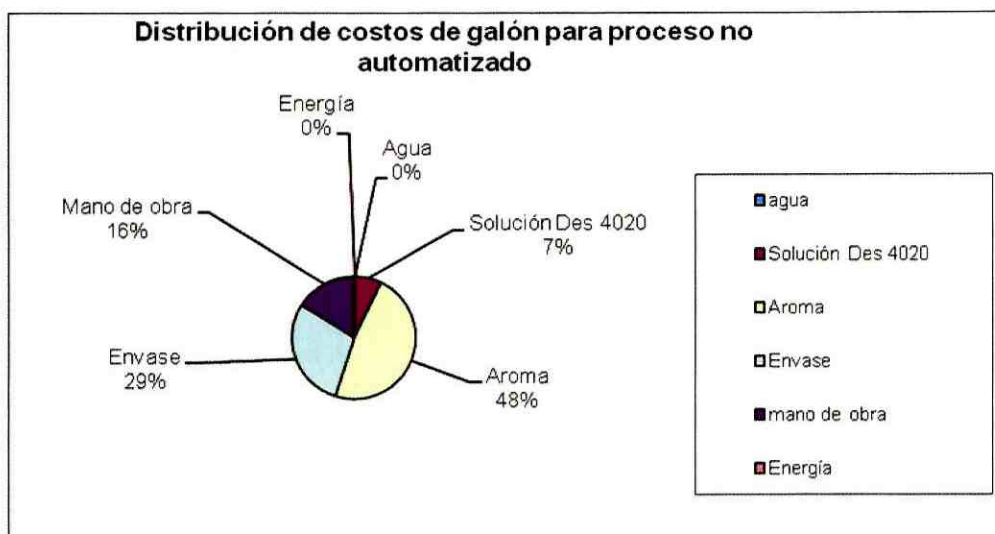


Gráfico 11



Cuadro 12

Decremento de costo de producto unitario en porcentajes

Parámetro	Valor
Costo de litro de desinfectante	8.53 %
Costo de galón de desinfectante	14.76 %

D. Reducción del costo de mano de obra.

Cuadro 13

Costo de cilindro: unitario y según la demanda de mano de obra

Parámetro	Valor o descripción con línea actual	Valor o descripción con línea automatizada
Número de trabajadores	12	2
Costo de mano de obra en producción unitaria de cilindro	Q 0.31	Q 0.06
Valor representado actualmente con la demanda de 21,000 cilindros mensuales	Q 6,510	Q 1,260

Cuadro 14

Costo de galón: unitario y según la demanda de mano de obra

Parámetro	Valor o descripción con línea actual	Valor o descripción con línea automatizada
Número de trabajadores	12	2
Costo de mano de obra en producción unitaria de galón	Q 1.35	Q 0.24
Valor representado actualmente con la demanda de 10,000 galones mensuales	Q 13,500	Q 2,400

Cuadro 15

Costos totales de mano de obra en la producción mensual

Línea de producción no automatizada	Q 20,010.00
Línea de producción automatizada	Q 3,660.00

Cuadro 16

Sueldo base de los operarios

Salario mensual de operarios	Q 1,600.00
Prestaciones laborales mensuales de operarios	Q 656.00
Total	Q 1,866.66

Cuadro 17

Operarios necesitados para operar las líneas

Parámetro	Valor
Número de operarios para operar la línea de producción actual	12
Número de operarios para opera la línea de producción automatizada	2

Cabe decir que para operar la línea de producción automatizada se necesita de solo dos operarios. Si se desea incrementar la producción con la nueva línea se comprará un nuevo juego de boquillas de llenado, y no se invertirá en el sueldo de otro operario. Esto hace que para la línea de producción nueva los sueldos de los operarios sean un gasto fijo y no uno variable como en la línea de producción actual.

E. Planeación de la producción

Cuadro 18
Tiempo hábil

Parámetro	Valor
Tiempo hábil diario	8 horas
Tiempo hábil mensual	192 horas (24 días)

Cuadro 19
Producción necesaria

Parámetro	Cilindros	Galones
Desinfectante aroma fresa	7,000	3,133
Desinfectante aroma primavera	7,000	3,133
Desinfectante aroma sofá baby	7,000	3,134
Totales	21,000	10,000

Cuadro 20
Pasos de producción y tiempo necesario para un lote de producción

Parámetro	Valor para cilindros	Valor para galones
Verter y mezclar	1 hora	1 hora
Envasado	1.11 horas (1 hora 6"6')	0.83 horas (49.8 min)
Flujo de masa para el envasado	950 kg/h (15 L/min)	1267 kg/h (5 gal/min)

Cuadro 21
Datos necesarios para completar producción de un aroma

Parámetro	Valor para cilindros	Valor para galones
Número de batch	7 batch	14 batch
Tiempo total	2.5 días (20 horas)	3.5 días (28 horas)

Cuadro 22
Datos para la producción completa

Parámetro	Valor para cilindros	Valor para galones
Número de batch	21 batch	42 batch
Tiempo total	7.5 días (20 horas)	10.5 días (28 horas)

Porcentaje de tiempo utilizado: 75 %

Si la producción de cada aroma se hace de corrido, es decir se termina con la producción mensual de un aroma primero y luego se comienza con el otro aroma, se optimizará el tiempo para producción, ya que no se debe de lavar la máquina más de las veces necesarias. Queda un 25 % del tiempo de holgura para darle mantenimiento a la máquina en principio y conforme se pueda incrementar demanda, se incrementará la producción.

F. Análisis económico

Análisis sin automatización

Cuadro 23

Tiempo de retorno de inversión	10.3 meses
Tasa interna de retorno	115%
Disminución en el costo de producción	8.53 % para litros 14.74 % para galones

Cuadro 24

Utilidad neta

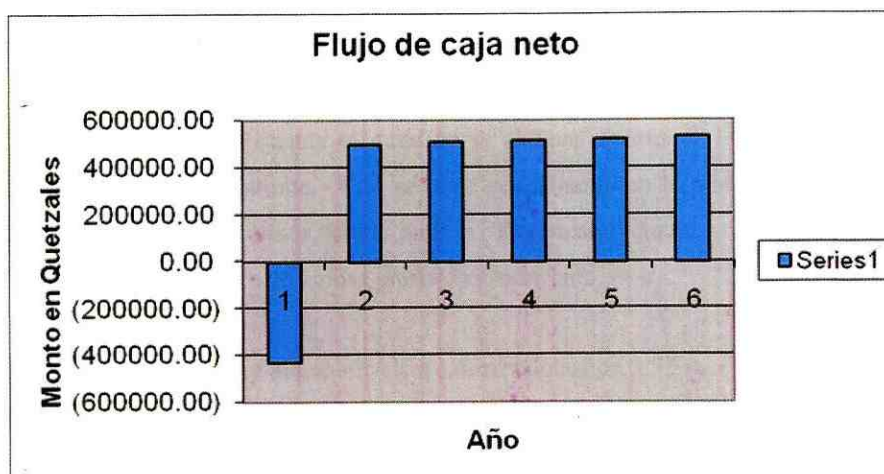
Parámetro	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Utilidad Neta		411,796.2056	419,125.2363	426,674.1380	434,449.5067	442,458.1364

Cuadro 25

Flujo de caja neto

Parámetro	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Flujo de Caja Neto	-429733.20	497,742.845	505,071.87	512,620.77	520,396.14	528,404.77

Gráfico 12



VIII. DISCUSIÓN

En este trabajo se diseña una posible línea de producción automatizada de desinfectante aromatizado, para sostener la demanda actual y creciente y además bajar los costos de producción para una mayor utilidad. El desinfectante se hace en dos presentaciones, de cilindro, equivalente a 1 litro, y 4 litros (galón). El mes hábil se toma de 24 días y el día hábil de 8 horas. Esto quiere decir que de entrada, si un mes es de 30 días ya se está desperdiciando un 20 % de la capacidad de producción. Por las políticas actuales de la empresa, el mes hábil se toma de 24 días solamente.

Con base a los requerimientos del proceso se escogieron los equipos de la nueva línea automatizada. Se requería que el equipo fuera limpio y protegido de contaminantes. Que fuera exacto en los niveles de llenado y etiquetado. Por supuesto también se buscó ventajas económicas con bajo costo de operación. El equipo seleccionado se encuentra en el mercado nacional y fue escogido por sus características económicas que brindan alto rendimiento a bajo costo. Los consumos de energía de esta máquina son los menores que se encuentran en el mercado. Todo lo que tiene contacto con el producto, el envase y tapón se fabrica de materiales inoxidables. Los elementos secundarios son de acero al carbón con tratamiento plástico, recubrimientos sincrómicos y epóxicos con condiciones óptimas de homogeneidad y consistencia en el envasado, taponado, dosis, abasto de líquido, aire comprimido, y corriente eléctrica. El equipo incluye dos años de garantía sobre desperfectos en el diseño, incluyendo la visita técnica a la planta del cliente sin costo alguno.

Con la máquina se incluye un panel de control electrónico y neumático para el control. Éste viene con un manual de operación, mantenimiento e instalación; diagrama eléctrico, listado de piezas, guía de solución de inconvenientes y programación de variador de velocidad. El variador de velocidad es muy importante ya que de éste depende la capacidad de producción. Incluye un software para la programación de la velocidad y cantidad a llenarse, en el cual también se programa el tipo de envase que se llena, ya sea cilindro o galón.

El desinfectante se obtiene a partir de un concentrado de desinfectante. Este concentrado de desinfectante se compra directamente en el mercado guatemalteco. Debido a políticas de la Empresa los nombres de las materias primas no son dados, por lo que se les asigna un nombre diferente al real. Sin embargo se da una descripción del contenido de este para saber su efecto desinfectante. Al desinfectante concentrado se le llama Desinfectante D 4020. El Desinfectante D 4020 está compuesto de compuestos fenólicos y sales cuaternarias de amonio, así como de estabilizadores y espesantes. El desinfectante en cuestión se obtiene a partir de la dilución de este concentrado a temperatura ambiente y agregando el aroma. Esto se hace actualmente en la planta en un tanque de mezcla con capacidad para 1000 L, provisto de un motor para la mezcla. Este mismo tanque y motor serán usados para la línea automatizada por ser un proceso idéntico en ambas líneas de producción.

La línea de producción nueva y automática tiene dimensiones de 3.75 m x 5 m x 2.3 m (altura, longitud y ancho respectivamente). En la empresa donde se implementará el nuevo proceso ya se cuenta con un área de

producción que es también donde se colocará la nueva línea. El área es de 9.2 m x 15 m y actualmente cuenta con una altura de 4 metros, lo que es suficiente para que quepa la nueva línea de producción. Además brinda suficiente espacio para poder poner los envases llenos antes de llevarlos a bodega de producción terminada.

En el análisis del costo unitario con y sin automatización se puede observar que la mejora real o la ventaja que da la automatización es un decremento significativo en el costo de mano de obra. Este es el rubro en el cual se logra el más grande decremento y del cual depende principalmente el decremento en el costo del producto. Otro rubro que cambia es el de consumo energético. Con la nueva línea hay más consumo eléctrico, pero el aumento de este rubro es menor al decremento del costo de mano de obra, por lo que el precio final unitario es más bajo con la automatización.

Actualmente en la empresa se trabaja con 12 operarios, lo que representa un gasto en salarios y prestaciones de poco más de Q 22,000 mensualmente. Con la automatización el número de trabajadores necesarios es de dos solamente. El total en gastos por mano de obra en este caso es de Q3,733.

El proceso actual para obtener el desinfectante carece de muchos cuidados que lo harían más preciso y eficiente. El envasado se hace a mano, lo que aumenta las posibilidades que lleve algún contaminante. El etiquetado también se hace a mano, lo que ha generado una mala presentación si se tiene descuido al colocar la etiqueta. El llenado se hace con embudo y el nivel se controla calculando con la vista. Esto crea variaciones en el volumen de llenado y derrames costosos para la empresa.

En el proceso automatizado el operario ya no tiene contacto con el desinfectante hasta el momento de su almacenaje. Para hacer una descripción correcta y una discusión de las razones de haber escogido estas máquinas se detallará el proceso por etapas.

La línea de producción la controlan dos operarios que se distribuyen el trabajo. Mientras un operario verte las materias primas otro operario programa la máquina para elaborar la tarea deseada, llenado de cilindros (litros) o galones. Las materias primas se deben agitar por 30 min. Los operarios deben de verter las materias primas en el mezclador y deben de estar metiendo el producto terminado en cajas una vez la máquina automática este funcionando. Básicamente sólo para esto se necesitan los operarios, por lo que es suficiente que sean sólo dos. Estos también deben de lavar el equipo cuando se cambiará el aroma y saber programar la máquina.

Debido a que los batch no se pueden quedar a medias de un día para otro, existe un poco de holgura entre la producción de un batch y otro. En este tiempo se lleva el producto a bodega, y es gracias a este tiempo de holgura que no se debe de contratar a otro operario para llevar a cabo la labor. Se envasan tres aromas distintos, y el mes cuenta con 24 días hábiles. Esto distribuye el tiempo máximo de producción de cada aroma en 8 días hábiles en el mes. La producción de cada aroma se hará de corrido, primero galones y luego cilindros, ya que si se desea hacer todos los galones de los tres aromas habrá que lavar la máquina después de terminar de envasar un aroma. Por eso es mejor y más eficiente terminar la producción de un aroma completamente y luego comenzar con otro aroma.

Surge un problema, debido a la capacidad de producción de la máquina sólo se utiliza un 75% del tiempo hábil para producir. El otro 25% del tiempo hábil los operarios tienen sobreabundancia de tiempo. En principio la empresa los ocupará en mantener óptimas condiciones de la maquinaria y la planta, llevar producto a bodega y mantener orden de esta misma. Sin embargo, si el tiempo sigue sobrando, la velocidad de la máquina se reducirá para que se mantengan ocupados. De forma indistinta representa algo que la empresa deja de ganar si no se consigue aumentar la demanda.

El costo del producto se ve disminuido por razones de baja en el costo de mano de obra. Existe un incremento en el consumo eléctrico en el costo unitario del producto, pero este incremento es mucho menor que el decremento del costo por el ahorro de mano de obra. Básicamente por eso se obtiene una línea de producción que por el momento produce lo mismo a un menor costo generando más ingreso útil a la empresa, lo que lo hace muy rentable. Se utiliza un 75% de la capacidad, sin embargo no se invierte en publicidad. Ahora con la capacidad adicional del 25% disponible y sabiendo que con otro juego de boquillas dosificadoras podría duplicar la producción, se puede invertir en publicidad e incrementar la demanda más de lo que se ha estado haciendo sin inversión de publicidad. El juego extra de boquillas dosificadoras cuesta Q59,000.00. La estrategia de venta ha consistido en vender el producto a distribuidores y que ellos se encarguen de la publicidad. Esto ha permitido ahorrar el costo de publicidad haciendo posible que el precio del producto final baje. (ver anexo 4, por mercado y estrategia de venta)

En el estudio económico se encontró la rentabilidad del proyecto. Esto se hizo determinando un análisis marginal de la compra de la nueva línea de producción automatizada. Ésta consiste en analizar la diferencia de márgenes brutos (venta total – costo total) de ambas líneas de producción, automatizada y no automatizada. A esto se le suma el decremento de gastos totales al automatizar la línea, lo que es igual a el total de dinero más que se percibirá por haber automatizado el proceso. El cálculo se hizo anual, y la depreciación de la máquina se tomó a 5 años.

El Tiempo de Retorno de Inversión se encontró averiguando el flujo de caja neto, y sumando la depreciación a este flujo. Se retorna la inversión en menos de once meses lo que confirma que es un proyecto sumamente rentable.

El espacio requerido por la máquina no es demasiado grande ya que no ocupa mucho más que el espacio físico donde está. Esto es porque al dar mantenimiento y servicio a la máquina, ésta no se debe desmontar. La banda particularmente se le puede dar servicio sin desarmarla, e inclusive cambiarla sin necesitar de demasiado espacio para hacerlo.

IX. CONCLUSIONES

- A. La línea de producción automatizada trae un incremento en la utilidad de la empresa, subiéndola en un 4.61 % si la demanda y la producción no aumentan.
- B. La línea de producción automatizada evita que el producto este contaminado ya que es un proceso aislado a contacto humano y al ambiente asegurando la calidad deseada. También se consigue un etiquetado igual para todos los productos, una alta precisión en el nivel de llenado, lo que son todos problemas de la existente línea de producción.
- C. La línea de producción diseñada para la automatización del proceso es de las dimensiones de 3.75 m de altura, 5 m de longitud y 2.3 m de ancho, cabiendo perfectamente en el área de producción actual de la empresa.
- D. La Tasa Interna de Retorno del proyecto es de 115% y el Tiempo de Retorno de Inversión es de 10.3 meses por lo que es considerado un proyecto factible.
- E. La inversión inicial para el equipo nuevo es de Q 429,733.20.
- F. La línea de producción automatizada logra un decremento del 8.53 % y el 14.76 % en el precio de el litro y galón de desinfectante respectivamente.
- G. Con la línea actual se necesitan doce personas para conseguir la producción que abastece la demanda, mientras que con la línea de producción automatizada se necesitan sólo dos operarios para lograr la producción demandada.
- H. Con la línea de producción automatizada y con la planeación de producción descrita y seleccionada se consigue 25 % en tiempo para que se pueda incrementar la producción.

X. RECOMENDACIONES

- A. Planear la producción mensual de un aroma continuamente para evitar paros de lavado de equipo.
- B. Desarrollar un plan estratégico para aumentar la presencia en el mercado.
- C. Se recomienda la contratación de una persona capacitada para el manejo del equipo electrónico y la programación de las dosis para envasado.
- D. En el momento de lavar la máquina el agua de lavado se debe de recuperar para la producción de un nuevo lote, ya que de esta forma se evita que se contamine el ambiente por los compuestos tóxicos contenidos en el desinfectante.

XI. BIBLIOGRAFÍA

- A. Manring E; W. Meggs y G. Pape. 1997. *Toxicity of an intravenous infusion of isopropyl alcohol*. USA. 503 págs.
- B. Norback D. 1988. *Skin an Respiratory Symptoms Ffrom Exposure to Alkaline Flutaraldehyde in Medical Services*. Scand J Work Environmental Health. 366 págs.
- C. Wilson J.T. y I.M. Burr. 1975. *Benzalconium Chloride*. 9ª ed. AJDC. 1208 págs.
- D. Okano M; M. Nomura y S. Hata. 1989. *Anaphlctic symptoms due to chlorhexidine gluconate*. 2ª ed. 125 págs.
- E. Kurt T.I; V. Hnilica y R. Bost. 1992. *Fatal iatrogenic iodine toxicity*. 7ª ed. Toxicol. 333 págs.
- F. Smith W. Tom. 2001. “Fundamentos de la desinfección” *Revista de tecnología química*. Mississippi. 114, (4): 81-93.
- G. McCabe, W., *et. Al.* 1991. *Operaciones básicas de ingeniería química*. McGraw-Hill. 4ª ed. España.

XII. ANEXOS

Anexo A

Capacidad de producción.

Cuadro 26

Datos para cálculo de capacidad de producción

Unidades de Litro demandadas mensualmente	21000 l
Unidades de Galón demandadas mensualmente	10000 g
Días hábiles mensuales promedio	24
Velocidad de llenado de Litros (6 boquillas)	15 l/min
Velocidad de llenado de galones (6 boquillas)	5 g/min
Tamaño del Batch	1000 l

La demanda, tanto de galones como litros se divide equitativamente entre los tres aromas, fresa- mora, soft-baby y primavera. Por esto de los 24 días hábiles se utilizan un máximo de 8 días para cada aroma.

Tiempo que toma envasar la producción total de un aroma en galones:

$$1000 \text{ l} \times \frac{1 \text{ gal}}{4 \text{ l}} \times \frac{1 \text{ min}}{5 \text{ gal}} \times \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} = 0.83 \text{ h}$$

Tiempo que toma verter y mezclar los ingredientes de un lote: 1 h

Tiempo total para terminar un lote envasado en galones: 1.83 h

Batch diarios posibles: $8 \text{ h} / 1.83 \text{ h} = 4.37 = 4$ lotes

Número de lotes necesarios para abastecer la demanda de galones de un aroma:

$$3350 \text{ gal} \times \frac{4 \text{ l}}{1 \text{ gal}} \times \frac{1 \text{ lote}}{1000 \text{ l}} = 13.4 \text{ lotes} = 14 \text{ lotes}$$

Días necesarios para hacer 14 lotes

$14 \text{ lotes} / 4 \text{ lotes/día} = 3.5$ días

Tiempo que toma envasar la producción entera de un aroma en cilindros

$$1000 \text{ l} \times \frac{1 \text{ min}}{15 \text{ gal}} \times \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} = 1.11 \text{ h}$$

Tiempo que toma verter y mezclar los ingredientes de un lote: 1 h

Tiempo total para terminar un lote: 2.11 h

Lotes diarios posibles: $8 \text{ h} / 2.11 \text{ h} = 3.79 = 3 \text{ lotes}$

Número de lotes necesarios para abastecer la demanda de litros de un aroma:

$$7000 \text{ l} \times \frac{1 \text{ lote}}{1000 \text{ l}} = 7 \text{ lotes}$$

Días necesarios para hacer 7 lotes

$$7 \text{ lotes} / 3 \text{ lotes/día} = 2.33 \text{ días} = 2.5 \text{ días}$$

Total de días necesarios para el envasado de la producción total de un aroma:

Tiempo de envasado de galones + Tiempo de envasado de cilindros

$$3.5 \text{ Días} + 2.33 \text{ Días} = 5.83 \text{ Días} = 6 \text{ días}$$

Tiempo total utilizado en el mes para envasar las producciones de los tres aromas:

Tiempo para envasar la producción mensual de un aroma $\times 3$

$$5.83 \text{ Días} \times 3 = 17.5 \text{ Días} = 18 \text{ días}$$

Porcentaje de capacidad productiva necesaria de la máquina para abastecer la demanda:

*(Días necesarios para producir / Días hábiles) * 100%*

$$\frac{18 \text{ Días}}{24 \text{ Días}} \times 100\% = 75\%$$

24 Días

Anexo B

Consumos de energía

Consumo mensual:

$$Pt = E$$

P = potencia (kW)

t = tiempo de uso (h)

Ejemplo:

Mezclador:

$$P = 0.45 \text{ kW}$$

$$T = 31.5 \text{ h}$$

$$E = 0.45 \text{ kW} \times 31.5 \text{ h} = 14.175 \text{ kWh}$$

Similarmente se sacó la energía para cada equipo de la línea de producción.

Anexo C

Costo unitario de cilindros y galones

A. Mano de obra:

Cuadro 27

Datos para cálculo de costo unitario

Producción total	61,000 l
Sueldos de mano de obra	Q3,200.00
Producción de envase de cilindro	21,000
Producción de envase de galón	10,000

Porcentaje de la producción de cilindros con respecto a la producción total.

$$21,000 \text{ cil} \times \frac{11}{1 \text{ cil}} \times \frac{100\%}{61,000 \text{ l}} = 34.42 \%$$

Porcentaje de sueldos destinado a producción de cilindros.

$$Q3,200 \times 34.42\% = Q1,101.44$$

Lógicamente el resto de sueldo es destinado a la producción de galones, es decir.

$$Q3,200 \times 65.58\% = Q2,098.56$$

Costo de mano de obra unitaria por cilindro.

$$Q1,101.44 / 21,000 \text{ cil} = 0.052 \text{ Q/ cil}$$

Costo de mano de obra unitaria por galón.

$$Q2,098.56 / 10,000 \text{ gal} = 0.2098 \text{ Q/gal}$$

B. Costo energético:

Cuadro 28
Datos de costo energético y horas de utilización de máquinas

Costo del kWh	Q1.3858
Consumo energético del mezclador	0.45 kW
Consumo energético del resto del equipo usado conjuntamente	6.4 kW
Horas de uso del mezclador mensualmente	31.5 h
Horas mensuales de uso del mezclador dedicado a producción de cilindros	10.5 h
Horas mensuales de uso del mezclador dedicado a producción de galones	21 h
Horas mensuales de uso del resto del equipo usado conjuntamente.	58.17 h
Horas mensuales de uso del resto del equipo usado conjuntamente dedicado a la producción de cilindros.	23.31 h
Horas mensuales de uso del resto del equipo usado conjuntamente dedicado a la producción de galones	34.86 h

Costo energético unitario para producir un cilindro.

Mezclador:

$$P \times t \times (\text{Costo energético}) / \# \text{ de unidades producidas mensualmente}$$

$$0.45 \text{ kW} \times 10.5 \text{ h} \times \underline{Q1.3858} = Q0.000312 / \text{unidad}$$

$$\frac{1 \text{ kWh}}{21000 \text{ unidades}}$$

Resto del Equipo**

$$6.4 \text{ kW} \times 23.31 \text{ h} \times \underline{Q1.3858} = Q0.009845 / \text{unidad}$$

$$\frac{1 \text{ kWh}}{21000 \text{ unidades}}$$

Costo energético unitario para producir un galón.

Mezclador.

$$P \times t \times (\text{Costo energético}) / \text{No. de unidades producidas mensualmente}$$

$$\frac{0.45 \text{ kW} \times 21 \text{ h} \times \underline{Q1.3858}}{1 \text{ kWh}} = Q0.00131 / \text{unidad}$$

10000 unidades

Resto del equipo”

$$\frac{6.4 \text{ kW} \times 34.86 \text{ h} \times \underline{Q1.3858}}{1 \text{ kWh}} = Q0.0309 / \text{unidad}$$

10000 unidades

Costo eléctrico total:

Cilindro.

$$Q0.000312 + Q0.009845 = Q0.0101$$

Similarmente para el galón.

$$\text{Costo} = Q0.033221$$

C. Costo de materia prima

Cuadro 29

Costo de materias primas

Costo del m ³ de agua	Q2.51
Costo de desinfectante D 4020	Q11.86 / L
Costo de aroma	Q199.16 / L

Cuadro 30

Porcentaje de materias primas en el desinfectante

Agua	98.25%
Desinfectante D 4020	1.25%
Aroma	0.5%

Base un cilindro

Costo de agua.

$$1 \text{ L Desinfectante} \times \frac{98.25 \text{ L agua}}{100 \text{ L}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ L agua}} \times \frac{Q2.509}{1 \text{ m}^3} = Q0.00247$$

Costo de desinfectante D 4020

$$1 \text{ L Desinfectante} \times \frac{1.25 \text{ L D 4020}}{100 \text{ L Desinfectante}} \times \frac{Q11.86}{1 \text{ L}} = Q0.1482$$

Costo de aroma

$$1 \text{ L Desinfectante} \times \frac{0.5 \text{ L Aroma}}{100 \text{ L Desinfectante}} \times \frac{Q199.16}{1 \text{ L Aroma}} = Q0.9958$$

Base un galón

Costo agua

$$1 \text{ gal desinfectante} \times \frac{4 \text{ L Desinfectante}}{1 \text{ gal Desinfectante}} \times \frac{98.25 \text{ L Agua}}{100 \text{ L Desinfectante}} \times \frac{1 \text{ m}^3_{\text{agua}}}{1000 \text{ L Agua}} \times \frac{Q2.509}{1 \text{ m}^3_{\text{agua}}} = Q0.00986$$

Costo de desinfectante D 4020

$$1 \text{ gal desinfectante} \times \frac{4 \text{ L Desinfectante}}{1 \text{ gal Desinfectante}} \times \frac{1.25 \text{ L D 4020}}{100 \text{ L Desinfectante}} \times \frac{Q11.86}{1 \text{ L D 4020}} = Q0.593$$

Costo de aroma

$$1 \text{ gal desinfectante} \times \frac{4 \text{ L Desinfectante}}{1 \text{ gal Desinfectante}} \times \frac{0.5 \text{ L Aroma}}{100 \text{ L Desinfectante}} \times \frac{Q199.16}{1 \text{ L Aroma}} = 3.9832$$

D. Totales de costo

Cuadro 31
Costos unitario total

Cilindros		Galones	
Mano obra	0.0524	Mano obra	0.2098
Energía	0.0107	Energía	0.0028
Agua	0.0024	Agua	0.0098
Des D 4020	0.1482	Des D 4020	0.5930
Envase	1.5400	Envase	2.4000
Aroma	0.9958	Aroma	3.9832
Total	2.7497	Total	7.1987

Cuadro 32

Porcentajes de ganancia para cilindros y galones de Desinfectante

Porcentaje de ganancia para cilindros	244%
Porcentaje de ganancia para galones	372%
IVA	12%

Cálculo de precio final

Cilindro

$$Q2.7497 \times 244\% = Q 6.71$$

$$Q6.71 \times 12\% = Q0.81$$

$$Q6.71 + Q0.81 = Q7.52 = Q7.50$$

Galón

$$Q7.1987 \times 372\% = Q26.77$$

$$Q26.77 \times 12\% = Q3.21$$

$$Q26.77 + Q3.21 = Q29.98 = Q30.00$$

Anexo D

Análisis de rentabilidad del proyecto.

Cuadro 33

Ventas

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
21,000 unidades de 1 Litro Q7.50	0	1,687,350.57	1,737,971.09	1,790,110.230	1,843,813.53	1,899,127.94
10,000 unidades de Galón Q30.00	0	3,224,341.73	3,321,071.98	3,420,704.14	3,523,325.27	3,629,025.03
Valor venta bruta sin IVA	0	4,911,692.35	5,059,043.08	5,210,814.37	5,367,138.80	5,528,152.97

Para las ventas se estipulo un crecimiento del 3 % mensual, ya que eso es lo que marca el historial de ventas de la empresa.

Cuadro 34

Costos

Costos	Año 0 (Q)	Año 1 (Q)	Año 2 (Q)	Año 3 (Q)	Año 4 (Q)	Año 5 (Q)
21,000 unidades 1L Q2.6973	0	679,561.24	699,948.08	720,946.52	742,574.92	764,852.17
10,000 unidades 1 gal Q6.99	0	842,194.52	867,460.36	893,484.17	920,288.69	947,897.35
Costo de Ventas	0	1,521,755.77	1,567,408.44	1,614,430.69	1,662,863.62	1,712,749.52

En estos gastos se toma en cuenta la depreciación de la máquina en 5 años. La cantidad tomada como gasto anual de depreciación es de Q 85,946.64. Se supone que los costos de materia prima, electricidad y agua permanecen constantes durante estos cinco años.

Cuadro 35

Gastos

Gastos	Año 0 (Q)	Año 1 (Q)	Año 2 (Q)	Año 3 (Q)	Año 4 (Q)	Año 5 (Q)
Totales (fijos y variables)	0	594,746.64	594,746.64	594,746.64	594,746.64	594,746.64

Se supone que los gastos administrativos, como materiales, papelería y otros sueldos permanecen constantes.

Para sacar la utilidad neta:

Venta Bruta – Costo bruto – Gastos – ISR(31% sobre utilidad bruta) = Utilidad Neta

Para año 1.

Utilidad Bruta

$Q4,911,692.35 - Q1,521,755.77 - Q594,746.64 = Q2,795,189.94$

ISR

$Q2,795,189.94 \times 0.31 = Q866,508.88$

Utilidad Neta

$Q2,795,189.94 - Q866,508.88 = Q1,928,681.05$

Similarmente para el resto de los años

Cuadro 36

Utilidad Neta

Utilidad Neta	Año 0 (Q)	Año 1 (Q)	Año 2 (Q)	Año 3 (Q)	Año 4 (Q)	Año 5 (Q)
	0	1,920,015.9	1,989,872.36	2,061,824.48	2,135,935.16	2,212,269.15

Similarmente se hace este estudio para la línea de producción existente.

Cuadro 37
Ventas sin automatización

Ventas	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
21,000 unidades de 1 Litro Q7.50	0	1,689,616.71	1,740,305.22	1,792,514.37	1,846,289.80	1,901,678.50
10,000 unidades de Galón Q30.00	0	3,100,817.14	3,193,841.65	3,289,656.90	3,388,346.61	3,489,997.01
Valor venta bruta sin IVA	0	4,790,433.86	4,934,146.87	5,082,171.28	5,234,636.42	5,391,675.51

Cuadro 38
Costos sin automatización

Costos	Año 0 (Q)	Año 1 (Q)	Año 2 (Q)	Año 3 (Q)	Año 4 (Q)	Año 5 (Q)
21,000 unidades 1L Q2.6973	0	754,293.17	776,921.97	800,229.63	824,236.52	848,963.61
10,000 unidades 1 Gal Q6.99	0	1,000,263.59	1,030,271.50	1,061,179.64	1,093,015.03	1,125,805.48
Costo de Ventas	0	1,754,556.77	1,807,193.47	1,861,409.27	1,917,251.55	1,974,769.10

Cuadro 39
Gastos sin automatización

Gastos	Año 0 (Q)	Año 1 (Q)	Año 2 (Q)	Año 3 (Q)	Año 4 (Q)	Año 5 (Q)
Totales (fijos y variables)	0	594,746.64	594,746.64	594,746.64	594,746.64	594,746.64

Cuadro 40
Utilidad neta sin automatización

Utilidad Neta	Año 0 (Q)	Año 1 (Q)	Año 2 (Q)	Año 3 (Q)	Año 4 (Q)	Año 5 (Q)
	0	1,843,555.17	1,906,115.49	1,970,552.62	2,036,922.86	2,105,284.21

A. Análisis marginal de la compra

Cuadro 41
Diferencia entre márgenes brutos

Diferencia M. B.	Año 0 (Q)	Año 1 (Q)	Año 2 (Q)	Año 3 (Q)	Año 4 (Q)	Año 5 (Q)
	0	354,059.45	364,681.23	375,621.67	386,890.32	398,497.03

Cuadro 42
Diferencia de gastos totales

Diferencia G. T.	Año 0 (Q)	Año 1 (Q)	Año 2 (Q)	Año 3 (Q)	Año 4 (Q)	Año 5 (Q)
	0	-242,746.64	-242,746.64	-242,746.64	-242,746.64	-242,746.64

Margen Bruto = Venta Bruta – Costo Bruto

Diferencia de Margen Bruto.

Margen Bruto_(línea de producción automatizada) - Margen Bruto_(línea de producción actual)

$$Q3,389,936.54 - Q3,035,897.08 = Q354,059.45$$

Similarmente se hace para los gastos totales.

La diferencia entre estas dos cantidades da la utilidad antes de pagar el ISR. Las cantidades se suman ya que se da un aumento de margen bruto y un decremento en el gasto.

Cuadro 43
Utilidad antes y después de ISR

	Año 0 (Q)	Año 1 (Q)	Año 2 (Q)	Año 3 (Q)	Año 4 (Q)	Año 5 (Q)
Utilidad antes de ISR	0	596,806.09	607,427.87	618,368.31	629,636.96	641,243.67
Utilidad Después de ISR		411,796.20	419,125.23	426,674.13	434,449.50	442,458.13

A estas cantidades se les suma la depreciación de la máquina ya que se había tomado como un gasto fijo en la proyección de estos. A esta cantidad se le llama el flujo de caja neto, y es con el que se determina la rentabilidad del proyecto.

Cuadro 44
Flujo de Caja Neto

Diferencia G. T.	Año 0 (Q)	Año 1 (Q)	Año 2 (Q)	Año 3 (Q)	Año 4 (Q)	Año 5 (Q)
Flujo de Caja Neto	-429733.20	497,742.8456	505,071.8763	512,620.7780	520,396.1467	528,404.7764

El flujo en el año 0 es el monto de la inversión y por eso es negativo.

El porcentaje de rentabilidad se saca con estos flujos y el comando de Microsoft EXCEL

El Retorno de Inversión se puede ver que está contenido en el primer año por lo que se saca con:

$$\frac{\text{Inversión}}{\text{Flujo primer año}} * 12 \text{ meses}$$

$$(429733.20 / 497742.84) * 12 \text{ meses} = 10.33 \text{ meses}$$

La tasa de rentabilidad es del 115%

ANEXO E

Análisis de mercado

1. Situación actual:

La empresa actualmente vende producto a distribuidoras que son su consumidor principal. Sin embargo se vende a hoteles, universidades, restaurantes, lavanderías, y también a gente en particular. El precio es la ventaja competitiva del producto. Esto es posible ya que se invierte en publicidad, aparte de posters para tiendas específicas donde se vende el producto y solo si el cliente lo requiere. El producto es vendido solo actualmente en la capital del país de Guatemala, y la demanda no se da a basto, al punto de que ciertos pedidos han sido imposibles de entregar. El espacio físico de la planta no es suficiente para poder contratar a más operarios para el envasado del producto, por lo que se considera una mucho mejor opción la automatización del proceso para el incremento de productividad.

Actualmente la empresa vende un promedio de 10000 litros de desinfectante y 10000 galones de desinfectante. La densidad es de 1056kg/m^3

2. Qué hace la competencia y la tendencia del mercado:

Se ha buscado tener un producto competitivo a muy buen precio y la tendencia de la gente a buscar este tipo de producto en el mercado actual ha sido grande. La competencia actual muchas veces gasta en campañas publicitarias grandes lo que no deja que sus precios sean más bajos, punto al que se le toma ventaja.

3. Posibles mercados

Los mercados potenciales todavía por abarcar usando la misma estrategia de venta son distribuidoras en el interior del país ubicadas en centros urbanos, como por ejemplo, Cobán, Xela, Chiquimula, y Antigua Guatemala. Estas cuatro ciudades representan el mercado donde se hará el incremento de demanda para la incrementada producción. Últimamente no se ha logrado abastecer el mercado actual, por lo que la automatización debe de cubrir esta demanda primero y luego se buscará expandir al interior del país.