

59117

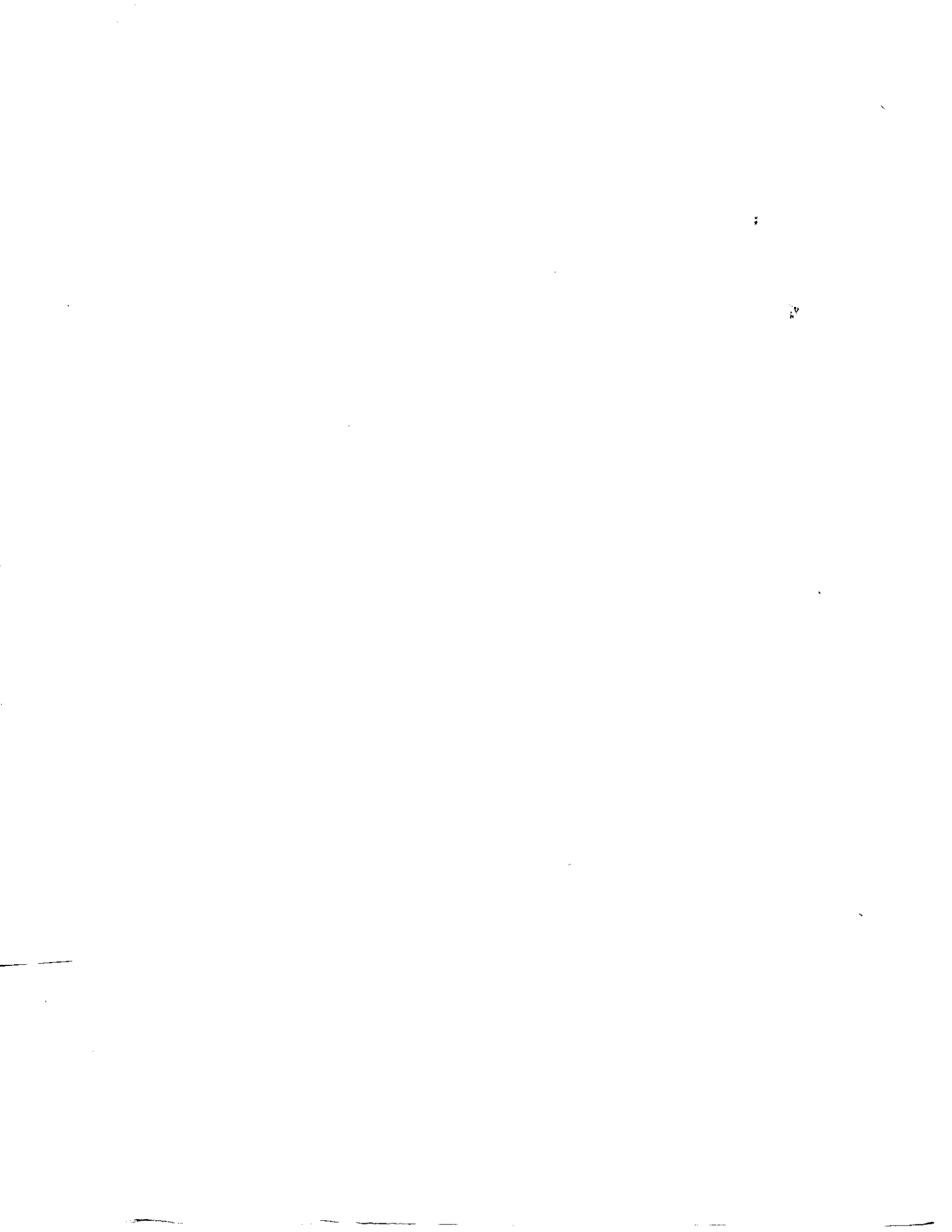
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE
GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

Departamento de Ingeniería Química

**Diseño de una línea de empaque para
una fábrica de productos líquidos de
limpieza**

**Guatemala
2003**



**Diseño de una línea de empaque para
una fábrica de productos líquidos de
limpieza**

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE
GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

Departamento de Ingeniería Química

**Diseño de una línea de empaque para
una fábrica de productos líquidos de
limpieza**

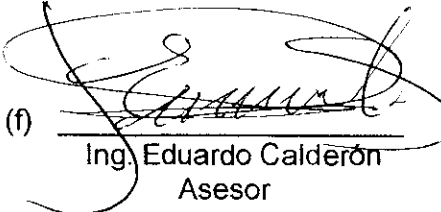
Trabajo de investigación elaborado por
Paulo Ho Chen para optar al grado
académico de Licenciado en Ingeniería
Química

BIBLIOTECA
DE LA
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

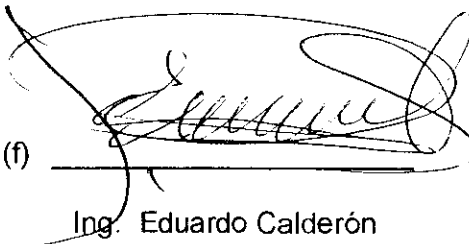
Guatemala

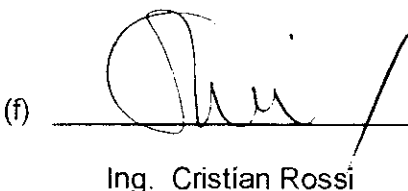
2003

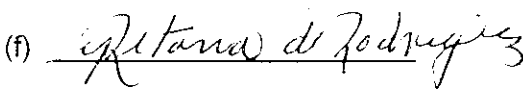
Vo. Bo.:

(f) 
Ing. Eduardo Calderón
Asesor

Tribunal:

(f) 
Ing. Eduardo Calderón

(f) 
Ing. Cristian Rossi

(f) 
Dra. Milta de Rodríguez

Fecha de aprobación: 25 de Noviembre del 2004

INDICE

	Página
LISTADO DE TABLAS	vi
LISTADO DE FIGURAS	vii
LISTADO DE DIAGRAMAS	viii
RESUMEN	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	2
A. Productos de limpieza	2
B. Origen del empaque	5
C. Material de empaque	6
D. Procesos de empaque	17
E. Equipo de empaque	18
III. JUSTIFICACIÓN	23
IV. OBJETIVOS	24
V. PROBLEMA A RESOLVER	25
VI. METODOLOGÍA	26
VII. RESULTADOS	27
A. Producción	27
B. Características de los productos	28
C. Proceso de empaque	33
D. Capacidad de la línea de empaque	33
E. Distribución de áreas de la planta	34
F. Diseño de la línea de empaque	40
G. Factibilidad económica del proyecto	43
VIII. DISCUSIÓN	46
IX. CONCLUSIONES	58
X. RECOMENDACIONES	60
XI. BIBLIOGRAFÍA	61
ANEXOS	
Tablas de Datos	62

LISTADO DE TABLAS

Página		
7.1	Volumen de producción de producto líquidos por año	27
7.2	Cantidad de productos por año	28
7.3	Cantidad de productos que representan el 80% de la producción anual de líquidos en presentación de 3.78 L	28
7.4	Especificaciones del empaque	30
7.5	pH de los productos	31
7.6	Densidad de los productos	31
7.7	Viscosidad de los productos	32
7.8	Carácter espumoso de los productos	32
7.9	Ingredientes mayoritarios de los productos en el 2002	32
7.10	Flujos para las actividades del proceso de empackado	33
7.11	Costo del proyecto	44
7.12	Determinación de la factibilidad económica. Base de análisis año fiscal 2003	45
12.1	Litros producidos por año	62
12.2	Litros producidos en presentación de 3.78 L por año	63
12.3	Características físicas y químicas de los productos líquidos	67
12.4	Litros producidos en el año fiscal 2003 (julio 2002 a junio 2003)	68
12.5	Litros producidos en el año fiscal 2003 para presentación de 3.78 L	74
12.6	Tiempo de producción para la presentación de 3.78 L que conforman el 80% de la producción anual	77
12.7	Tiempo de producción proyectado para la presentación de 3.78 L que conforman el 80% de la producción anual utilizando la línea de empackado	78
12.8	Proyección del % de incremento en el volumen de producción total para una reducción de 23,461.55 min en el tiempo de producción.	79

LISTADO DE FIGURAS

	Página
7.1 Sello del envase de 3.78 L	28
7.2 Envase de HDPE de 3.78 L	29
7.3 Tapón enroscado del envase de 3.78 L	29
7.4 Caja de cartón corrugada	30
7.5 Llenadora de líquidos	40
7.6 Taponadora Manual	41
7.7 Bomba de doble diafragma	42

LISTADO DE DIAGRAMAS

	Página
7.1 Plano actual general de la compañía	35
7.2 Plano actual de la fábrica Promady S.A.	36
7.3 Plano actual del recorrido de actividades de la fábrica Promady S.A.	37
7.4 Plano modificado de la fábrica Promady S.A.	38
7.5 Plano modificado del recorrido de actividades de la fábrica Promady S.A.	39

RESUMEN

Este trabajo consiste en diseñar una línea de empaque de productos líquidos en presentación de 3.78 L para una fábrica de productos de limpieza y evaluar si el proyecto es factible económicamente.

Se evaluó la producción de esta presentación y las características físicas y químicas de los productos respectivos. Luego se analizaron las actividades que conforman el proceso de empackado, se calculó la capacidad requerida de la línea de empackado y se propuso la distribución de la misma en la planta. Posteriormente se diseñó la línea de empaque.

Esta línea de empaque aumentaría la producción anual en el periodo fiscal 2003 en un 7.9%. El ahorro correspondiente para el costo total del mismo periodo es del 27.045% anual y el tiempo de recuperación de la inversión es de 3.70 años, para una vida útil de 10 años. Por lo tanto, el proyecto es factible económicamente.

I. INTRODUCCIÓN

A lo largo de los años, la industria de los productos químicos de limpieza ha crecido debido a la demanda del sector público y privado del país. Por ello Promady S.A. ha incrementado el volumen de producción, y su mercado se ha extendido a los países centroamericanos. Con el paso del tiempo, esta empresa se ha visto en la necesidad de aumentar la capacidad de la planta, y en estos momentos el cuello de botella es el proceso de empaqueo de productos líquidos.

En este trabajo se propuso una solución a la problemática del proceso de empaque en la empresa Promady S.A. Este proceso es una parte esencial en la manufactura de productos líquidos de limpieza ya que en él se culmina el proceso de producción. Por ello el resultado de esta etapa es importante para conservar la calidad del producto, el manejo y consumo del producto por parte del cliente.

Para proponer una solución se seleccionó una línea de empaque que aumentaría la productividad del área de producción, reduciendo en 53% el tiempo en que se empaquen los productos. En la elaboración de este diseño, se determinó las características fisicoquímicas de los productos líquidos a empaquetar, la capacidad de la línea según el requerimiento de la planta, los equipos a incluir en la planta y su distribución.

Por último, se determinó que el aumento de la capacidad y tiempo reducido para recuperar la inversión, permiten que el montaje de la línea sea económicamente factible.

II. ANTECEDENTES

A. Productos de limpieza

La acción de limpiar consiste en remover sustancias indeseables adheridas sobre una superficie. Los métodos de limpieza comúnmente son:

- Aplicación de un detergente, el cual remueve las sustancias indeseables mediante la acción de un agente surfactante.
- Agitación y abrasión mecánica.
- Sumergiendo la superficie en un solvente como el agua, derivados de petróleo, hidrocarburos clorinados o un alcohol.
- Favoreciendo una reacción química que solubilice la sustancia en el medio.

Normalmente se combinan los métodos especialmente la agitación y abrasión con el método 1 y 3. Estos últimos métodos comprenden la mayoría de los productos de limpieza. (3)

Un agente surfactante consiste químicamente en una parte lipofílica y otra hidrofílica. La parte lipofílica atrae la sustancia indeseable de la superficie y la parte hidrofílica la suspende en el medio, facilitando su eliminación por medio del agua de enjuague. El surfactante al tener afinidad con la superficie, impide que la suciedad suspendida en el medio se deposite nuevamente en la superficie. Este agente se presenta en combinación con sales alcalinas, ácidos o solventes. Los surfactantes se divide en: aniónicos, catiónicos, no iónicos y anfotéricos. (3)

El primer jabón se fabricó mediante la reacción de una base fuerte con un ácido graso. El producto fue glicerina y la sal del ácido graso, siendo este último un surfactante aniónico. La desventaja de este producto fue su incompatibilidad con iones metálicos, como calcio y magnesio, lo cual redujo la acción surfactante del jabón. Para corregir este problema se diseñaron los detergentes (sintéticos) basados en surfactantes aniónicos. Estos se elaboraron con alcohol derivado de aceite de coco, lauril sulfato de sodio y derivados de petróleo combinados con benceno y sulfonado con ácido sulfúrico. Su atracción al agua se reduce al aumentar el número de carbonos en la cadena del surfactante. (3)

Los surfactantes no iónicos se elaboran mediante la unión de moléculas de óxido de etileno derivados del petróleo y polímeros solubles en agua. Su afinidad con el agua aumenta al disminuir el número de moléculas de óxido de etileno. (3)

Los surfactantes catiónicos tiene la cadena más larga con carga positiva, en contraste con los aniónicos que tiene carga negativa. Su acción limpiadora es pobre, por lo que se utiliza como germicida y suavizante de textiles. El compuesto que se utiliza es la sal del amonio cuaternario. (3)

Los surfactantes anfotéricos poseen una cadena larga con carga positiva y otra con carga negativa. La proporción de las cargas esta relacionada con la acidez y alcalinidad de la solución. Por esta característica es compatible con los demás surfactantes y soluciones electrolíticas. (3)

1. Soluciones alcalinas. La mayoría de los productos de limpieza industrial se agrupan en soluciones alcalinas, que consisten en las mezclas de sales alcalinas y algunos surfactantes. La combinación de los compuestos mejora la acción surfactante, neutraliza las sustancias ácidas a remover, dispersa o emulsifica la suciedad para evitar que se deposite nuevamente en

la superficie, minimiza la corrosión del metal luego de la limpieza, mejora las cualidades de almacenaje del producto y controla la formación de espuma.

(3)

Los productos alcalinos pueden tener un amplio espectro de aplicación o uno específico. Todo depende del tipo de suciedad que se desee remover en una superficie dada. Para lograr esta amplia gama de aplicaciones se utilizan compuestos alcalinos como: hidróxido de sodio, carbonato de sodio, metasilicato de sodio, ortosilicato de sodio, fosfato trisódico, pirofosfato tetrasódico, polifosfato de sodio, EDTA y bórax. (3)

2. Soluciones ácidas. Estas soluciones se utilizan para disolver suciedades de origen inorgánico. Los ácidos utilizados son: ácido sulfúrico de 5-25% en peso, ácido clorhídrico de 25-50% en volumen, ácido fosfórico de 15-30% en peso, ácido nítrico de 20% en volumen, ácido fluorhídrico de 70% en peso, ácidos orgánicos como: ácido acético, ácido cítrico, ácido oxálico, ácido glucónico, ácido tartárico o ácido láctico, ácido crómico. El tipo de ácido a utilizar depende del material de la superficie. (3)

3. Solventes orgánicos. Los solventes son utilizados para disolver suciedades en superficies metálicas, textiles, plásticos y otros. La rapidez con que disuelve la suciedad orgánica es mayor que con detergentes. Su aplicación se enfoca en limpiezas que no permite el uso de soluciones acuosas o suciedades que no se disuelven fácilmente en detergentes acuosos. En procesos adecuados se puede separar la suciedad y reutilizar el solvente para eliminar los residuos de suciedad en la superficie previamente limpiada. (3)

Los solventes utilizados son: solventes de petróleo, solventes aromáticos (benceno, tolueno, xileno) y solventes no aromáticos (metil etil cetona, acetona, alcohol), hidrocarburos clorados (tricloroetileno, cloruro de

metileno, percloroetileno, 1,1,1 tricloroetano, dicloro y tricloro benceno), solventes fluorados como triclorotrifluorometano y algunos solventes solubles en agua (glicol éter, fenoles, aceite de pino, alcoholes). (3)

B. Origen del empaque

Desde el inicio del ser humano el empaque ha sido un medio para transportar productos de un lugar a otro y para almacenarlo. Prueba de ello son los antiguos artefactos fabricados de materiales como: cerámica, piedra, madera, piel animal y fibra vegetal. Con el paso del tiempo, los nómadas empezaron a establecerse en un territorio, formando comunidades que finalmente llegaron a ser ciudades, siendo necesario utilizar el empaque para comercializar productos en cantidades cada vez mayores. Este suceso impulsó la revolución industrial y así comenzó una época de fabricación en serie utilizando maquinaria. (1)

Con el fin de satisfacer la demanda de los consumidores, el empaque se volvió cada vez más ligero y de diversas formas. De estos nuevos empaques se pueden mencionar las latas, envases, bolsas de papel y cajas de cartón. De estas últimas es el papel la materia prima, la cual se originó en China alrededor del 200 a.c. y se propagó a todas partes del mundo hasta el día de hoy. (1)

Junto con este cambio en el empaque, se vio en la necesidad de mejorar la presentación del producto. Para ello se han esculpido, moldeado, pintado y pegado diseños en la superficie externa. La impresión de diseños sobre superficies comenzó con la imprenta sobre papel. Esta tecnología fue desarrollada en China alrededor de 868 a.c. y consistió en bloques pequeños de madera con diseños esculpidos que aplicándoles tinta y presionándolas sobre una superficie se le transfería el diseño. Posteriormente esta idea se

optimizó utilizando placas metálicas, en lugar de madera, aumentando la velocidad de impresión y facilitando el desarrollo de las etiquetas. (1)

Finalmente con la industrialización, el poder adquisitivo de la gente aumentó y para entonces el consumidor demandaba más por lo que pagaba. Por lo tanto se mejoró la calidad del empaque utilizando maquinarias más eficientes y procesos más limpios. (1)

C. Material de empaque

1. Empaque primario. Se considera al empaque primario como el material que está íntimamente en contacto con el producto. Este puede estar fabricado de materiales como: cerámica, metal, fibra vegetal, plásticos y otros materiales especiales. Entre estos materiales es el plástico el que más se utiliza para contener productos químicos, debido a su resistencia a químicos, al desgaste y golpes, así como por la facilidad para fabricar empaques atractivos de distintas formas, colores y tamaños. También para un mismo volumen de producto, los plásticos pesan menos y hacen menos ruidos durante su manipulación. (1)

a. Envase. Como se mencionó anteriormente, el plástico se ha utilizado para fabricar envases de distintas formas y tamaños, siendo uno de los materiales más utilizados para este fin. Uno de los primeros polímeros sintéticos se fabricó en 1843 para usarlo como mango para cuchillos. Con los siguientes avances tecnológicos se obtuvo el primer envase de polietileno, este fue elaborado mediante una técnica de moldeado por soplado alrededor de 1947.

Un polímero consiste en una estructura química compuesta de la unión de varias moléculas ordenadas en una secuencia, proporcionándole un alto peso molecular. El plástico es un polímero sintético y para convertirlo en

un empaque es necesario hacerlo fluir por medio de presión. (1) Para mejorar las características del polímero, se agregan aditivos como antioxidantes y se forman copolímeros o combinaciones de polímeros. (2)

Los plásticos se pueden dividir en *termoplásticos* y *termofijos*. El primero se funde al calentarse y en su estructura hay pocas ramificaciones. En contraste el segundo se descompone al calentarse. Comercialmente es el polietileno de alta densidad el termoplástico que se utiliza para empacar productos químicos de limpieza. Aunque existen un sin fin de polímeros que se utilizan como empaque para otras sustancias. La selección del material depende de factores como: el ambiente en donde se fabricará y utilizará, las características físicas del empaque (transparencia, color, elasticidad, tolerancia a diferentes temperaturas, resistencia a la compresión, etc.), la compatibilidad con el producto a empacar, las regulaciones establecidas para empacar el producto y otros más. (2)

De los plásticos disponibles para fabricar el empaque se pueden mencionar el ABS (Acrilonitrilo-Butadieno-Estireno), Acetato de Celulosa, Propionato de Celulosa, Nitrilos, Fenólicos, Policarbonato, Poliester, Polietileno, Polipropileno, Poliestireno, Poliuretano, (PVC) Cloruro de Polivinilo, Formaldehido de urea, Teflón, y otros. (2)

1) Polietileno de alta densidad. Este polietileno se fabricó alrededor de 1950 por medio de un nuevo método que permitió la polimerización en condiciones estándares de temperatura y presión, gracias al uso de un catalizador de tetracloruro de titanio y trietil de aluminio. (1) Es un polímero utilizado en su mayoría para el soplado de envases destinados a la industria de alimentos y productos químicos. La estructura molecular es básicamente similar al polietileno de baja densidad, aunque tiene una cristalinidad arriba del 95% (menos ramificaciones), lo cual proporciona mejor rigidez e impermeabilidad, con sustancias líquidas. Tiene permeabilidad con

los gases, no permite el paso de humedad, tiene poca transparencia y resiste el ataque de solventes, ácidos y bases fuertes. Los envases de este material pueden tener una pared más delgada que los de polietileno de baja densidad, por lo que tiene un menor costo. (2)

2) La fabricación de envases. La fabricación de empaques se puede realizar mediante moldeo por inyección, por compresión, por soplado, por rotación, por termoformado y por aplicación de espuma. En especial, los envases se pueden fabricar mediante tres técnicas de moldeo por soplado: por extrusión, por inyección y por estiramiento. (1)

A inicios de 1937 el moldeo por extrusión se utilizó para fabricar botellas que se podían comprimir. El mecanismo de fabricación consiste en fundir el plástico y formar un tubo que se introduce dentro de un molde formado por dos partes idénticas. Un extremo de la pieza se cierra con los moldes y del otro extremo se inyecta aire a presión por unas agujas introducidas dentro del tubo. Cuando la pieza ha ocupado el espacio libre del molde se ha formado un envase. Los remanentes de plástico adheridos a la superficie del envase se retiran y se reciclan. El grosor de la pared para el envase depende de la cantidad de plástico fundido, temperatura, forma y presión de aire. (1) Cuando se desea fabricar recipientes grandes se utiliza una técnica similar, que une dos placas extruidas mediante el cierre de dos mitades de un molde. (2)

El moldeo por inyección consiste en dos etapas. Primero se introduce plástico fundido en un molde preliminar y luego se transfiere esta pieza a un molde para soplado que realiza la forma final. Esta técnica reduce la cantidad de plástico sobrante en la superficie del envase. Los moldes son de mayor costo y esta técnica se utiliza principalmente en presentaciones pequeñas. (1)

La técnica por estiramiento incorpora el moldeado por inyección, pero antes del soplado se calienta la pieza preliminar y se estira. Esto permite que la orientación de la pieza mejore y resulte en una pared delgada y fuerte. (1)

Para el diseño de los envases, es necesario tomar en cuenta la contracción del material durante el moldeado y luego de empacar el producto. Las geometrías más fáciles de fabricar son el cilindro y el óvalo, aunque los cuadrados y otras formas necesitan mayor atención para que el grosor de la pared cumpla con las especificaciones. Para contrarrestar el problema del grosor variable de pared, se puede controlar la salida del extruidor y así tener mayor grosor en las secciones en donde hay mayor estiramiento. (2)

b. Tapones. Antiguamente para tapar o sellar un recipiente se utilizaban los corchos, ya que eran fáciles de fabricar, livianos, elástico y silenciosos. Actualmente se fabrican de plástico y metal, según la aplicación, aunque para tapar las botellas de vino se sigue utilizando el corcho, por propiedades que no posee otro material. (1)

Básicamente este elemento evita el derrame y la contaminación de un producto conservándolo en un envase. Otras funciones serían: conservar un producto bajo presión o vacío, presentar evidencia de forcejeo al tapón, ser fácil de abrir y a prueba de niños. (1)

El tapón está formado de un sello flexible e inerte al producto y una cubierta que ejerce la presión del sello sobre la boca del envase. Hay cuatro tipos: *Enroscado*, *Corona*, *Press-on* y *Roll-on*. (1)

Los *enroscados* tienen en su parte interna una rosca que corresponde a la rosca formada en la parte externa de la boca del envase.

Las guías de la rosca en el envase facilitan el descenso del tapón hasta que ocurra un cierre. Los tipos *lug* son similares a las enroscadas pero son más fáciles de abrir y cerrar. Se aplican para sellar empaques grandes y pequeños al vacío y funcionan con cargadores moldeados al tapón, las cuales sellan al girar $\frac{1}{4}$ de vuelta sobre guías en la boca del envase. Este último tiene la ventaja de ser un cierre con presión uniforme. (1)

La *corona* tiene bordes ondulados que al utilizar la taponadora ejercen fricción sobre el borde de la boca del envase. Para retirarlo se usa una herramienta. Existen tres variaciones: el de volteo, de giro y de ruptura. El de volteo ejerce la menor presión sobre la boca del envase y es fácil de abrir. El de giro se asemeja al enroscado y el de ruptura esta hecho de una lámina delgada de metal que se desprende utilizando una lengüeta sujeta al tapón. (1)

Los *press-on* se utilizan en el empaqueo de alimentos al vacío. Estos tienen dientes en los extremos del tapón y se sujetan bajo presión sobre guías moldeadas en la boca del envase. Una forma para saber si el empaque fue sellado adecuadamente es la ausencia de ruido cuando se presiona el centro del tapón. (1)

Para el empaqueo en latas, se utilizan los *roll-on*. Estas son placas planas que al colocarse encima de la lata sobresalen sus bordes. Para sellar se presiona la placa sobre la lata y un rodillo desliza el borde de la placa sobre los lados de la boca del envase. (1)

Los tapones a prueba de niños se utilizan en productos farmacéuticos o del hogar que se consideran peligrosos para ellos. Existen tres sistemas básicos para abrir estos tapones: apretar-abrir, presionar-girar y una combinación de cierre-lengüeta. (1)

El primero necesita un tapón externo que apriete uno interno. El segundo consiste en presionar y girar el tapón simultáneamente. Y el último necesita que las partes moldeadas en el tapón coincidan con las de la boca del envase para abrir. La desventaja de este tipo de tapones es que dificulta su uso para personas discapacitadas o de edad avanzada. (1)

La fabricación de tapones plásticos se realiza mediante el moldeado por compresión o inyección. Los plásticos más utilizados son polietileno y polipropileno. El proceso de moldeado por compresión consiste en calentar el molde a la temperatura de fundición del plástico termofijo y agregar un exceso del plástico dentro del molde. La parte superior del molde comprime el plástico y permite que un remanente del plástico fundido salga del molde. Cuando la pieza plástica haya adoptado rigidez, se retira del molde y se eliminan los remantes de plástico. Cuando se utiliza moldeado por inyección, el molde se precalienta y se introduce por aberturas reducidas el plástico fundido. Cuando la pieza plástica ha adquirido rigidez, el molde se abre y se retira su contenido. (2)

El componente responsable del sello entre el tapón y la boca del envase está compuesto de un disco y una capa de material elástico. Ambos componentes tienen que resistir las repetidas acciones de cierre del tapón, ser inerte al producto envasado y para el material elástico, poder recuperar su forma después de destapar el envase. El sello se produce cuando la presión ejercida por el tapón permite que el material elástico cubra todas las irregularidades de la boca del envase e impide el derrame del producto. Para la elaboración del disco se utiliza como base el papel *kraft* y las variedades existentes son aplicaciones de distintos recubrimientos. De este recubrimiento se pueden utilizar resinas oleicas, resinas resistentes a condiciones alcalinas, caseína, PVC, resinas de urea-formaldehído-melamina, polietileno, saran, poliéster, celofán, laminado de aluminio, hule, tratamientos con cera y otros más. Para el material elástico se utilizan láminas de pulpa, periódico

reprocesado, corcho plastificado con resinas y papel encerado con parafina.
(2)

2. Empaque secundario. El empaque secundario es el que está en contacto íntimo con el empaque primario y además envuelve una agrupación de ellos preparándolos para su transporte y almacenaje. También protege la integridad del empaque primario ante golpes y desgastes durante su manipulación hasta la entrega del producto al cliente.

a. Etiquetas. Las etiquetas se utilizan por dos razones: La primera es un requerimiento de ley para la venta de todo producto envasado, la cual tiene que indicar el nombre del fabricante, la cantidad envasada, los ingredientes activos y si es una sustancia peligrosa, las precauciones. La segunda es para promover el producto utilizando una marca, nombre llamativo, cualidades y aplicaciones del mismo. La forma en que se presenta este tipo de empaque, junto al aspecto del envase, son determinantes en la aceptación del producto, ya que puede distinguirse entre otros productos similares. (2)

El uso de las etiquetas se remonta a décadas antes de Cristo, ya que se utilizaban para identificar el producto. Al inicio sólo se marcaban las botellas de vino y conforme pasaron los años era común el colocar etiquetas hechos de piedras y metales preciosos. Esta práctica sólo era para productos de alto valor ya que la mayoría de las personas no tenían acceso a la educación y por lo tanto no sabían leer. Cuando la gente pudo acceder a la educación, los comerciantes pudieron vender artículos de consumo con etiquetas llamativas fabricadas en papel. (2)

Existen dos maneras para etiquetar un envase, el primero utiliza materiales como papel, lámina o tela en donde se reproduce el diseño y luego se adhiere al envase. El otro método es la reproducción del diseño

directamente sobre la superficie del envase, esto se puede realizar mediante serigrafía, transferencia en caliente y *offset*. (2)

1) Etiquetas de papel. Este tipo de etiquetas son las más baratas y tiene la ventaja de reproducir diseños complejos con varios colores. Las formas de impresión son mediante imprenta, *offset* y flexografía.

Las etiquetas se elaboran con papel que ha sido recubierto con pigmentos, adhesivos o aditivos para mejorar la calidad de la superficie de impresión. Los pigmentos comúnmente utilizados son yeso, dióxido de titanio y carbonato de calcio. Para los adhesivos se utilizan proteínas o almidón. Y para los aditivos se usan preservantes, agentes impermeabilizantes y tintes. El brillo del papel se logra mediante un proceso de pulido que también deja una superficie lisa. (2)

El cortado puede realizarse con un molde o por guillotina. La primera permite un libre diseño del aspecto físico de la etiqueta, aunque es de mayor costo por el trabajo manual de elaborar los moldes. Sólo se puede cortar cantidades pequeñas a la vez usando una prensa que presiona el molde sobre las etiquetas. Comúnmente se utiliza la guillotina para el mismo propósito. La adherencia de la etiqueta al envase se puede realizar utilizando goma, pero en las nuevas etiquetadoras, se utilizan adhesivos sensibles a la presión o al calor. (2)

2) Etiquetas en láminas. Este tipo de etiquetas consiste de papel laminado de un grosor entre 0.0635 mm y 0.0762 mm. El tipo de adhesivo que funciona muy bien es el sensible al calor. La impresión y brillantez final de la etiqueta no son comparables con las demás etiquetas. La desventaja radica en el uso de tintas especiales y su dificultad para usar el color blanco en áreas grandes del diseño. (2)

3) Etiquetas por transferencia. Estas etiquetas se logran utilizando procesos que transfieren tintas sensibles al calor de un listón a la superficie de impresión. De estos procesos se puede mencionar el *Therimage*, *Electrocal*, entre otras. El proceso *Therimage* utiliza placas de impresión que pueden reproducir imágenes de alta resolución y por lo tanto su costo es mayor. En cambio el *Electrocal* necesita menor inversión pero se limita a diseños en líneas y sólidos, siendo utilizado para producciones bajas. (2)

4) Etiquetas por impresión Offset. Esta forma de impresión tiene una baja resolución y los diseños pueden resultar discontinuos. Se aplican a productos de uso cotidiano y de alta producción. (2)

5) Etiquetas por serigrafía. Este es una técnica que consume tiempo ya que se presiona la tinta a través de una tela con finas aberturas. Esto reduce su aplicación a diseños con líneas y sólidos, sin la posibilidad de variar tonalidades. También se debe aplicar un color a la vez. (2)

6) Etiquetas en manga. De estas etiquetas existen dos tipos, uno que se estira y otra que se encoge. Ambos utilizan películas de polietileno de baja densidad pero el primero se estira sobre el envase y el segundo se enrolla para luego encogerse por acción del calor. (2)

7) Adhesivos. La adherencia de las etiquetas se puede lograr utilizando goma, adhesivo sensible a presión o calor, y *hot-melts*. (2)

Las gomas de bajo costo están hechas de almidón o dextrina, siendo fáciles de aplicar y con buen tiempo de secado. Algunos tienen incompatibilidad con el agua, aunque pueden utilizarse en ambientes húmedos o calurosos. Las reacciones con la etiqueta pueden ser ácidas o básicas, y de un color desde el blanco hasta el café. Cuando se necesita que la goma sea impermeable, se puede recurrir a gomas de origen animal,

siendo estas de relativa acidez y tonalidad café. El adhesivo de caseína es la mejor para resistir el agua y por lo tanto se utiliza en envases que necesitan refrigeración. El único inconveniente es la baja adherencia y el prolongado tiempo de secado. Este último se puede remediar aplicando delgadas capas de goma. (2)

Los adhesivos sensibles a la presión se utilizan bastante en producciones bajas, ya que su aplicación no deja residuos y el equipo necesita menor inversión. Las desventajas son las bajas velocidades, alto costo en la etiqueta y pobre impresión.

De las etiquetas sensibles al calor, se ofrecen para adherencia inmediata o retardada. La primera se aplica sobre el envase con presión y calor. La segunda se ablanda con calor y tarda un tiempo en endurecerse. Para las etiquetas se necesitan tintas especiales y resinas que soporten las altas temperaturas a las que se someten. Este tipo de etiquetas no se aplica a envases de vidrio ya que los compuestos químicos del envase son incompatibles y necesitan de un tratamiento previo para aplicar estas etiquetas. Por ello se utilizan normalmente etiquetas de papel. (2)

Los *hot-melts* se fabrican de resina termoplásticas como el polietileno. Se utilizan en líneas de etiquetado de altas velocidades ya que tiene un corto tiempo de secado. Sólo se aplican en pequeñas áreas de la etiqueta luego que la resina se haya calentado. (2)

b. Empaques de papel. En la fabricación de papel se utilizan dos tipos de madera, una suave y otra dura. La primera proviene de coníferas y la segunda de los árboles que se les caen las hojas en otoño. La fibra de la primera es de mayor longitud que la segunda y por lo tanto tiene una mayor resistencia ante el estiramiento. Hay dos categorías de papel: áspero y fino. El primero es el que se utiliza para empaques, de esta categoría el papel

Kraft es el de mayor uso. Este papel se elabora mediante un proceso de sulfatación y la materia prima es la madera suave sureña. (2)

El papel se puede utilizar para fabricar envases y cajas. Los envases se fabrican con el embobinado de varias capas de papel unidas por un adhesivo, que mientras más capas tiene, mayor es su rigidez. El tamaño del envase depende del diámetro del tubo con el que se embobina. Al inicio se utilizaban los envases para empaçar productos en polvos, pero al ser disponibles láminas plásticas y metálicas, se ha podido empaçar productos líquidos y sólidos que necesitaban refrigeración. Las tapaderas en los extremos podrían ser de papel, plásticas o metálicas, siendo distintas las formas para sellarlas y abrirlas. (1)

Las cajas se presentan ya armadas o plegadas. Las primeras se fabrican de láminas de papel, cuyo grosor determina la rigidez de la caja. Las caras se obtienen recortando las láminas y los lados se refuerzan con metal, tela o papel. Al tener las partes se pegan con adhesivo y se coloca la tapadera. Las presentaciones son variadas y en la mayoría de los casos se especifican mediante las dimensiones de la base. Este empaque se destina a productos de alto valor comercial. (1)

El segundo tipo de caja está fabricado de cartón corrugado o sólido y se utiliza como medio de transporte para otros productos empaçados. El cartón sólido se fabrica de láminas de papel de alta calidad pegadas una sobre otra hasta lograr grosores de 0.102 a 0.279 cm (0.04 a 0.110 pulg. Luego se pasan por rodillos que eliminan las arrugas en la superficie y permite que las láminas se compriman. Por último se secan, se cortan en pliegos y se arman utilizando pegamento, cinta adhesiva o hilo grueso para coser. (1)

El cartón corrugado simple está formado por una lámina ondulada pegado entre dos láminas planas de papel. La parte ondulada se fabrica de madera dura y las láminas planas de papel *Kraft*. Para aumentar la resistencia a la compresión se adicionan más secciones onduladas, que pueden ser de distintas resistencias, y láminas planas según sea el caso. Esta sección ondulada se puede clasificar en los tipos A, B y C, según su ondulación. El tipo A tiene la mejor propiedad de compresión por tener menos ondulaciones por longitud de lámina plana y mayor profundidad (longitud entre crestas). El tipo B soporta mayor peso por tener más ondulaciones que el tipo A, aunque es más fácil de doblar. En cambio, el tipo A es difícil de doblar por tener mayor espesor entre las láminas planas. El tipo C tiene características intermedias entre el A y el B. En la mayoría de las aplicaciones se utilizan el tipo B y C. (1)

El proceso de fabricación de la lámina ondulada comienza con un tratamiento térmico de láminas planas por tambores calientes y baños de vapor. Las ondulaciones se forman utilizando rodillos con ondulaciones y se adiciona adhesivo sobre las crestas. Luego una lámina plana de papel precalentada se adhiere encima, seguida de otra en el otro extremo. Pasan por una transportadora de banda sin fin que ejerce una leve presión y se procede a secar. Cuando el producto está frío se realizan los cortes y dobleces necesarios para formar la caja. Para juntar las esquinas se utiliza adhesivo, cinta adhesiva o hilo grueso de coser. El producto final son cajas plegadas listas para armar. (1)

D. Proceso de empacado

El proceso de empacado consiste del llenado, taponado, etiquetado, encajado/sellado y etiquetado final.

Los productos fabricados en Promady se envasan en volumen (3.78 L), por lo que el llenado sería volumétrico y tendría que controlarse el nivel del líquido en el envase. Se evitaría la formación de espuma para disminuir los derrames y la necesidad del lavar los envases. Al tener el volumen deseado se colocaría un sello de plástico y el tapón enroscado. Luego se colocaría la etiqueta con la información pertinente en la parte frontal del envase y se introduciría en grupos de cuatro dentro de cajas corrugadas. Las cajas se sellarían con hot-melt y se adheriría la misma etiqueta en la parte frontal. Las etiquetas de control se colocarían al empaque primario y secundario. Posteriormente se colocarían en tarimas y se transportarían al área de bodega.

E. Equipo de empackado

Toda pequeña empresa comienza con un proceso de empackado manual, y conforme el volumen de ventas aumenta, se ve en la necesidad de incorporar equipo mecánico que apoye en la agilización del proceso. Esto puede llegar hasta la instalación de una línea automática de empackado.

1. Bandas transportadoras. Los transportadores utilizados en líneas de empacke pueden ser de banda sin fin, articulada o de rodillos motorizados (o locos). Las dos primeras se utilizan para movilizar envases para el llenado, taponado y etiquetado. Cuando se manejan empackes secundarios es común utilizar rodillos locos o motorizados, ya que la base de los empackes, como las cajas, puede deslizarse fácilmente sobre los rodillos. (7)

Los materiales de construcción de la estructura del transportador suelen ser de hierro galvanizado o acero inoxidable. Las bandas comúnmente son de polímeros, ya sean continuas o articuladas, aunque se pueden cotizar de acero inoxidable. El tipo de material depende del proceso y el producto a empackar. Los rodillos comúnmente son de plástico o hierro

galvanizado. Para guiar los empaques se utilizan guardas laterales y para controlar las velocidades se pueden utilizar variadores eléctricos de velocidades. (7)

Los transportadores pueden tener varias funciones adicionales al simple hecho de transportar un empaque de un lugar a otro. Hay transportadores que acumulan los empaques, o que los agilizan. También hay algunos que desvían los empaques de una dirección a otra. Actualmente se pueden controlar los transportadores utilizando sensores y controladores, permitiendo así un mejor flujo del material a transportar. (7)

2. Llenadora. Básicamente se pueden encontrar cuatro tipos de llenadoras: llenadoras de líquidos por nivel, llenadoras de líquidos y de polvos por volumen, llenadoras de líquidos y de polvos por peso, y contadoras. (2, 8)

De las llenadoras de líquidos, las del tipo volumétrico y por nivel son las más comunes. Cuando se empaquetan líquidos viscosos, pastas y otros productos alimenticios se opta por el volumétrico, el cual se subdivide en llenado por pistón, por bomba de engranaje, bomba de tornillo y por plataformas de pesado. Cuando el producto tiene una viscosidad menor a 6 kg/m s (6,000 cp) se recomienda el llenado a nivel, por su bajo costo y capacidad. (2,7)

La llenadora más simple es la gravimétrica, la cual consiste en un depósito de producto localizado por encima del paso de envases. Para llenar el envase, el líquido en el depósito fluye por medio de mangueras y se introduce en el envase haciendo uso de una boquilla. Cuando se ha llegado al peso deseado, se cierra la válvula y el exceso de producto se recolecta en otro recipiente debajo. (2, 4)

El vacío es una opción para el llenado por nivel, ya que el vacío al formarse dentro del envase succiona el producto para llenarlo. Hay que tener cuidado de que el envase sea rígido, ya que al ser flexible, se recomienda utilizar sistemas con presión, las cuales aumentan la capacidad de las gravimétricas. Para este sistema, la boquilla por donde pasa el producto forma un sello con la boca del envase y el exceso del producto sale por una abertura en un costado de la boquilla hacia un recipiente. (2, 7)

Cuando los productos líquidos tienen un alto costo unitario o generan espuma, se pueden recurrir a sistemas llenado que sus boquillas inician desde el fondo del envase y conforme se llena el envase, esta boquilla sube. El flujo del producto es menor al inicio y al final, pero en el recorrido intermedio el flujo es mayor. (2)

El llenado de productos en polvo tiene el inconveniente que la densidad varía. Por ello se utiliza el llenado por peso, el cual tiene una capacidad aproximada de 20 unidades por minuto, en comparación con el llenado a nivel de 400 unidades por minuto. Para reducir esta diferencia se pueden colocar en paralelo varias llenadoras por peso o utilizar un sistema que llene primero un volumen dado y al final se ajuste por medición del peso. Otra solución es un llenado por etapas, el cual permite que el polvo se compacte y se pueda corregir el volumen. (2)

Las llenadoras *Auger* se utilizan para productos líquidos y polvos. Su sistema consiste en un tornillo que dosifica el producto conforme gira y la precisión en el llenado por peso es menor del 0.1 %. Cuando el llenado es volumétrico, el costo de equipo es bajo y su funcionamiento sencillo. Cuando se empacan productos en polvo que son ligeros se utilizan sistemas de vacío, aunque su costo es alto y es más lento que el volumétrico, es el recomendado para productos peligrosos. También al comparar el llenado por pesado neto o bruto, se puede observar que el segundo es más rápido, pero

es menos preciso que el primero. Esta desventaja se justifica para producto pegajoso, tomando en cuenta una tara promedio del empaque. (2, 7, 8)

Los productos líquidos y polvos que se empaquetan en empaques flexibles utilizan otra tecnología. Los equipos que se utilizan son: formadoras-llenadoras-selladoras verticales, horizontales, de vacío, de atmósfera inerte y equipo llenadora-selladoras de empaques preformados. (2, 7)

Cuando los productos son fáciles de transportar (sea líquidos o polvos) se recomienda utilizar formadores-llenadores-selladores verticales. El empaque, que se alimenta en bobinas, se desliza hacia abajo formando un cilindro al sellar sus extremos. El formador del cilindro lo llena con producto, al final sella y corta una unidad en forma de bolsa. Las bolsas son recibidas por una banda transportadora y son trasladadas al empaquetado secundario. Los productos líquidos utilizan empaques dobles, los cuales requieren mayor calor para realizar los sellos. (2, 7)

En el caso de productos difíciles de manejar, se utiliza el equipo anterior pero en versión horizontal. El empaque no debe ser rígido ya que un extremo parcialmente sellado servirá para llenarla de producto. (2)

En los equipos de vacío se remueve el aire mediante succión o por compresión del empaque. Para los de atmósfera inerte se puede desplazar el aire inyectando nitrógeno o dióxido de carbono dentro del empaque. (2)

3. Taponadora. Las taponadoras agilizan el proceso de colocar los tapones a los envases. La diferencia entre estos equipos radica en el tipo de tapón a manejar, ya que de esto depende el tipo de cabeza que utilizará. Hay cabezas para tapón enroscado, roll-on, de presión y otros más. Para los primeros se ha diseñado clutch magnéticos que aumentan o disminuyen el torque, reduciendo la fricción utilizada para apretar los tapones. Las cabezas

tienen insertos que permiten el uso de un rango de tamaños de tapón, y el giro puede ser en el sentido de las manecillas del reloj o en contra. Los materiales de construcción son de acero inoxidable u otro material, y los insertos son de hule. Los equipos pueden ser semi-automáticas, lo cual necesita una alimentación manual de los envases o automáticas. Las versiones manuales son para producciones bajas y son manejables con una mano. Normalmente los equipos funcionan con aire o con electricidad. (4, 6)

4. Etiquetadora. La forma más simple para etiquetar consiste en aplicar goma en una tabla y colocar la etiqueta. Luego se retiraba la etiqueta y se colocaba en el envase. Si se necesitan altas velocidades se puede recurrir a equipo semiautomático o automático. La versión semiautomática necesita que el operario alimente los envases a la máquina y ésta se encarga de tomar la etiqueta y aplicarla sobre el envase. Cuando la máquina es automática el sistema se encarga de alimentar envases y entregarlas ya etiquetadas. (2, 7, 8)

Cuando los envases necesitan codificación en línea, se pueden imprimir directamente los datos requeridos. Esto se logra utilizando métodos de impresión como flexo grafía, inyección de tinta, *offset* y aplicación con láser. (2)

III. JUSTIFICACIÓN

Actualmente, la empresa Promady en la línea de fabricación de productos líquidos de limpieza, empaca sus productos manualmente, empezando desde el llenado de los envases directamente debajo de los mezcladores hasta el encajado y sellado de los mismos. Todo este proceso se realiza por lotes y el tiempo consumido para empaquetar en presentación de 3.78 L (1 galón) es el mayor comparándolo con el empaque del mismo producto en otras presentaciones, tomando como base un mismo volumen de producto.

Esto reduce la disponibilidad de los tanques para fabricar otros productos y favorece el derrame del producto sobre el envase, dando lugar a la pérdida del mismo y la necesidad de lavar los envases antes de colocarles la etiqueta.

El montaje de una línea continua de empaquetado aumentaría la eficiencia del proceso en la fábrica trabajando 8 horas al día, lo cual reduciría los problemas actuales y permitiría aumentar la producción de la planta.

IV. OBJETIVOS

A. General:

Seleccionar los equipos necesarios para montar una línea de empaque para productos líquidos de limpieza en envases de polietileno de alta densidad y con capacidad de 3.78 L (1 galón).

B. Específicos:

1. Determinar las características físicas y químicas de los productos a empacar.
2. Determinar el flujo volumétrico necesario de la línea para los requerimientos de la planta.
3. Seleccionar los equipos de la línea y ubicarlos de forma idónea en la planta.
4. Determinar la factibilidad económica del montaje de la línea de empaque en la planta.

V. PROBLEMA A RESOLVER

La empresa Promady S.A. ha tenido en los últimos años un aumento en la fabricación de productos líquidos de limpieza y el empaqueo manual se ha convertido en el cuello de botella de la producción en presentación de 3.78 L (1 galón).

Para resolver este problema se propondrá el diseño de una línea de empaqueo basándose en las características del producto y los requerimientos de la empresa, lo cual aumentaría la eficiencia del proceso de empaqueo.

VI. METODOLOGÍA

1. Determinar las características de los productos líquidos que se empacan en presentación de 3.78 L (1 galón).
2. Evaluar el proceso de empaclado de la planta.
3. Diseñar la línea de empaclado.
4. Determinar la factibilidad económica del montaje de la línea de empaclado.

VII. RESULTADOS

Los siguientes datos se obtuvieron del sistema informático de la fábrica Promady S.A. y sólo se trabajó lo referente a productos líquidos con presentación de 3.78 L (1 gal).

A. PRODUCCIÓN

Promady es una planta manufacturera de productos químicos que ofrece dos tipos de productos: líquidos y polvos. La primera, siendo el objeto de estudio del presente trabajo, abarca el 80% de la producción anual en kg y cuenta con la mayor variedad de productos.

La producción de productos líquidos en los últimos tres años (ver anexos, tabla No. 12.1, No. 12.2, Pags. No. 61-62) tuvieron las siguientes características: (los datos del 2003 abarcan hasta el mes de julio, pero se realizaron proyecciones para los seis meses restantes basándose en el crecimiento porcentual anual)

Tabla No. 7.1
Volumen de producción de productos líquidos por año

	2001	2002	2003
L totales producidos	892,722.24	1,013,709.06	1,134,032.50
L en presentación de 3.78 L (1 gal)	185,627.88	238,157.34	307,222.97
% en presentación de 3.78 L (1 gal)	20.79%	23.49%	29.00%

Tabla No. 7.2
Cantidad de productos por año

	2001	2002	2003
Cantidad total de productos líquidos	248	261	238
Cantidad en presentación de 3.78 L (1 gal)	130	117	92
% en presentación de 3.78 L (1 gal)	52.4%	44.8%	38.7%

Tabla No. 7.3
Cantidad de productos que representan el 80% de la producción anual de líquidos en presentación de 3.78 L

	2001	2002	2003
Cantidad total de productos líquidos	248	261	238
Cantidad en presentación de 3.78 L (1 gal)	20	19	19
% en presentación de 3.78 L (1 gal)	8.06%	7.28%	7.98%

B. CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTOS

Las especificaciones del empaque ha utilizar en la línea de empackado se obtuvieron mediante una medición directa del mismo proporcionada por la fábrica.

Figura No. 7.1
Sello del envase de 3.78 L



Figura No. 7.2
Envase de HDPE de 3.78 L

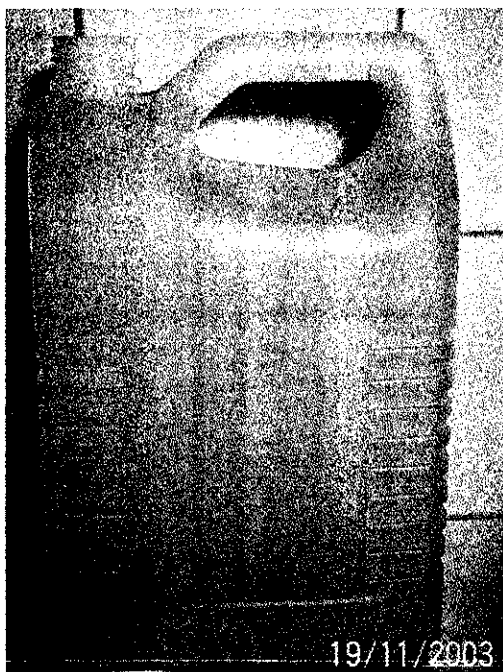


Figura No. 7.3
Tapón enroscado del envase de 3.78 L

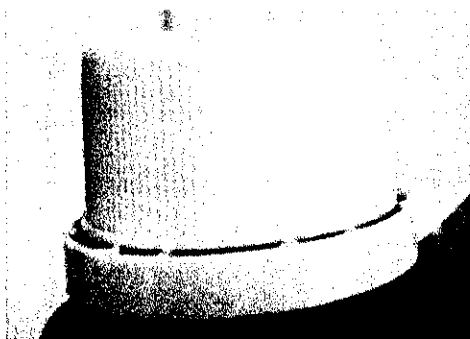


Figura No. 7.4
Caja de cartón corrugada



Tabla No. 7.4
Especificaciones del empaque

Tipo	Especificaciones	
Envase	Color:	Blanco transparente
	Dimensiones: (alto x ancho x largo)	27.5 cm x 9.00 cm x 18.0 cm
	Diámetro de la boquilla:	3.5 cm
	Material de fabricación:	Polietileno de Alta Densidad
Tapón	Color:	Blanco
	Dimensiones: (alto x ancho)	2.50 cm x 4.00 cm
	Material de fabricación:	Polietileno de Alta Densidad
Sello	Color:	Blanco transparente
	Dimensiones: (alto x ancho)	1.00 cm x 3.00 cm
	Material de fabricación:	Polietileno de Alta Densidad
Caja	Color:	Café
	Dimensiones externas: (alto x ancho x largo)	29.5 cm x 21.0 cm x 37.5 cm
	Grosor:	0.40 cm
	Material de fabricación:	Cartón corrugado
Etiqueta	Dimensiones: (alto x ancho)	12.0 cm x 9.00 cm
	Material de fabricación:	Polimero

Los productos que conforman el 80% de la producción anual tienen las siguientes características físicas y químicas (ver anexos, tabla No. 12.3, Pag. No. 66).

Los resultados de la tabla No. 12.3, Pag. No. 66, en la sección de anexos se analizaron para cada parámetro.

Tabla No. 7.5
pH de los productos

pH	Cantidad de productos	Porcentaje de productos
2	1	5%
5	1	5%
7	10	53%
8	3	16%
9	1	5%
13	3	16%
Total	19	

Tabla No. 7.6
Densidad de los productos

Densidad (kg/L)	Cantidad de productos	Porcentaje
0.9	2	10.5%
1	1	5.3%
1.1	16	84.2%
Total	19	

Tabla No. 7.7
Viscosidad de los productos

Viscosidad (kg/m s)	Cantidad	Porcentaje de productos
0.16965	1	5.3%
0.43875	1	5.3%
0.49725	2	10.5%
1.725	5	26.3%
Total	19	

Tabla No. 7.8
Carácter espumoso de los productos

Espumoso	Cantidad de productos	Porcentaje de productos
Sí	5	26.3%
No	14	73.7%
Total	19	

Tabla No. 7.9
Consumo de materia prima de los productos en presentación de 3.78 L que representan el 80% de la producción en L en el 2002

No.	Ingrediente	Kg	Porcentaje
1	Agua	148,600.49	77.1%
2	Éter lauril sulfato de sodio	7,305.87	3.8%
3	Alcohol etílico	5,462.03	2.8%
4	Sodio Cloruro	4,369.43	2.3%
5	Ácido dodecil bencensulfónico	4,247.76	2.2%
6	Sodio Hidróxido	4,176.41	2.2%

El consumo de materia prima para los productos de la tabla anterior se calculó utilizando las fórmulas de cada producto. Los porcentajes en peso de materia prima para la fabricación de cada producto son propiedad de Alkemy S.A. y por lo tanto no se incluyeron en el presente trabajo.

C. PROCESO DE EMPACADO

Actualmente las actividades de empackado se realizan en distintas áreas de la planta, siendo su metodología manual y por lotes. Los flujos por actividad se midieron directamente en la planta.

Tabla No. 7.10
Flujos para las actividades del proceso de empackado

Actividades	Productos viscosos (unidad/min)	Productos espumosos y no espumosos (unidad/min)
Llenado	3.80	2.73
Taponado (incluye colocar el sello al envase)	14.6	14.6
Etiquetado	7.97	7.97
Encajado y sellado	15.7	15.7
Etiquetado de cajas	38.4	38.4
Total	1.83	1.54

* Una unidad equivale a 3.78 L (1 gal)

La actividad crítica en el actual proceso de empackado es el llenado.

D. CAPACIDAD DE LA LÍNEA DE EMPACADO

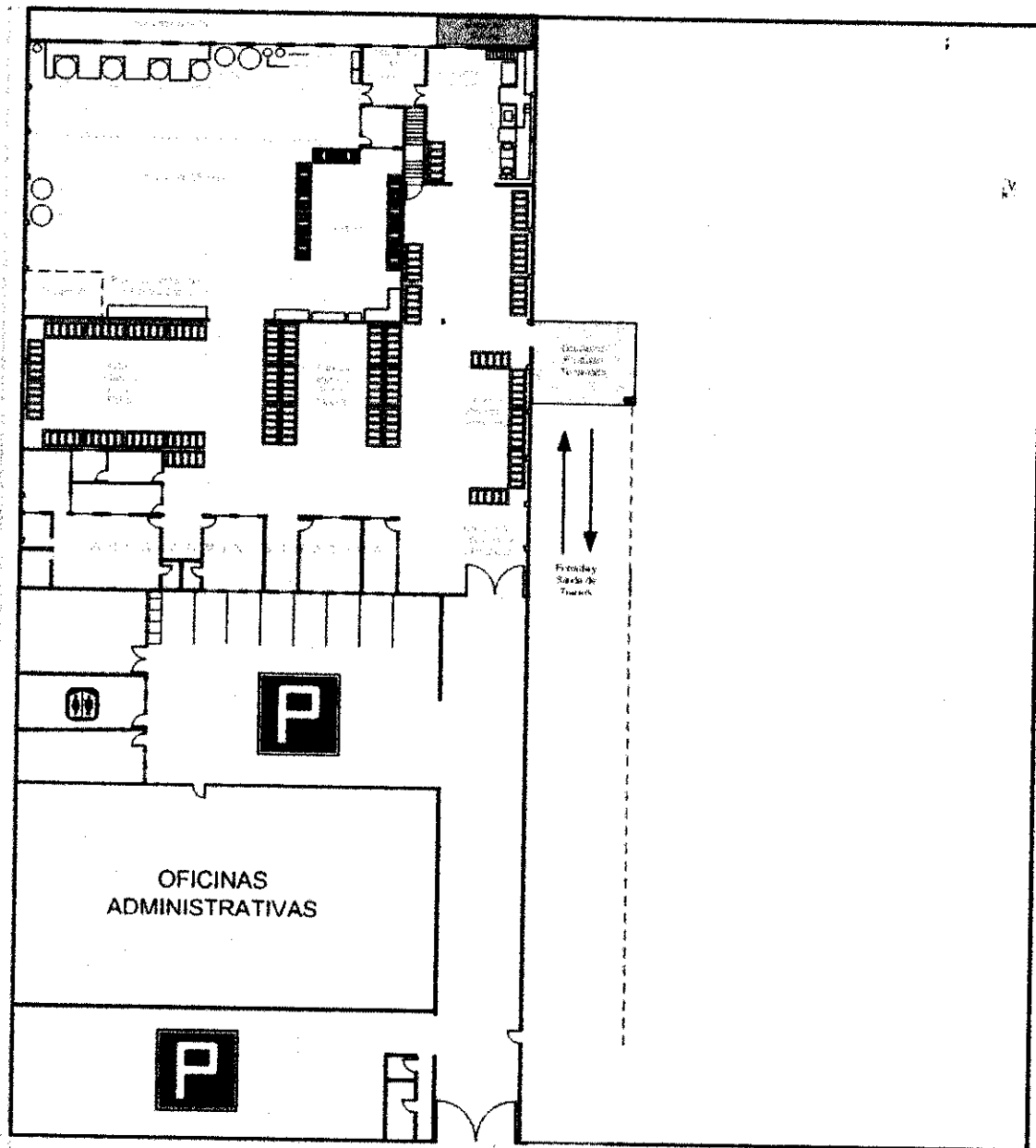
El cuello de botella es el llenado de líquidos, seguido del etiquetado. El llenado se realiza directamente debajo del tanque canalizando el producto dentro del envase mediante un embudo. Esto provoca derrames de producto

y por la posición en la que se encuentra el operario, esta actividad produce desgaste físico.

Para mantener una continuidad en el proceso de empaçado, se planteó una línea semi-automático y continua que incluye cada actividad realizada actualmente. Se propuso una capacidad máxima de 56.7 L/min (15 gal/min) para los productos más viscosos y espumosos estudiados en las tablas anteriores. Esta capacidad se tomó como el doble del etiquetado (7.97 unidad/min) para mantener una fluidez con las demás actividades. El etiquetado en esta línea estaría en una posición más cómoda y por ellos aumentaría su capacidad. Tomando esta capacidad y asumiendo que se utilizara las 8 horas laborales se determinó que la línea de empaçado puede producir como máximo 4,000,000 L/año, lo que equivale a una vida útil de 10 años, tomando en cuenta que la producción tiene un crecimiento anual de 29% anual.

E. DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS DE LA PLANTA

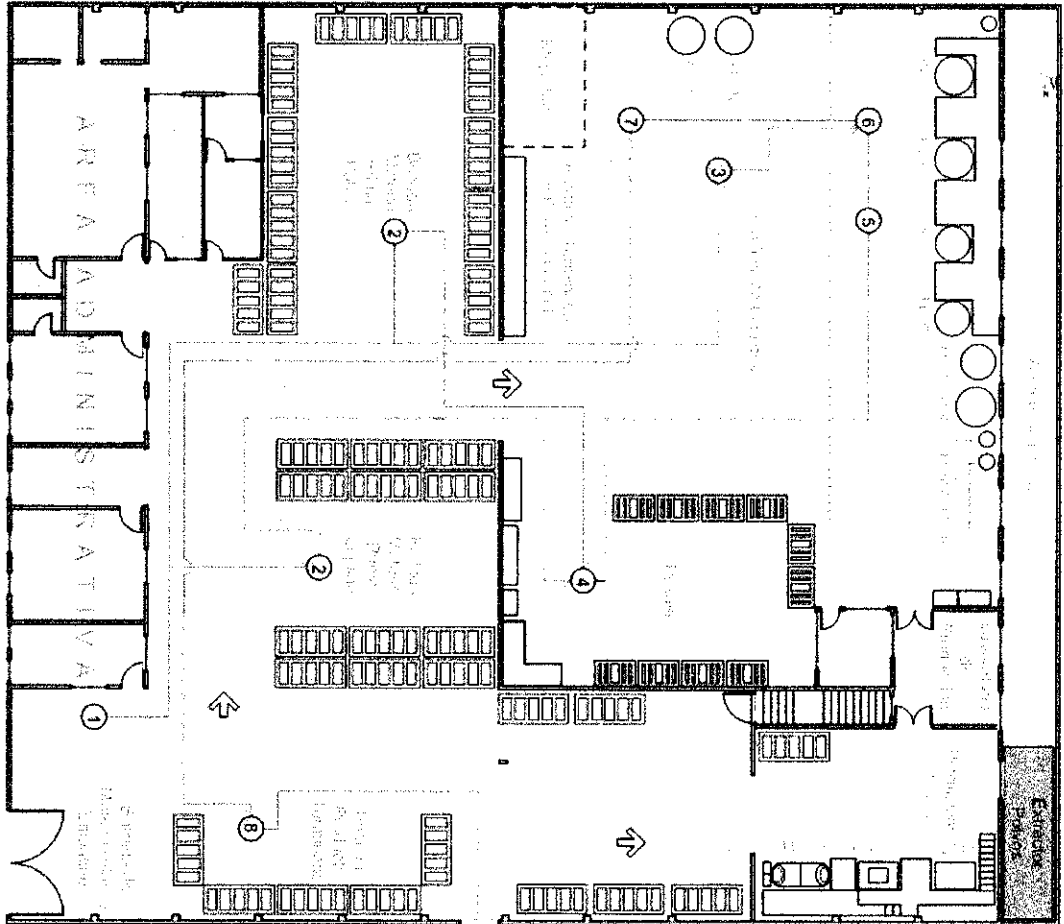
La distribución general de la compañía se presenta en el diagrama No. 7.1. La distribución de las áreas actuales de la planta se muestra en el diagrama No. 7.2 y los recorridos de las actividades para la fabricación de productos líquidos se presentan en el diagrama No. 7.3. Con el fin de mejorar la distribución de las áreas de la planta y así reducir recorridos innecesarios, se presentaron los planos y recorridos modificados en los diagramas No. 7.4 y No. 7.5 respectivamente. Los diagramas mencionados anteriormente se adjuntaron a continuación.



←→
Paso Vehicular
7 calle El Naranjo Zona 4 Mixco

DIAGRAMA No. 7.1
(ACTUAL)
FÁBRICA PROMADY S.A.
VISTA EN PLANTA
2003
Escala 1:400 (1cm = 4 m)





SEÑALES Y
CORREOS

SEÑALADO

- Señal de salida
- Señal de entrada

1. Área administrativa
2. Área de recepción
3. Área de atención al cliente
4. Área de atención al cliente
5. Área de atención al cliente
6. Área de atención al cliente
7. Área de atención al cliente
8. Área de atención al cliente
9. Área de atención al cliente



DIAGRAMA NO. 7.3
(ACTUAL)
RECORRIDO DE ACTIVIDADES
PLANTA PROMADY S.A.
VISTA EN PLANTA
2003

Escala 1:250 (1cm = 2.5 m)

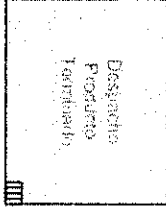
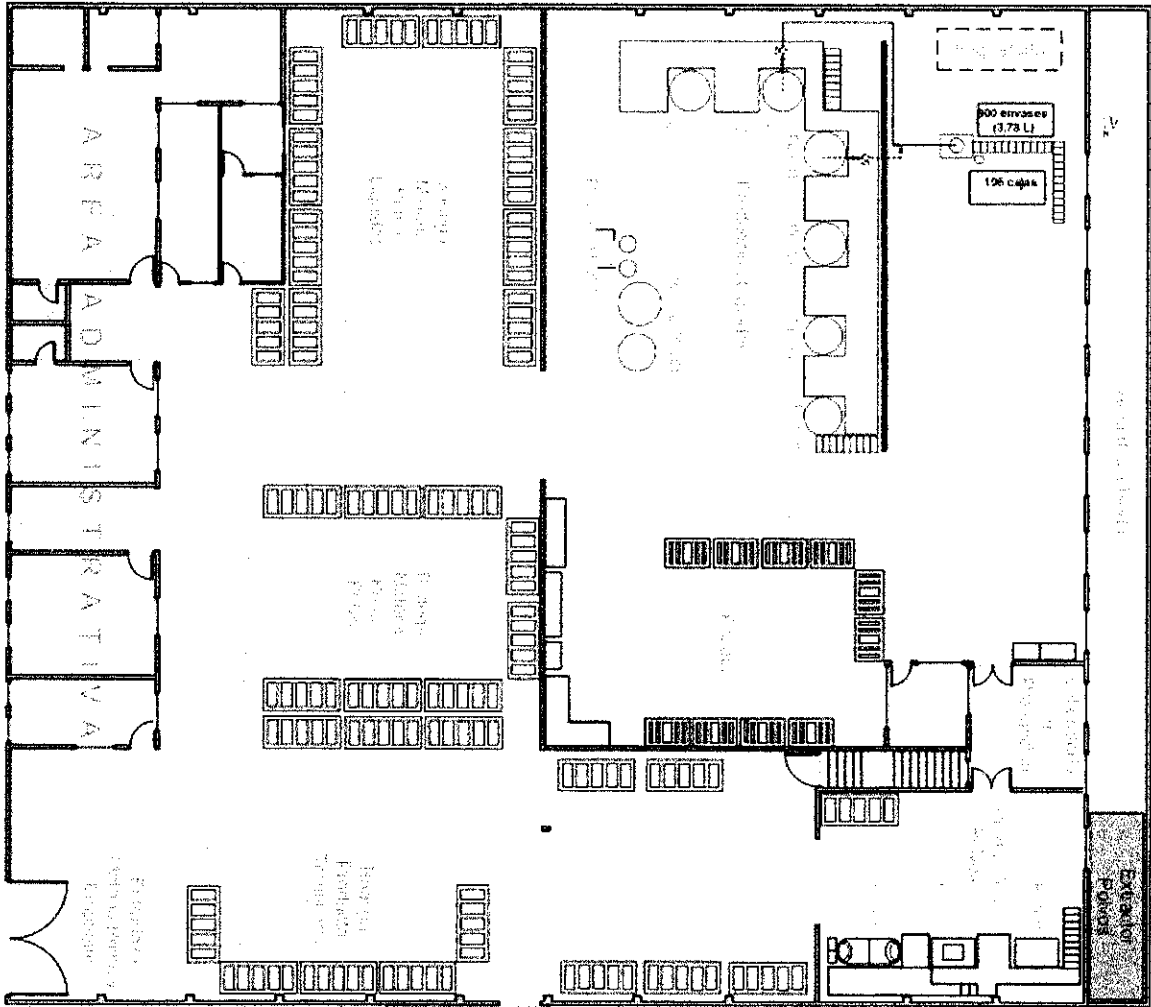
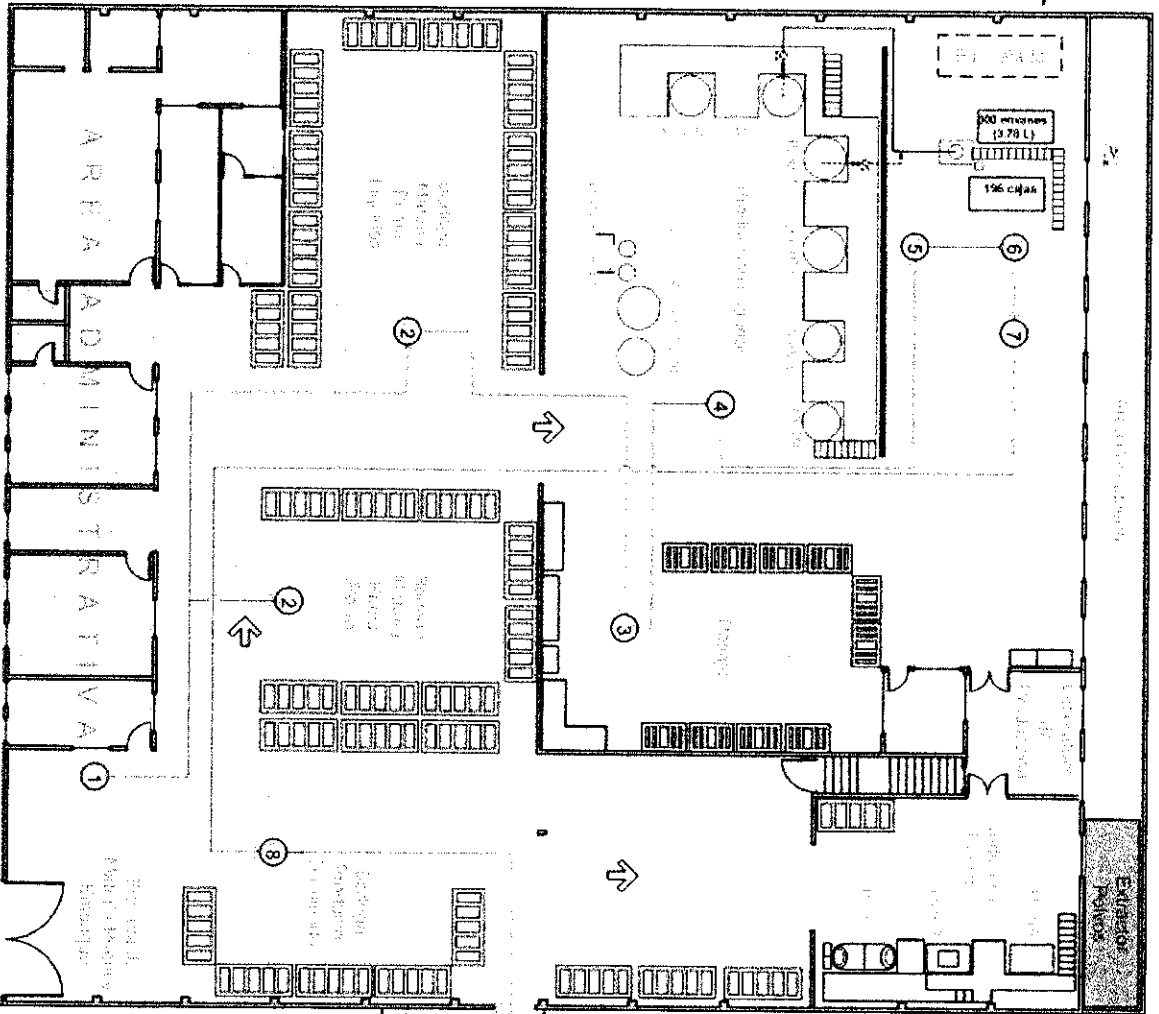


DIAGRAMA No. 7.4
(MODIFICADO)

FABRICA PROMADY S.A.
VISTA EN PLANTA
2003

Escala 1:250 (1cm = 2.5 m)



SANITARIOS Y
COCINAS

SANITARIO



→ Dirección de circulación



○ Sanitarios y Cocinas

1. Entrada principal

2. Área de recepción y atención al cliente

3. Área de producción de productos acabados

4. Área de producción de productos en proceso

5. Área de producción de productos en proceso

6. Área de producción de productos en proceso

7. Área de producción de productos en proceso

8. Área de producción de productos en proceso

9. Área de producción de productos en proceso



DIAGRAMA No. 7.5
(MODIFICADO)

RECORRIDO DE ACTIVIDADES
FABRICA PROMADY S.A.
VISTA EN PLANTA
2003

Escala 1:250 (1cm = 2.5 m)

F. DISEÑO DE LA LÍNEA DE EMPACADO

A continuación se presentan las especificaciones de los equipos y accesorios necesarios para instalar la línea de empacado. Estas especificaciones son resultado de la cotización de los mismos basándose en el requerimiento de 56.7 L/min.

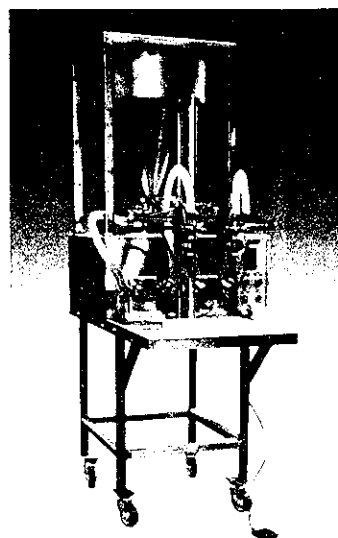
1. Llenadora de líquidos

Dimensiones: (alto x ancho x largo)	1.78 m x 0.762 m x 12.7 m
Bomba de desplazamiento positivo	
Tipo:	Engranaje Ritton
Cantidad:	2 (1 por boquilla)
Capacidad por bomba:	37.8 L/min (10 gal/min)
Material de construcción:	Acero Inoxidable 304
Voltaje:	220 V
Fase:	Monofásica
Ciclos:	60 Hz
Potencia:	2.5 kW (3.3 HP)
Material de construcción:	Acero Inoxidable 304
Capacidad del depósito:	42 L
Manguera para transportar dosificar producto:	2 en fabricación de HDPE
Mecanismo de control de la dosificación:	Válvulas electrónicas
Número de boquillas	2
Otras características	PLC incorporado Estructura con ruedas Ajuste manual de las boquillas por altura

* Las otras opciones son: Llenadoras de pistón (15 L/min) y con balanza electrónica (12.5 L/min).

Figura No. 7.5

Llenadora de líquidos



2. Taponadora manual

Dimensiones del equipo: (alto x ancho x largo)	0.05 m x 0.05 m x 0.31 m
Dimensiones de la estructura de soporte: (alto x ancho)	1.47 m x 1.55 m
Peso neto:	10 kg
Conexión de aire comprimido:	0.635 cm (1/4") macho
Requerimiento de aire comprimido:	6,895 kPa (100 psi)
Capacidad del mandril:	30 a 80 mm
Juegos de 10 insertos de hule:	2
Otras características	El equipo se mantiene colgado y es retráctil Control del torque Giro en ambos sentidos Compresor incluido conexión a 120 V

Figura No. 7.6
Taponadora Manual



3. Transportadora de banda sin fin

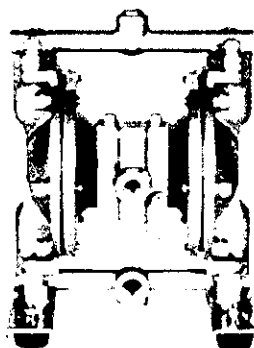
Dimensiones de la banda: (ancho x largo)	0.25 m x 3 m
Altura del transportador:	0.85 m
Tipo de banda:	Banda sanitaria de plástico
Tipo de cama:	Rodillos de PVC espaciados a 0.12 m
Material de fabricación de los rodillos de tracción:	Acero inoxidable 304
Material de fabricación de la estructura	Acero inoxidable 304
Motor con velocidad variable:	2.98 kW (4 HP)
Otras características:	Sección para el sellado de cajas de 1.20 m
Lugar de Fabricación:	Guatemala

4. Bomba de doble diafragma

Material de construcción	
Cuerpo:	Polipropileno
Diafragma:	PTFE (Teflón)
Válvula de cheque:	Bolas de teflón
Cuerpo central:	Aluminio
Volumen de descarga por ciclo:	0.64 L (0.17 gal)
Ciclos máximos por minuto:	210
Diámetro de descarga y succión:	0.0245 m (1 ") NPT hembra
Entrada de aire con válvula de bola:	0.0095 m (3/8 ") NPT hembra
Salida de aire con silenciador incluido	0.019 m (3/4 ") NPT hembra
Tamaño máximo de sólidos:	4.8 mm
Temperatura máxima del líquido:	82 °C
Peso neto:	10.96 kg
NPSH	5.47 m
Presión de aire comprimida requerida a 132.3 L/min (35 gal/min):	6,895 kPa (100 psig)

Figura No. 7.7

Bomba de doble diafragma



5. Tubería de acero inoxidable. La tubería que se destinará para transportar el producto a la línea de empaçado será de acero inoxidable 304 pulida. La soldadura será del tipo TIG para reducir los puntos muertos y para facilidad de limpieza. Las conexiones serán mediante férulas y se conectarán en secciones de 3 m.

La línea de empaçado se dividirá entre tres actividades:

- Alimentación, llenado y taponado del envase.
- Etiquetado y encajado de cuatro unidades.
- Sellado y etiquetado de la caja con cuatro unidades.

Esto implica que para manejar la línea se necesitará de un mínimo de un operario por actividad equivalente a tres operarios para el proceso de empaçado.

G. FACTIBILIDAD ECONÓMICA DEL PROYECTO

La línea de empaçado reduciría el tiempo de producción de los productos en presentación de 3.78 L, que representan el 80% de la producción anual, en 23,461.55 min (53% del tiempo empleado para la producción), tomando el año fiscal 2003 como base del análisis (ver en anexos, tabla 12.4 a 12.7, Pags. No. 67-78). Esta reducción del tiempo proporcionaría un incremento en el volumen de producción anual de 7.90% (ver en anexos, tabla 12.8, Pag. No. 79) considerando un incremento uniforme para todos los productos líquidos que conforman el 80% de la producción anual. También esta reducción del tiempo de producción permite duplicar la producción en presentación de 3.78 L en el año fiscal 2003.

Tabla No. 7.11
Costo del proyecto

Equipos	Q201,600.00
1 Bomba de doble diafragma	Q8,000.00
1 Llenadora de líquidos	Q156,000.00
1 Transportador de banda con accesorio para presionar cajas	Q30,800.00
1 Taponadora manual	Q6,800.00
Instalación de equipos y reestructuración de áreas en la planta	Q80,000.00
Tubería y accesorios con instalación incluida	Q50,000.00
TOTAL	Q331,600.00

El costo fijo proyectado es el costo fijo real más una depreciación del 20% anual sobre los equipos invertidos. Los equipos se depreciarán anualmente por Q. 40,320.00 .

El costo variable proyectado es el costo variable real más el costo derivado del incremento en la producción anual de líquidos, principalmente por el incremento en el consumo de mp y me. Este costo se determinó aplicando el incremento anual a la relación de costo variable real por kg producido en el año fiscal 2003.

El tiempo de recuperación de la inversión es calculó como la razón entre la inversión y el ahorro, tomando como base un ahorro constante en los siguientes periodos fiscales.

Tabla No. 7.12
Determinación de la factibilidad económica
Base de análisis año fiscal 2003

Concepto	Real	Proyectado
Costo Fijo	Q. 1,828,000.00	Q. 1,868,320.00
Costo Variable	Q. 423,750.00	Q. 451,139.39
Costo Total	Q. 2,251,750.00	Q. 2,319,459.39
kg producidos	1,361,166.002	1,449,145.97
Q/kg	1.65	1.60
diferencia en Q/kg		0.0537
Ahorro		Q. 77,834.13
Ahorro por reducción de derrames de producto*		Q. 11,880.00
% ahorro		27.05%
Vida útil de la línea de empackado		10 años
Tiempo de recuperación de la inversión		3.70 años

*El ahorro por reducción de derrames de producto durante el llenado se basó en un estimado de 0.03 L derramados por envase y se determinó lo que representaría para la producción anual de líquidos en presentación de 3.785 L

VIII. DISCUSIÓN

Promady, S.A. es una manufacturera de químicos que destina un 80% de la producción anual en kg en productos líquidos y un 20% en polvo. Esto indica que la planta se enfoca en satisfacer un mercado que prefiere los productos líquidos. Por lo tanto, la tecnología se aplica para aumentar la capacidad de manejo de productos líquidos y por esta razón se invierte más espacio para acomodar estos equipos. Debido a que el área de empaqueo de líquidos es independiente del de polvos, el montaje de la línea de empaqueo sugerido en el presente trabajo no afectaría la funcionalidad del empaqueo de polvos.

Cuando se analizan los volúmenes producidos de los últimos tres años se puede apreciar un incremento sustancial del 2001 al 2002 de 13.6%, en comparación con los siguientes años. Esto indica que la demanda se ha incrementado, lo cual refleja la tendencia positiva en el crecimiento de la planta. Es importante notar que el año 2003 cuenta con datos proyectados desde julio hasta diciembre debido a que los datos se obtuvieron antes de que finalizara el año.

Si bien el 80% de la producción anual se destina a la fabricación de productos líquidos, solo el 23.49 % lo ocupan la presentación de 3.78 L. Esto indica que el cuello de botella está siendo provocado por el 44.8 % de los productos líquidos.

La cantidad de productos que representan el 80% de la producción con capacidad de 3.78 L es de 19 a 20 productos. Esto quiere decir que de un total de 117 productos, 19 representan en 80%, en dicha presentación. Esto refleja la importancia de estudiar los 19 productos, y por lo tanto se tomaron como base para los resultados.

De los 19 productos críticos, se encontró que el 53 % de ellos tiene un pH neutro, debido a que la mayoría proviene de una neutralización para obtener el surfactante. También hay que considerar que los productos tienen un rango amplio, de 1 a 13, lo que refleja una amplia gama de productos de limpieza, entre ácidos y básicos. Al observar las densidades se determinó que el 84.2% de los productos tienen un promedio de 1.1 kg/L lo que es mayor que la densidad del agua aunque alejado por 0.1 kg/L. Este resultado se corrobora con el hecho de que el 77.1 % en peso de las materias primas utilizadas corresponden al agua suavizada. Indicando que la mayor parte de los productos son diluciones en agua.

Otras características importantes son la viscosidad y el carácter espumoso. De estas características el 47.4% lo conforman los viscosos y 26.3% los espumosos. Las viscosidades se encuentran entre 0.169 - 1.725 kg/m s (169 - 1725 cp), siendo este último el que representa el 26.3% de los productos. La función de la viscosidad en el 47.4% de los productos le concede ventajas para ser utilizado en dispensadores, como en los baños. Esto permite que éste no se derrame al ser almacenado en los mismos. Ambas características son importantes en la selección del tipo de bomba y llenadora.

De los ingredientes utilizados para fabricar los productos, aparte del agua suave, el 13.3 % lo conforman los surfactantes y sanitizantes. Esto reafirma que más del 80% de la producción se destina como agente de limpieza.

El proceso de empaqueo es de forma manual y por lotes, realizándose cada actividad en distintas áreas. Esto exige un esfuerzo físico que reduce la efectividad con que realizan su tarea y repercute en su salud. Básicamente las causas del esfuerzo físico son la posición incómoda en la que se llenan los envases (debajo de los tanques), el tiempo de duración de los mismos y

la necesidad de trasladar manualmente los envases de un lugar a otro. También al realizar manualmente el llenado se incurre en derrames de producto que se traducen en pérdidas de dinero. Estos derrames implican mayor tiempo para el proceso de empaçado, ya que es necesario lavar y secar los envases.

De un monitoreo de las actividades de empaçado se determinó que el flujo del etiquetado de cajas, encajado/sellado y taponado de los envases son de 38.4 unidad/min, 15.7 unidad/min y 14.6 unidad/min, respectivamente. Estas son las de mayor flujo, ya que ambas operaciones son sencillas y no necesitan de movimientos del empaque. En cambio el llenado es de 3.80 unidad/min para productos viscosos y de 2.73 unidad/min para los espumosos. Por lo tanto el cuello de botella radica en el llenado, siendo esta la actividad principal que se debe de agilizar. El llenado de productos espumosos es más lento ya que se realiza mediante una manguera que se introduce en el envase y el operario debe introducirla en cada envase. También la presión del líquido en el tanque mezclador genera gran cantidad de espuma al llenar, la cual dificulta el llenado al nivel deseado y provoca el derrame del mismo sobre el envase. Esta actividad en especial impide tener una precisión en el llenado del producto ya que el volumen de producto se verifica visualmente por el nivel de líquido.

La actividad de etiquetado es de 7.97 unidad/min lo cual necesita agilizarse. Sin embargo, se podría mejorar la rapidez utilizando la banda transportadora, la cual trasladaría los envases llenos y sellados al etiquetador, el cual sólo inclinaría los envases para colocar la etiqueta, esto reduciría los movimientos innecesarios como el levantar los envases, etiquetar y colocarlos en las tarimas. Esta solución es de menor costo que adquirir un equipo etiquetador.

Entre los productos viscosos y no viscosos las actividades aparte del llenado son iguales ya que las características de las mismas no influyen en los flujos. Tomando esto en consideración se puede decir que el proceso de empaclado para esta presentación es la que tiene más actividades y por ende consume mayor tiempo y trabajo.

La línea de empaclado se diseñó como un proceso continuo y semi-automático con capacidad del 56.7 L/min (15 unidad/min). El proceso se planteó como continuo ya que de esta manera se eliminan los cuellos de botella, especialmente del llenado y del etiquetado, dado que se mantiene un mismo flujo de producto para cada actividad. Es semi-automático ya que el volumen de producción para esta presentación es del 23.49% de la producción anual, por lo tanto se puede incorporar capital humano para realizar las actividades y operar los equipos necesarios para la línea. Siendo los equipos automáticos de una capacidad mayor que la requerida por la planta. Se tomó en consideración que al incorporar una línea continua se reducen los movimientos innecesarios y esfuerzos físicos que son característicos del proceso de empaclado actual.

La capacidad de la línea se basó en las actividades de taponado y encajado/sellado que tienen un flujo de 14.6 y 15.7 unidad/min respectivamente. Se tomaron estas actividades ya que eran las de mayor flujo después del etiquetado de cajas y se realizaban manualmente. Esto implica que al incorporar una taponadora manual un operario podría realizar dos actividades del proceso actual aumentando así la eficiencia y al mismo tiempo utilizando la mano de obra con que cuenta la planta. Esta capacidad aumenta el flujo del llenado en un máximo de 3.9 veces, lo que agilizará el llenado.

Analizando los diagramas No. 7.2 y No. 7.3, Pags. No. 36-37, que presentan la distribución y recorrido actual de las áreas y actividades de la

planta, se puede notar que la bodega de producto terminado se encuentra enfrente de la entrada de materia prima y material de empaque. Esto indica que hay recorridos innecesarios ya que el punto de partida del proceso de fabricación de productos líquidos es el mismo que su finalización. Por lo tanto la bodega de producto terminado debería estar separado del ingreso de materia prima y empaque. El diagrama resalta el hecho de que las áreas de almacenaje han sido ocupadas en su totalidad por lo que el traslado de la bodega de producto terminado tendría que estudiarse.

Otro hecho importante es que la bodega de materia prima en polvo se encuentra retirada del área de producción de polvos, esto se debe a que el pesaje de productos líquidos y polvos se realiza en el mismo lugar. Sin embargo al estar alejada del área de producción se incurre en pérdida de tiempo por el traslado de las materias primas.

Al observar el área de producción de líquida y polvos, se puede entender que la planta destina el 80% de su producción anual en la fabricación de productos líquidos. Sin embargo el espacio libre en la planta no se está aprovechando ya que al tener el almacenaje de material de empaque en el centro del área se imposibilita la instalación de la línea de empaquetado en el lugar y de añadir otras líneas de empaquetado en el futuro. Si se trasladara el material de empaque para instalar la línea de empaquetado, esta dificultaría el paso del montacargas con materia prima a los tanques mezcladores y centralizaría los procesos, lo cual denotaría un desorden en el área de producción.

El envasado se realiza manualmente enfrente de los tanques mezcladores, por lo que impide el libre paso del montacargas para trasladar materia prima y producto envasado hacia etiquetado. Además, al envasar en dichos lugares se tiene que lavar el área por los derrames de producto que ocurren durante el llenado. Al tener mojado el área, el paso del montacargas

ensucia el área cada vez que traslada la materia prima hacia los tanques. Esto atenta en la seguridad de los operarios y del manejo del montacargas, así como en la limpieza del área de trabajo.

Luego del envasado se procede a etiquetar y encajar, esta actividad se realiza de forma manual y únicamente hay una persona a cargo. Lo que implica que el operario debe realizar un esfuerzo físico que, a la larga, repercute en la salud física del mismo.

En general, la distribución de las áreas y los recorridos indican que la ampliación de la planta se dirigiría hacia la parte posterior de la planta, sin embargo el terreno disponible para la ampliación se encuentra a la derecha de la planta. Por ello se tendría que reestructurar las áreas para mantener una fluidez del producto, evitando recorridos en contracorriente e innecesarios, y así estar preparados para responder al incremento eventual de la producción.

Al tener en cuenta lo anterior se redistribuyó la planta y los recorridos conforme a los diagramas No. 7.4 y 7.5, Pags. No. 38-39. En ellos se intercambiaron las bodegas de materia prima líquida y en polvo sin afectar en la capacidad de las mismas ya que ambos tienen el mismo número de estanterías. Se modificaron las posiciones de las estanterías en la bodega de materia prima en polvo para facilitar su acceso por parte de los encargados de pesaje. La bodega de producto terminado no se modificó ya que el espacio actual no lo permite.

El área de producción líquidos se trasladó y se tomaron en cuenta los tanques PL-011 y PL-012 que estaban deshabilitados para anticipar el crecimiento de la producción. Estos tanques al tener mayor capacidad que los demás permiten elaborar pocos lotes de mayor capacidad en lugar de varios lotes de menor capacidad. La posición de los tanques permite que el

ingreso de materia prima a los tanques se efectúe enfrente de los tanques y salida de producto terminado en la parte posterior. Esto favorece en el flujo del proceso de fabricación.

El área de empaque localizado detrás del área de producción permite separar ambos procesos y evita la obstaculización del paso del montacargas hacia los tanques. También mejora la limpieza del área y al incorporar una línea de empaque se reduce el derrame de producto y que el área se mantenga mojado. Este cambio necesita del uso de tubería para transportar el producto elaborado y de esta manera se actualiza la manera en que se empaqueta la presentación de 3.78 L. Con respecto al material de empaque, éste se colocó cerca de los transportadores de bandas para alimentar los envases a la llenadora, los tapones y cajas a las actividades de sellado y encajado. El área de etiquetado se trasladó a esta misma área para elaborar y alimentar las etiquetas al operario designado para dicho proceso. El espacio libre a la derecha de la línea de empaque se dispuso para el llenado manual de las demás presentación que se empacan y para añadir otras líneas de empaque en el futuro. Actualmente las demás presentación son de mayor capacidad que la estudiada en el presente trabajo.

Por el momento el producto terminado se trasladará a la bodega respectiva pero se planteará una recomendación para reubicar la bodega y así mejorar la fluidez de todo el proceso de producción.

Para el diseño de la línea de empaque se contemplaron un sistema de tubería para transportar el producto hacia la línea y los siguientes equipos: Una llenadora de líquidos, una taponadora manual eléctrica, un transportador de banda sin fin y una bomba de doble diagrama.

La llenadora de líquidos que se seleccionó utiliza una bomba de desplazamiento positivo. Este equipo es el necesario por las características

viscosa del producto y el carácter espumoso. Se tomó en consideración que las presentaciones se manejan en volumen y no en peso, por lo que la llenadora dosifica en relación a las revoluciones de la bomba. El equipo es semi automático por la capacidad que se requiere en la línea y por el volumen que la producción anual que le corresponde a la presentación de 3.78 L. El material es de acero inoxidable 304 por los ingredientes que se utilizan y por el rango de pH de los productos. Además concuerda con el material de los tanques mezcladores y resiste al ambiente corrosivo de la planta. Otra característica que se incluirá en el equipo es la posibilidad de que la boquilla dosificadora pueda subir conforme se llene el envase. Esto evita el derrame de producto y pérdidas de producto por adherencia a las boquillas. Además es de velocidad variable llenando lentamente al principio y conforme se haya formado una base de producto en el fondo del envase se aumentará el flujo. Este principio se invierte conforme se aproxima al volumen deseado. Se cotizaron otros tres equipos, los cuales no se escogieron por su costo, baja capacidad de llenado, sensibilidad del sistema de llenado (una de ellas utilizaba balanzas electrónicas para medir la cantidad a llenar) entre otras características. Por lo que sumando las ventajas del equipo se escogió este equipo por su costo, espacio reducido que ocupa, su simplicidad y uno de los factores muy importantes es que cuenta con un representante en Guatemala.

La taponadora manual eléctrica que se escogió es compacta, simple en su uso y con variación de torque. El tamaño del inserto, el cual hace girar el tapón para cerrar el envase, se especificó para el diámetro del tapón. Además cuenta con un accesorio que permite suspender el equipo en el aire mientras el operario realiza otra actividad del mismo proceso. La ventaja del equipo es que incorpora su propio compresor para accionar la taponadora y solo necesita conectarlo al tomacorriente. Este equipo se incluyó en la línea para que un mismo operario pueda realizar varias actividades haciendo que el proceso de empaquetado sea eficiente.

El transportador cuenta con una banda articulada que reduce la tensión en los extremos y permite que la pieza defectuosa sea cambiada sin la necesidad de adquirir una banda nueva. Además requiere de un motor de menor potencia por lo que el consumo eléctrico se reduce. La cama es de rodillos para favorecer el movimiento de la banda. El material de la banda es plástica, lo cual le provee resistencia a la corrosión por parte del ambiente y de los ingredientes de los productos. La estructura está fabricada de acero inoxidable 304 con el fin de resistir al ambiente corrosivo y de favorecer a la limpieza del mismo. Este transportador se utilizará para transportar las cajas con los envases y por lo tanto se diseñó con un ancho de 0.25 m. Tiene una sección para el sellado de cajas que simplemente es una serie de rodillos que presiona la parte superior de la caja y le proporciona tiempo de residencia para que el adhesivo enfríe y seque. Para el transporte de los envases desde la llenadora hasta este transportador se habilitará una transportadora que se encuentra en la planta. Esta tiene el ancho de un envase y cuenta con todas las características pertinentes para la línea. El equipo se fabricará localmente ya que el costo es menor comparado con productos extranjeros de la misma calidad, y la calidad de la misma se verificó con una visita a una planta reconocida que utiliza estos transportadores.

La bomba es de doble diafragma debido a que este principio permite transportar productos viscosos y no agita el producto. Este último favorece al proceso de empaquetado ya que no generaría gran cantidad de espuma. El material del empaque es teflón ya que la resistencia y sello de este material permite una larga vida al empaque. También el flujo se puede graduar con la alimentación de aire comprimido, por lo que se puede adecuar a las necesidades de la línea y el tipo de producto a empacar.

El sistema de tubería se decidió por acero inoxidable 304 pulida ya que este material es el recomendado para los ingredientes de los productos y el rango de pH de los mismos. Además por buenas prácticas de manufactura este material es aconsejable para transportar productos que requieren un grado de sanidad, como los jabones líquidos. También se decidió por este material ya que la mayoría de los productos se destinan para el uso de industrias alimenticias y estas con el paso del tiempo exigirán a los proveedores que cumplan con buenas prácticas de manufactura. La superficie de la tubería es pulida para evitar contaminación cruzada y por ende favorece a una facilidad de limpieza. La soldadura será TIG (tungsteno-inerte-gas) para garantizar que las soldaduras sean sanitarias y así evitar puntos muertos en el flujo de material. El sistema se armará en secciones para facilitar el desmontaje e inspección.

Basándose en los equipos anteriores la línea de empaclado se dividirá en tres actividades. En la primera un operario puede alimentar y mientras se llena el envase se puede utilizar la taponadora para cerrar los envases. Esto es posible ya que la taponadora trabajará a una velocidad mayor que la llenadora. En la segunda el operario al estar en una posición más cómoda que la actual podrá etiquetar y colocar los envases en las cajas ya posicionadas en el transportador. Por último el sellado y etiquetado se podrá realizar al mismo tiempo ya que el accesorio del transportador presionara la caja con adhesivo previamente adicionado por el operario y mientras es presionado el operario colocara la etiqueta. Por esta razón se necesitaran tres operarios.

Con todos los datos anteriores se preparó un análisis económico fundamentándose en datos del periodo fiscal 2003, que inicia en julio del 2002 y finaliza en junio del 2003. Se escogieron estos datos por ser recientes y por contar con costos fijos y variables totales. La fábrica solamente

proporcionó los costos totales debido a que los desgloses de los mismos son confidenciales.

Utilizando los datos del periodo fiscal y asumiendo que esta funcionando la línea de empaçado semi automático, se proyectó una reducción de 23,461.55 min en el tiempo de producción para los productos críticos en presentación de 3.78 L, lo cual representó una disminución del 53%. Para determinar este valor se calculó el tiempo de producción separándolo en los procesos de pesaje, formulación, empaçado y limpieza. Luego de realizar un escenario real y otro con la línea de empaçado se encontró que el proceso actual de empaçado consumió más del 50% del tiempo de producción y al poner en funcionamiento la línea se disminuyó hasta un 8%. De los procesos mencionados sólo el empaçado fue modificado para el escenario con la línea ya que los demás permanecerían iguales con o sin ella.

Sabiendo el tiempo que se ahorraría con la línea de empaçado, se procedió con la determinación del aumento global en la fabricación de productos líquidos. Para ello se incluyeron los productos que representan el 80% de la producción anual y se asumió que la línea estaba en funcionamiento. Tomando la misma base de datos se determinó el incremento porcentual de producción necesario para utilizar los 23,461.55 min en la elaboración de todos los productos. El porcentaje de incremento se aplicó a cada producto de igual manera para que el costo variable aumentara en forma proporcional al incremento porcentual. Como resultado se obtuvo un incremento de 7.90 %. Este fue un pequeño incremento ya que la presentación de 3.78 L solo representa el 23.49 % de la producción anual, aunque se redujera un 53 % en el tiempo de producción para dicha presentación.

Luego se calculó el costo del proyecto que incluye equipo, instalación de tubería e instalación de los equipos y reestructuración de áreas. Los costos de los mismos son totales e incluyen el IVA, así como todos los gastos para traer los equipos a la planta.

Para finalizar el análisis económico se calcularon los costo fijos y variables para el periodo fiscal 2003 asumiendo que la línea de empaqueo estuviera funcionando. Al costo fijo sólo se le adicionó la depreciación por los equipos de la línea ya que los demás rubros son independientes al incremento de la producción. Al costo variable se le incrementó proporcionalmente en relación al incremento de la producción en kg. Este incremento fue posible ya que el incremento de la producción fue igual para todos los productos.

El costo total para el proyecto es la suma del costo fijo y variable. Para comparar el real con el proyecto se obtuvo el costo por kg para cada caso. Al compararlos se determinó que el proyecto proporciona un ahorro del 27.05 % o Q. 89,714.13 para el periodo estudiado. Si este ahorro fuera como mínimo constante para los siguientes periodos fiscales la inversión del proyecto se recuperaría en 3.70 años. Por lo tanto, el proyecto es factible en el caso de Guatemala.

La instalación de una línea de empaque permite una reducción del 53% en el tiempo de producción para la presentación de 3.78 L y una aumento del 7.9% en volumen para la producción total del periodo fiscal 2003 con una vida útil de 10 años operando la línea las 8 horas laborales.

IX. CONCLUSIONES

- A. Los productos líquidos predominan en un 80% en la producción anual y de éste sólo el 23.49 % (en volumen) le corresponde a la presentación de 3.78 L. De esta presentación 19 productos de 117 son los responsables del 80% de la producción en dicha presentación.
- B. Los productos críticos presentan en un 53% un pH neutro aunque el resto del porcentaje se dispersa entre 1 y 13. La densidad de 1.1 kg/L lo conforman el 84.2% de los productos dado que el 77.1% del consumo de materia prima en kg le corresponde al agua suavizada. Y el 47.4% de ellos son viscosos y 26.3% espumosos.
- C. El cuello de botella en el proceso de empaque actual reside en el llenado de líquidos viscosos y espumosos con un flujo de 3.80 y 2.73 unidad/ min respectivamente.
- D. La capacidad de la línea es de 15 unidad/min basándose en las actividades de taponado y encajado/sellado. Esto permite un proceso de empaque continuo y semi automático con una vida útil de 10 años.
- E. El proceso de producción tiene duplicación de recorridos por tener a la bodega de producto terminado y entrada de materia prima y material de empaque en ubicaciones cercanas.
- F. Al intercambiar las bodegas de materia prima en líquidos y polvos se eliminan los recorridos innecesarios y retornos. También la reubicación del área de producción de líquidos permite separar la elaboración del producto y el empaque, manteniendo así un recorrido en un solo sentido.

- G. El diseño de la línea de empaque incluye una llenadora con bomba de desplazamiento positivo, taponadora manual eléctrica, transportador de banda plástica articulada y estructura en acero inoxidable, una bomba de doble diafragma y un sistema de tubería en acero inoxidable 304 pulida.

- H. El incremento en la producción de 7.9% proporciona un ahorro para el periodo fiscal 2003 de 27.05% y un tiempo de recuperación de la inversión de 3.70 años, considerando como mínimo un mismo ahorro durante los periodos fiscales posteriores. Por lo tanto, para el caso de Guatemala el proyecto es factible.

X. RECOMENDACIONES

- A. Este trabajo analizó la presentación de 3.78 L y al extenderse a otras presentaciones de productos líquidos se tendría una evaluación profunda del proceso de empaque en la planta y así evaluar la necesidad de instalar otra línea de empaque que complemente la del trabajo.
- B. La reubicación y aumento del espacio de la bodega de producto terminado permitiría una mejor fluidez del proceso de producción, reduciendo recorridos y permitiendo que el área de producción pueda para aumentar la capacidad de producción.
- C. Un estudio sobre la reorganización de equipos y áreas de producción de productos líquidos y polvos permitiría mantener el flujo de actividades en un solo sentido.
- D. Realizar un estudio general de tiempos y movimientos para determinar tiempos muertos en la producción de productos líquidos y polvos.
- E. Elevar los tanques de preparación de productos e instalar las líneas de llenado debajo de ellas.
- F. Estudiar la opción de maquilar producto debido al incremento de la capacidad de producción proporcionada por la línea de empaque.

XI. BIBLIOGRAFÍA

1. Griffin, R., et al. PRINCIPLE OF PACKAGE DEVELOPMENT. Avi . USA. 2da edición. 1985.
2. Halon, J. HANDBOOK OF PACKAGE ENGINEERING. Technomic. USA. 2da Edición. 1992.
3. Spring, S. INDUSTRIAL CLEANING Prism. Australia. 1974
4. <http://www.accutekpackaging.com>
5. <http://www.arol.it>
6. <http://www.fowlerproducts.com>
7. <http://www.hytrol.com>
8. <http://www.packexpo.com/education/ref/>
9. <http://www.packworld.com>
10. <http://www.yamadapump.com>

ANEXOS

Con la finalidad de guardar la confidencialidad de los datos concedidos por la fábrica, se reemplazaron los nombres de los productos por números. Los productos se ordenaron alfabéticamente y se enumeraron.

La producción de productos líquidos del 2001 al 2003 fue la siguiente

Tabla No. 12.1
Litros producidos por año

Mes	2001	20.02	2003
Enero	65,989.70	97,724.34	95,649.12
Febrero	62,097.84	97,198.92	74,968.74
Marzo	71,271.90	62,052.48	89,865.72
Abril	57,679.02	88,081.56	81,965.52
Mayo	63,882.00	73,778.04	89,148.42
Junio	76,794.48	86,562.00	80,301.60
Julio	62,242.26	71,778.42	91,852.68
Agosto	100,589.58	83,175.12	103,137.15
Septiembre	66,970.26	104,169.24	121,878.01
Octubre	71,974.98	82,022.22	95,966.00
Noviembre	86,059.26	84,872.34	99,300.64
Diciembre	107,170.96	94,016.16	109,998.91
Total	892,722.24	1,025,430.84	1,134,032.50

* Los datos de Agosto a Diciembre del 2003 consisten en una proyección en base a incremento porcentual anual

Tabla No. 12.2
Litros producidos en presentación de 3.78 L por año

Producto	2001	2002	2003	% 2001	% 2002	% 2003
197	15,993.18	21,459.06	13,577.76	8.62%	9.01%	9.58%
92	25,394.04	27,216.00	12,708.36	13.68%	11.43%	8.97%
86	12,198.06	17,168.76	11,649.96	6.57%	7.21%	8.22%
110	6,811.56	16,182.18	9,185.40	3.67%	6.79%	6.48%
91	11,045.16	12,897.36	9,011.52	5.95%	5.42%	6.36%
143	3,795.12	11,116.98	8,028.72	2.04%	4.67%	5.67%
159	10,281.60	13,335.84	7,302.96	5.54%	5.60%	5.15%
198	9,665.46	9,450.00	7,121.52	5.21%	3.97%	5.03%
196	8,883.00	11,884.32	6,690.60	4.79%	4.99%	4.72%
188	4,150.44	6,078.24	6,134.94	2.24%	2.55%	4.33%
207	41.58	5,068.98	4,483.08	0.02%	2.13%	3.16%
206	3,092.04	5,424.30	3,326.40	1.67%	2.28%	2.35%
328	4,751.46	4,683.42	2,611.98	2.56%	1.97%	1.84%
122	2,362.50	3,069.36	2,468.34	1.27%	1.29%	1.74%
13	5,155.92	4,483.08	2,339.82	2.78%	1.88%	1.65%
191	4,418.82	3,594.78	2,207.52	2.38%	1.51%	1.56%
93	2,063.88	2,237.76	2,010.96	1.11%	0.94%	1.42%
182	4,759.02	4,717.44	1,999.62	2.56%	1.98%	1.41%
233	1,466.64	3,061.80	1,769.04	0.79%	1.29%	1.25%
138	1,655.64	2,570.40	1,655.64	0.89%	1.08%	1.17%
224	2,086.56	2,649.78	1,629.18	1.12%	1.11%	1.15%
184	2,279.34	1,496.88	1,477.98	1.23%	0.63%	1.04%
185	2,449.44	4,433.94	1,447.74	1.32%	1.86%	1.02%
99	2,619.54	3,231.90	1,387.26	1.41%	1.36%	0.98%
116	343.98	1,270.08	1,360.80	0.19%	0.53%	0.96%
181	1,636.74	1,803.06	1,323.00	0.88%	0.76%	0.93%
199	2,457.00	2,007.18	1,209.60	1.32%	0.84%	0.85%
238	514.08	1,538.46	990.36	0.28%	0.65%	0.70%
114	1,156.68	1,496.88	967.68	0.62%	0.63%	0.68%
113	0.00	0.00	846.72	0.00%	0.00%	0.60%
194	1,406.16	483.84	786.24	0.76%	0.20%	0.55%
83	0.00	313.74	771.12	0.00%	0.13%	0.54%
137	275.94	555.66	695.52	0.15%	0.23%	0.49%
217	1,738.80	1,281.42	657.72	0.94%	0.54%	0.46%
165	71.82	370.44	619.92	0.04%	0.16%	0.44%
108	0.00	15.12	619.92	0.00%	0.01%	0.44%
195	585.90	1,190.70	536.76	0.32%	0.50%	0.38%
85	1,436.40	1,833.30	536.76	0.77%	0.77%	0.38%
225	0.00	257.04	514.08	0.00%	0.11%	0.36%
89	0.00	75.60	506.52	0.00%	0.03%	0.36%

Producto	2001	2002	2003	% 2001	% 2002	% 2003
123	729.54	672.84	446.04	0.39%	0.28%	0.31%
164	1,436.40	453.60	404.46	0.77%	0.19%	0.29%
203	2,725.38	3,674.16	359.10	1.47%	1.54%	0.25%
193	1,470.42	907.20	347.76	0.79%	0.38%	0.25%
98	49.14	570.78	347.76	0.03%	0.24%	0.25%
121	272.16	574.56	340.20	0.15%	0.24%	0.24%
183	653.94	548.10	332.64	0.35%	0.23%	0.23%
77	347.76	525.42	257.04	0.19%	0.22%	0.18%
180	185.22	389.34	245.70	0.10%	0.16%	0.17%
239	408.24	340.20	241.92	0.22%	0.14%	0.17%
245	952.56	438.48	211.68	0.51%	0.18%	0.15%
186	1,409.94	1,111.32	211.68	0.76%	0.47%	0.15%
295	0.00	351.54	204.12	0.00%	0.15%	0.14%
133	653.94	264.60	204.12	0.35%	0.11%	0.14%
129	0.00	0.00	173.88	0.00%	0.00%	0.12%
139	7.56	884.52	139.86	0.00%	0.37%	0.10%
105	0.00	68.04	139.86	0.00%	0.03%	0.10%
90	1,814.40	1,769.04	136.08	0.98%	0.74%	0.10%
75	124.74	287.28	120.96	0.07%	0.12%	0.09%
30	0.00	0.00	120.96	0.00%	0.00%	0.09%
136	0.00	90.72	113.40	0.00%	0.04%	0.08%
200	2,279.34	816.48	105.84	1.23%	0.34%	0.07%
142	75.60	18.90	105.84	0.04%	0.01%	0.07%
169	0.00	109.62	98.28	0.00%	0.05%	0.07%
202	385.56	158.76	90.72	0.21%	0.07%	0.06%
177	0.00	15.12	90.72	0.00%	0.01%	0.06%
326	0.00	0.00	75.60	0.00%	0.00%	0.05%
228	362.88	370.44	75.60	0.20%	0.16%	0.05%
161	0.00	0.00	75.60	0.00%	0.00%	0.05%
119	22.68	68.04	75.60	0.01%	0.03%	0.05%
103	52.92	139.86	75.60	0.03%	0.06%	0.05%
106	430.92	661.50	71.82	0.23%	0.28%	0.05%
209	83.16	325.08	64.26	0.04%	0.14%	0.05%
302	283.50	309.96	56.70	0.15%	0.13%	0.04%
322	45.36	34.02	45.36	0.02%	0.01%	0.03%
192	41.58	173.88	45.36	0.02%	0.07%	0.03%
128	0.00	0.00	45.36	0.00%	0.00%	0.03%
107	0.00	0.00	45.36	0.00%	0.00%	0.03%
12	343.98	453.60	41.58	0.19%	0.19%	0.03%
279	0.00	45.36	18.90	0.00%	0.02%	0.01%
71	309.96	37.80	18.90	0.17%	0.02%	0.01%
208	0.00	0.00	15.12	0.00%	0.00%	0.01%
104	7.56	0.00	15.12	0.00%	0.00%	0.01%
76	45.36	34.02	15.12	0.02%	0.01%	0.01%

Producto	2001	2002	2003	% 2001	% 2002	% 2003
173	15.12	52.92	11.34	0.01%	0.02%	0.01%
148	45.36	41.58	11.34	0.02%	0.02%	0.01%
78	3.78	18.90	11.34	0.00%	0.01%	0.01%
241	45.36	22.68	7.56	0.02%	0.01%	0.01%
189	729.54	3,088.26	7.56	0.39%	1.30%	0.01%
112	0.00	0.00	7.56	0.00%	0.00%	0.01%
100	7.56	151.20	7.56	0.00%	0.06%	0.01%
215	0.00	0.00	3.78	0.00%	0.00%	0.00%
187	15.12	3.78	3.78	0.01%	0.00%	0.00%
329	1,084.86	1,897.56	0.00	0.58%	0.80%	0.00%
324	272.16	0.00	0.00	0.15%	0.00%	0.00%
310	0.00	3.78	0.00	0.00%	0.00%	0.00%
303	0.00	18.90	0.00	0.00%	0.01%	0.00%
301	90.72	0.00	0.00	0.05%	0.00%	0.00%
300	7.56	0.00	0.00	0.00%	0.00%	0.00%
298	3.78	18.90	0.00	0.00%	0.01%	0.00%
297	30.24	464.94	0.00	0.02%	0.20%	0.00%
294	60.48	0.00	0.00	0.03%	0.00%	0.00%
293	226.80	0.00	0.00	0.12%	0.00%	0.00%
267	52.92	0.00	0.00	0.03%	0.00%	0.00%
254	0.00	56.70	0.00	0.00%	0.02%	0.00%
253	15.12	0.00	0.00	0.01%	0.00%	0.00%
247	11.34	3.78	0.00	0.01%	0.00%	0.00%
242	22.68	15.12	0.00	0.01%	0.01%	0.00%
235	120.96	0.00	0.00	0.07%	0.00%	0.00%
234	0.00	75.60	0.00	0.00%	0.03%	0.00%
230	45.36	0.00	0.00	0.02%	0.00%	0.00%
229	635.04	117.18	0.00	0.34%	0.05%	0.00%
227	253.26	113.40	0.00	0.14%	0.05%	0.00%
221	56.70	37.80	0.00	0.03%	0.02%	0.00%
220	18.90	0.00	0.00	0.01%	0.00%	0.00%
216	0.00	75.60	0.00	0.00%	0.03%	0.00%
210	7.56	0.00	0.00	0.00%	0.00%	0.00%
201	30.24	0.00	0.00	0.02%	0.00%	0.00%
179	0.00	15.12	0.00	0.00%	0.01%	0.00%
176	846.72	0.00	0.00	0.46%	0.00%	0.00%
174	0.00	3.78	0.00	0.00%	0.00%	0.00%
170	7.56	0.00	0.00	0.00%	0.00%	0.00%
160	226.80	181.44	0.00	0.12%	0.08%	0.00%
152	124.74	34.02	0.00	0.07%	0.01%	0.00%
151	45.36	0.00	0.00	0.02%	0.00%	0.00%
150	3.78	0.00	0.00	0.00%	0.00%	0.00%
149	102.06	22.68	0.00	0.05%	0.01%	0.00%
141	60.48	0.00	0.00	0.03%	0.00%	0.00%

Producto	2001	2002	2003	% 2001	% 2002	% 2003
140	22.68	136.08	0.00	0.01%	0.06%	0.00%
135	34.02	0.00	0.00	0.02%	0.00%	0.00%
132	41.58	18.90	0.00	0.02%	0.01%	0.00%
124	151.20	0.00	0.00	0.08%	0.00%	0.00%
118	22.68	26.46	0.00	0.01%	0.01%	0.00%
117	15.12	0.00	0.00	0.01%	0.00%	0.00%
115	3.78	0.00	0.00	0.00%	0.00%	0.00%
111	49.14	0.00	0.00	0.03%	0.00%	0.00%
109	22.68	18.90	0.00	0.01%	0.01%	0.00%
101	75.60	15.12	0.00	0.04%	0.01%	0.00%
97	60.48	0.00	0.00	0.03%	0.00%	0.00%
96	15.12	0.00	0.00	0.01%	0.00%	0.00%
88	0.00	336.42	0.00	0.00%	0.14%	0.00%
87	128.52	0.00	0.00	0.07%	0.00%	0.00%
84	60.48	15.12	0.00	0.03%	0.01%	0.00%
82	472.50	56.70	0.00	0.25%	0.02%	0.00%
81	18.90	18.90	0.00	0.01%	0.01%	0.00%
72	68.04	0.00	0.00	0.04%	0.00%	0.00%
70	139.86	3.78	0.00	0.08%	0.00%	0.00%
69	3.78	7.56	0.00	0.00%	0.00%	0.00%
62	15.12	11.34	0.00	0.01%	0.00%	0.00%
61	37.80	15.12	0.00	0.02%	0.01%	0.00%
60	0.00	3.78	0.00	0.00%	0.00%	0.00%
58	0.00	483.84	0.00	0.00%	0.20%	0.00%
53	11.34	0.00	0.00	0.01%	0.00%	0.00%
48	151.20	226.80	0.00	0.08%	0.10%	0.00%
42	0.00	181.44	0.00	0.00%	0.08%	0.00%
40	419.58	0.00	0.00	0.23%	0.00%	0.00%
39	56.70	0.00	0.00	0.03%	0.00%	0.00%
37	3.78	0.00	0.00	0.00%	0.00%	0.00%
35	756.00	0.00	0.00	0.41%	0.00%	0.00%
26	11.34	0.00	0.00	0.01%	0.00%	0.00%
21	3.78	0.00	0.00	0.00%	0.00%	0.00%
9	340.20	343.98	0.00	0.18%	0.14%	0.00%
Total	185,627.88	238,157.34	141,708.42			

* El 2003 abarca hasta el mes de julio

Características de los productos que conforman el 80% de la producción anual.

Tabla No. 12.3
Características físicas y químicas de los productos líquidos

Producto	pH	Densidad	Viscosidad (kg/m s)	Espumoso
92	7	1	1725	
197	7	1		
86	7	1	1725	
110	13	1		
159	7	1	497.25	
91	7	1	1725	
196	8	0.9		
143	7	1	1725	
198	13	1.1		Sí
188	7	1	497.25	
206	8	1		Sí
207	9	1	438.75	
182	13	1		Sí
328	5	1	169.65	Sí
13	7	1	1725	
185	8	0.9		
203	7	1		
191	7	1		
99	2	1		Sí

Tabla No. 12.4
Litros producidos en el año fiscal 2003
(julio 2002 a junio 2003)

Producto	2002	2003	Total
184	16,443.00	24,539.76	40,982.76
294	18,748.80	17,671.50	36,420.30
189	18,847.08	15,747.48	34,594.56
174	17,841.60	13,456.80	31,298.40
301	12,001.50	12,927.60	24,929.10
92	13,199.76	11,007.36	24,207.12
86	12,508.02	10,655.82	23,163.84
203	7,147.98	14,666.40	21,814.38
197	9,998.10	11,305.98	21,304.08
93	9,506.70	10,421.46	19,928.16
57	9,223.20	9,090.90	18,314.10
207	8,247.96	8,350.02	16,597.98
110	8,361.36	8,149.68	16,511.04
206	8,236.62	8,179.92	16,416.54
238	7,624.26	6,698.16	14,322.42
91	6,838.02	7,412.58	14,250.60
193	6,796.44	7,397.46	14,193.90
173	6,747.30	7,023.24	13,770.54
70	7,465.50	6,237.00	13,702.50
30	2,589.30	10,073.70	12,663.00
276	5,783.40	6,804.00	12,587.40
185	7,144.20	5,405.58	12,549.78
159	5,927.04	6,516.72	12,443.76
181	5,945.94	6,384.42	12,330.36
143	5,435.64	6,864.48	12,300.12
188	5,998.86	5,949.72	11,948.58
270	5,499.90	6,369.30	11,869.20
196	5,753.16	5,794.74	11,547.90
186	5,462.10	5,711.58	11,173.68
179	5,057.64	5,688.90	10,746.54
250	5,688.90	4,970.70	10,659.60
198	4,524.66	5,794.74	10,319.40
182	5,208.84	5,057.64	10,266.48
153	5,745.60	4,195.80	9,941.40
139	4,267.62	5,167.26	9,434.88
303	4,384.80	4,951.80	9,336.60
302	5,405.40	3,742.20	9,147.60
293	4,517.10	4,384.80	8,901.90

Producto	2002	2003	Total
83	2,479.68	6,327.72	8,807.40
164	6,237.00	2,404.08	8,641.08
212	4,914.00	3,496.50	8,410.50
283	3,383.10	4,895.10	8,278.20
56	3,723.30	4,479.30	8,202.60
272	4,649.40	3,515.40	8,164.80
99	5,057.64	2,052.54	7,110.18
209	4,781.70	2,044.98	6,826.68
229	3,269.70	3,515.40	6,785.10
133	3,810.24	2,952.18	6,762.42
265	4,573.80	1,984.50	6,558.30
268	2,664.90	3,723.30	6,388.20
190	2,702.70	3,628.80	6,331.50
103	2,491.02	3,817.80	6,308.82
94	2,759.40	3,458.70	6,218.10
98	2,857.68	3,050.46	5,908.14
295	2,396.52	3,269.70	5,666.22
300	3,156.30	2,381.40	5,537.70
40	3,439.80	1,908.90	5,348.70
282	3,269.70	1,984.50	5,254.20
328	2,710.26	2,309.58	5,019.84
296	1,927.80	3,061.80	4,989.60
61	2,725.38	2,173.50	4,898.88
160	2,664.90	2,154.60	4,819.50
249	2,589.30	2,097.90	4,687.20
194	2,339.82	2,286.90	4,626.72
248	2,003.40	2,608.20	4,611.60
109	1,723.68	2,872.80	4,596.48
85	2,362.50	2,188.62	4,551.12
233	2,260.44	2,222.64	4,483.08
13	2,479.68	2,003.40	4,483.08
205	1,474.20	2,835.00	4,309.20
138	2,407.86	1,901.34	4,309.20
177	2,944.62	1,360.80	4,305.42
215	2,494.80	1,663.20	4,158.00
89	1,549.80	2,600.64	4,150.44
9	2,339.82	1,795.50	4,135.32
122	1,806.84	2,260.44	4,067.28
260	2,230.20	1,757.70	3,987.90
298	2,438.10	1,474.20	3,912.30
297	2,721.60	1,171.80	3,893.40
210	2,268.00	1,549.80	3,817.80
275	1,512.00	2,154.60	3,666.60
191	1,780.38	1,874.88	3,655.26
288	1,493.10	1,984.50	3,477.60
208	1,285.20	2,075.22	3,360.42

Producto	2002	2003	Total
35	2,721.60	585.90	3,307.50
106	1,459.08	1,829.52	3,288.60
149	1,859.76	1,379.70	3,239.46
58	1,587.60	1,625.40	3,213.00
246	1,039.50	2,079.00	3,118.50
77	1,436.40	1,674.54	3,110.94
224	1,591.38	1,436.40	3,027.78
37	453.60	2,551.50	3,005.10
132	1,360.80	1,606.50	2,967.30
180	1,149.12	1,564.92	2,714.04
151	1,738.80	945.00	2,683.80
284	1,436.40	1,209.60	2,646.00
65	1,568.70	1,058.40	2,627.10
136	1,239.84	1,360.80	2,600.64
266	1,474.20	1,077.30	2,551.50
195	1,300.32	1,213.38	2,513.70
204	1,455.30	1,039.50	2,494.80
1	1,360.80	1,134.00	2,494.80
21	567.00	1,871.10	2,438.10
278	812.70	1,512.00	2,324.70
254	1,001.70	1,304.10	2,305.80
258	1,001.70	1,285.20	2,286.90
116	1,081.08	1,186.92	2,268.00
217	1,387.26	812.70	2,199.96
253	1,304.10	888.30	2,192.40
267	1,266.30	907.20	2,173.50
114	1,205.82	956.34	2,162.16
199	1,220.94	937.44	2,158.38
279	1,122.66	963.90	2,086.56
125	2,079.00	0.00	2,079.00
29	1,890.00	0.00	1,890.00
220	1,360.80	510.30	1,871.10
73	1,323.00	529.20	1,852.20
41	472.50	1,341.90	1,814.40
187	1,591.38	177.66	1,769.04
285	642.60	1,096.20	1,738.80
124	623.70	1,058.40	1,682.10
299	850.50	774.90	1,625.40
104	699.30	846.72	1,546.02
244	1,058.40	434.70	1,493.10
95	831.60	642.60	1,474.20
183	997.92	438.48	1,436.40
66	850.50	585.90	1,436.40
81	1,266.30	132.30	1,398.60
18	359.10	1,039.50	1,398.60
218	812.70	548.10	1,360.80

Producto	2002	2003	Total
230	680.40	661.50	1,341.90
310	170.10	1,171.80	1,341.90
324	774.90	548.10	1,323.00
202	861.84	446.04	1,307.88
69	774.90	529.20	1,304.10
245	597.24	684.18	1,281.42
137	517.86	740.88	1,258.74
239	827.82	412.02	1,239.84
2	321.30	793.80	1,115.10
316	982.80	132.30	1,115.10
152	756.00	359.10	1,115.10
165	408.24	691.74	1,099.98
22	1,039.50	0.00	1,039.50
306	415.80	623.70	1,039.50
34	529.20	491.40	1,020.60
107	283.50	687.96	971.46
26	680.40	264.60	945.00
156	226.80	680.40	907.20
6	302.40	604.80	907.20
111	510.30	396.90	907.20
280	302.40	585.90	888.30
225	408.24	468.72	876.96
46	548.10	321.30	869.40
123	423.36	430.92	854.28
59	302.40	529.20	831.60
169	442.26	381.78	824.04
222	378.00	434.70	812.70
172	378.00	396.90	774.90
148	336.42	415.80	752.22
75	593.46	158.76	752.22
221	241.92	472.50	714.42
269	94.50	604.80	699.30
256	283.50	396.90	680.40
108	15.12	642.60	657.72
226	642.60	0.00	642.60
36	491.40	151.20	642.60
25	415.80	207.90	623.70
309	623.70	0.00	623.70
227	245.70	340.20	585.90
247	245.70	321.30	567.00
72	396.90	170.10	567.00
121	309.96	234.36	544.32
241	415.80	117.18	532.98
289	283.50	245.70	529.20
318	302.40	207.90	510.30
317	453.60	37.80	491.40

Producto	2002	2003	Total
262	321.30	170.10	491.40
113	0.00	476.28	476.28
129	75.60	381.78	457.38
135	226.80	226.80	453.60
166	302.40	151.20	453.60
150	340.20	113.40	453.60
312	415.80	37.80	453.60
320	415.80		415.80
311	415.80	0.00	415.80
157	226.80	170.10	396.90
60	340.20	37.80	378.00
234	378.00		378.00
290	189.00	170.10	359.10
219	207.90	132.30	340.20
88	336.42	0.00	336.42
167	151.20	170.10	321.30
62	268.38	37.80	306.18
168	132.30	170.10	302.40
192	249.48	45.36	294.84
307	283.50	0.00	283.50
11	132.30	132.30	264.60
5	94.50	151.20	245.70
228	151.20	94.50	245.70
286	18.90	207.90	226.80
251	226.80	0.00	226.80
175	75.60	132.30	207.90
319		207.90	207.90
12	132.30	45.36	177.66
130	170.10	0.00	170.10
28	170.10		170.10
33	18.90	151.20	170.10
326	0.00	151.20	151.20
144	151.20	0.00	151.20
101	113.40	37.80	151.20
119	41.58	94.50	136.08
140	136.08	0.00	136.08
78	83.16	49.14	132.30
74	132.30	0.00	132.30
315	0.00	132.30	132.30
31	113.40		113.40
27	0.00	113.40	113.40
128	0.00	102.06	102.06
287	18.90	75.60	94.50
8	75.60	0.00	75.60
48	56.70	18.90	75.60
274	75.60	0.00	75.60

Producto	2002	2003	Total
200	45.36		45.36
76	22.68	15.12	37.80
292	18.90	18.90	37.80
161	0.00	30.24	30.24
55	18.90		18.90
216	18.90	0.00	18.90
131	18.90	0.00	18.90
Total	520,033.50	511,899.12	1,031,932.62

Tabla No. 12.5
Litros producidos en el año fiscal 2003 en presentación de 3.78 L

Producto	2002 desde julio	% 2002	2003 hasta junio	% 2003	Fiscal 2003	% Fiscal 2003
92	13,199.76	11.04%	11,007.36	9.10%	24,207.12	1.59%
197	9,998.10	8.36%	11,305.98	9.35%	21,304.08	1.40%
86	10,187.10	8.52%	10,024.56	8.29%	20,211.66	1.32%
110	8,361.36	6.99%	8,149.68	6.74%	16,511.04	1.08%
91	6,838.02	5.72%	7,412.58	6.13%	14,250.60	0.93%
159	5,927.04	4.96%	6,516.72	5.39%	12,443.76	0.82%
143	5,435.64	4.55%	6,864.48	5.68%	12,300.12	0.81%
196	5,696.46	4.76%	5,719.14	4.73%	11,415.60	0.75%
198	3,976.56	3.33%	5,586.84	4.62%	9,563.40	0.63%
207	4,108.86	3.44%	3,681.72	3.05%	7,790.58	0.51%
188	2,804.76	2.35%	4,343.22	3.59%	7,147.98	0.47%
206	2,869.02	2.40%	2,547.72	2.11%	5,416.74	0.36%
328	2,710.26	2.27%	2,309.58	1.91%	5,019.84	0.33%
13	2,404.08	2.01%	2,079.00	1.72%	4,483.08	0.29%
182	2,241.54	1.87%	1,863.54	1.54%	4,105.08	0.27%
122	1,750.14	1.46%	2,317.14	1.92%	4,067.28	0.27%
185	2,313.36	1.93%	1,447.74	1.20%	3,761.10	0.25%
191	1,780.38	1.49%	1,874.88	1.55%	3,655.26	0.24%
93	1,360.80	1.14%	2,010.96	1.66%	3,371.76	0.22%
99	2,014.74	1.68%	1,202.04	0.99%	3,216.78	0.21%
189	3,046.68	2.55%	3.78	0.00%	3,050.46	0.20%
224	1,553.58	1.30%	1,436.40	1.19%	2,989.98	0.20%
138	1,406.16	1.18%	1,409.94	1.17%	2,816.10	0.18%
233	1,088.64	0.91%	1,315.44	1.09%	2,404.08	0.16%
184	680.40	0.57%	1,443.96	1.19%	2,124.36	0.14%
203	1,685.88	1.41%	359.10	0.30%	2,044.98	0.13%
116	816.48	0.68%	1,149.12	0.95%	1,965.60	0.13%
199	1,088.64	0.91%	861.84	0.71%	1,950.48	0.13%
114	979.02	0.82%	937.44	0.78%	1,916.46	0.13%
181	653.94	0.55%	1,186.92	0.98%	1,840.86	0.12%
238	555.66	0.46%	971.46	0.80%	1527.12	0.10%
217	752.22	0.63%	585.9	0.48%	1338.12	0.09%
195	619.92	0.52%	532.98	0.44%	1152.9	0.08%
137	385.56	0.32%	665.28	0.55%	1050.84	0.07%
83	253.26	0.21%	771.12	0.64%	1024.38	0.07%
194	241.92	0.20%	680.4	0.56%	922.32	0.06%
85	434.7	0.36%	468.72	0.39%	903.42	0.06%

Producto	2002 desde julio	% 2002	2003 hasta junio	% 2003	Fiscal 2003	% Fiscal 2003
123	385.56	0.32%	412.02	0.34%	797.58	0.05%
165	219.24	0.18%	559.44	0.46%	778.68	0.05%
225	257.04	0.21%	468.72	0.39%	725.76	0.05%
164	340.2	0.28%	343.98	0.28%	684.18	0.04%
186	453.6	0.38%	211.68	0.18%	665.28	0.04%
139	525.42	0.44%	139.86	0.12%	665.28	0.04%
108	15.12	0.01%	604.8	0.50%	619.92	0.04%
98	249.48	0.21%	347.76	0.29%	597.24	0.04%
193	238.14	0.20%	347.76	0.29%	585.9	0.04%
89	75.6	0.06%	502.74	0.42%	578.34	0.04%
183	279.72	0.23%	287.28	0.24%	567	0.04%
77	264.6	0.22%	257.04	0.21%	521.64	0.03%
121	272.16	0.23%	234.36	0.19%	506.52	0.03%
239	204.12	0.17%	241.92	0.20%	446.04	0.03%
180	158.76	0.13%	245.7	0.20%	404.46	0.03%
245	181.44	0.15%	211.68	0.18%	393.12	0.03%
113	0	0.00%	362.88	0.30%	362.88	0.02%
295	166.32	0.14%	170.1	0.14%	336.42	0.02%
88	336.42	0.28%	0	0.00%	336.42	0.02%
75	211.68	0.18%	120.96	0.10%	332.64	0.02%
106	249.48	0.21%	71.82	0.06%	321.3	0.02%
133	143.64	0.12%	136.08	0.11%	279.72	0.02%
209	207.9	0.17%	60.48	0.05%	268.38	0.02%
228	151.2	0.13%	75.6	0.06%	226.8	0.01%
105	64.26	0.05%	124.74	0.10%	189	0.01%
169	83.16	0.07%	98.28	0.08%	181.44	0.01%
129	0	0.00%	173.88	0.14%	173.88	0.01%
302	132.3	0.11%	37.8	0.03%	170.1	0.01%
297	170.1	0.14%	0	0.00%	170.1	0.01%
192	117.18	0.10%	45.36	0.04%	162.54	0.01%
136	30.24	0.03%	113.4	0.09%	143.64	0.01%
12	113.4	0.09%	26.46	0.02%	139.86	0.01%
140	136.08	0.11%	0	0.00%	136.08	0.01%
9	128.52	0.11%	0	0.00%	128.52	0.01%
200	45.36	0.04%	75.6	0.06%	120.96	0.01%
202	30.24	0.03%	90.72	0.08%	120.96	0.01%
103	34.02	0.03%	75.6	0.06%	109.62	0.01%
119	22.68	0.02%	75.6	0.06%	98.28	0.01%
142	3.78	0.00%	90.72	0.08%	94.5	0.01%
177	15.12	0.01%	75.6	0.06%	90.72	0.01%
58	75.6	0.06%	0	0.00%	75.6	0.00%
234	75.6	0.06%	0	0.00%	75.6	0.00%
279	45.36	0.04%	18.9	0.02%	64.26	0.00%
326	0	0.00%	60.48	0.05%	60.48	0.00%
322	11.34	0.01%	45.36	0.04%	56.7	0.00%
71	37.8	0.03%	18.9	0.02%	56.7	0.00%

Producto	2002 desde julio	% 2002	2003 hasta junio	% 2003	Fiscal 2003	% Fiscal 2003
227	56.7	0.05%	0	0.00%	56.7	0.00%
254	56.7	0.05%	0	0.00%	56.7	0.00%
173	37.8	0.03%	11.34	0.01%	49.14	0.00%
107	0	0.00%	45.36	0.04%	45.36	0.00%
128	0	0.00%	45.36	0.04%	45.36	0.00%
100	37.8	0.03%	7.56	0.01%	45.36	0.00%
76	22.68	0.02%	15.12	0.01%	37.8	0.00%
148	34.02	0.03%	0	0.00%	34.02	0.00%
82	34.02	0.03%	0	0.00%	34.02	0.00%
161	0	0.00%	30.24	0.03%	30.24	0.00%
78	7.56	0.01%	11.34	0.01%	18.9	0.00%
229	18.9	0.02%	0	0.00%	18.9	0.00%
298	18.9	0.02%	0	0.00%	18.9	0.00%
303	18.9	0.02%	0	0.00%	18.9	0.00%
104	0	0.00%	15.12	0.01%	15.12	0.00%
208	0	0.00%	15.12	0.01%	15.12	0.00%
221	15.12	0.01%	0	0.00%	15.12	0.00%
179	11.34	0.01%	0	0.00%	11.34	0.00%
149	7.56	0.01%	0	0.00%	7.56	0.00%
241	0	0.00%	3.78	0.00%	3.78	0.00%
187	3.78	0.00%	0	0.00%	3.78	0.00%
61	3.78	0.00%	0	0.00%	3.78	0.00%
62	3.78	0.00%	0	0.00%	3.78	0.00%
109	3.78	0.00%	0	0.00%	3.78	0.00%
Total	119,572.74	100.00%	120,907.08	100.00%	240,479.82	100.00 %

Tabla No. 12.6
Tiempo de producción para la presentación de 3.78 L que conforman el 80% de la producción anual

Producto	L Fiscal 2003	min/L producido	Lotes de 2,079 L	min pesaje	% pesaje	min formulación	% formulación	min empaçado	% empaçado	min limpieza	% limpieza	min de producción
92	24,207.12	0.106	11.64	478.54	6.82%	2,561.60	36.49%	3,631.07	3.45%	349.31	4.98%	7,020.51
197	21,304.08	0.061	10.25	417.79	8.00%	1,300.62	24.91%	3,195.61	61.20%	307.42	5.89%	5,221.43
86	20,211.86	0.106	9.72	366.37	6.29%	2,138.80	36.70%	3,031.75	52.02%	291.65	5.00%	5,828.57
110	16,511.04	0.053	7.94	331.61	8.46%	873.60	22.29%	2,476.66	63.18%	238.25	6.08%	3,920.12
91	14,250.60	0.044	6.85	266.28	8.22%	628.33	19.41%	2,137.59	66.02%	205.64	6.35%	3,237.84
159	12,443.76	0.159	5.99	230.69	5.43%	1,975.20	46.45%	1,866.56	43.90%	179.56	4.22%	4,252.02
143	12,300.12	0.088	5.92	224.73	6.74%	1,084.67	32.55%	1,845.02	55.37%	177.49	5.33%	3,331.90
196	11,415.60	0.079	5.49	208.76	6.98%	906.00	30.28%	1,712.34	57.23%	164.73	5.51%	2,991.82
198	9,563.40	0.053	4.60	175.33	7.78%	506.00	22.45%	1,434.51	63.65%	138.00	6.12%	2,253.84
207	7,790.58	0.079	3.75	134.64	6.62%	618.30	30.40%	1,168.59	57.45%	112.42	5.53%	2,033.94
188	7,147.98	0.072	3.44	130.31	7.15%	515.73	28.32%	1,072.20	58.87%	103.15	5.66%	1,821.38
206	5,416.74	0.057	2.61	100.98	7.78%	307.07	23.64%	812.51	62.56%	78.16	6.02%	1,298.73
328	5,019.84	0.159	2.41	97.95	5.69%	796.80	46.32%	752.98	43.77%	72.44	4.21%	1,720.16
13	4,483.08	0.079	2.16	81.10	6.91%	355.80	30.31%	672.46	57.28%	64.69	5.51%	1,174.05
182	4,105.08	0.079	1.97	73.27	6.82%	325.80	30.33%	615.76	57.33%	59.24	5.52%	1,074.06
122	4,067.28	0.053	1.96	64.86	6.84%	215.20	22.68%	610.09	64.30%	58.69	6.19%	948.84
185	3,761.10	0.079	1.81	84.60	8.45%	298.50	29.80%	564.17	56.33%	54.27	5.42%	1,001.54
191	3,655.26	0.079	1.76	63.67	6.67%	290.10	30.38%	548.29	57.42%	52.75	5.52%	954.81
93	3,371.76	0.072	1.62	59.11	6.90%	243.27	28.39%	505.76	59.03%	48.65	5.68%	856.81
Total	191,026.08		304.70	3,163.96	7.04%	14,212.71	31.63%	25,137.38	55.95%	2,418.22	5.38%	44,932.27

Tabla No. 12.7
Tiempo de producción proyectado para las presentación de 3.78 L que conforman el 80% de la producción anual utilizando la línea de empaçado

Producto	L Fiscal 2003	min/L producido	Lotes de 2,079 L	min pesaje	% pesaje	min formulación	% formulación	min empaçado	% empaçado	min limpieza	% limpieza	min de producción	min reducidos	% de reducción
92	24,207.12	0.11	11.64	478.54	13.18%	2,561.60	70.54%	242.07	6.67%	349.31	9.62%	3,631.52	3,389.00	48.27%
197	21,304.08	0.06	10.25	417.79	18.66%	1,300.62	58.09%	213.04	9.52%	307.42	13.73%	2,238.86	2,982.57	57.12%
86	20,211.66	0.11	9.72	366.37	12.22%	2,138.80	71.32%	202.12	6.74%	291.65	9.73%	2,998.94	2,829.63	48.55%
110	16,511.04	0.05	7.94	331.61	20.62%	873.60	54.31%	165.11	10.26%	238.25	14.81%	1,608.57	2,311.55	58.97%
91	14,250.60	0.04	6.85	266.28	21.43%	628.33	50.56%	142.51	11.47%	205.64	16.55%	1,242.76	1,995.08	61.62%
159	12,443.76	0.16	5.99	230.69	9.19%	1,975.20	78.70%	124.44	4.96%	179.56	7.15%	2,509.89	1,742.13	40.97%
143	12,300.12	0.09	5.92	224.73	13.96%	1,084.67	67.38%	123.00	7.64%	177.49	11.03%	1,609.88	1,722.02	51.68%
196	11,415.60	0.08	5.49	208.76	14.98%	906.00	65.01%	114.16	8.19%	164.73	11.82%	1,393.64	1,598.18	53.42%
198	9,563.40	0.05	4.60	175.33	19.16%	506.00	55.30%	95.63	10.45%	138.00	15.08%	914.96	1,338.88	59.40%
207	7,790.58	0.08	3.75	134.64	14.27%	618.30	65.55%	77.91	8.26%	112.42	11.92%	943.26	1,090.68	53.62%
188	7,147.98	0.07	3.44	130.31	15.88%	515.73	62.84%	71.48	8.71%	103.15	12.57%	820.66	1,000.72	54.94%
206	5,416.74	0.06	2.61	100.98	18.69%	307.07	56.82%	54.17	10.02%	78.16	14.46%	540.38	758.34	58.39%
328	5,019.84	0.16	2.41	97.95	9.63%	796.80	78.32%	50.20	4.93%	72.44	7.12%	1,017.39	702.78	40.86%
13	4,483.08	0.08	2.16	81.10	14.84%	355.80	65.11%	44.83	8.20%	64.69	11.84%	546.42	627.63	53.46%
182	4,105.08	0.08	1.97	73.27	14.67%	325.80	65.24%	41.05	8.22%	59.24	11.86%	499.35	574.71	53.51%
122	4,067.28	0.05	1.96	64.86	17.09%	215.20	56.72%	40.67	10.72%	58.69	15.47%	379.42	569.42	60.01%
185	3,761.10	0.08	1.81	84.60	17.81%	298.50	62.84%	37.61	7.92%	54.27	11.43%	474.99	526.55	52.57%
191	3,655.26	0.08	1.76	63.67	14.37%	290.10	65.48%	36.55	8.25%	52.75	11.90%	443.07	511.74	53.60%
93	3,371.76	0.07	1.62	59.11	15.36%	243.27	63.23%	33.72	8.76%	48.65	12.65%	384.76	472.05	55.09%
Total	191,026.08		14,212.71	3,163.96	14.74%	14,212.71	66.20%	1,675.83	7.81%	2,418.22	11.26%	21,470.72	23,461.55	52.91%

Tabla No. 12.8
Proyección del % de incremento en el volumen de producción
para una reducción de 23,461.55 min en el tiempo de producción
 * solo se calcularon los volúmenes incrementados para los productos
 que conforman en 80% de la producción anual

Producto	Fiscal 2003 (julio 2002 a junio 2003)		Producción en Presentación de 3.78 L			min/L para presentación diferente a 3.78 L	L incrementado	min para la producción del incremento	kg proyectado
	L producidos	L en presentación 3.78 L	Min totales para producción	min actuales	min proyectados				
216	18.90	0.00	3.77			0.20	*	0.00	97.00
55	18.90		3.76			0.20	*	0.00	87.96
131	18.90		3.78			0.20	*	0.00	120.52
161	30.24	30.24	6.05				*	0.00	176.37
76	37.80	37.80	7.18				*	0.00	194.23
292	37.80		6.02			0.16	*	0.00	228.62
200	45.36		8.93	0.00	0.00	0.20	*	0.00	220.90
48	75.60	0.00	14.63			0.19	*	0.00	468.26
8	75.60		15.05			0.20	*	0.00	394.62
274	75.60		14.99			0.20	*	0.00	364.20
287	94.50		18.84			0.20	*	0.00	510.92
128	102.06	45.36	19.82	8.06	5.44	0.21	*	0.00	498.81
31	113.40		22.53			0.20	*	0.00	658.73
27	113.40		22.49			0.20	*	0.00	672.94
74	132.30		23.08			0.17	*	0.00	788.59
78	132.30	18.90	24.92	3.36	2.27	0.19	*	0.00	630.41
315	132.30		26.33			0.20	*	0.00	695.22
119	136.08	98.28	24.19	14.55	9.83	0.26	*	0.00	671.84
140	136.08	136.08	25.04				*	0.00	673.82
101	151.20	0.00	28.70			0.19	*	0.00	706.04
326	151.20	60.48	28.29	10.74	7.26	0.19	*	0.00	881.84
144	151.20		30.06			0.20	*	0.00	768.96

Producto	Fiscal 2003 (julio 2002 a junio 2003)				Producción en Presentación de 3.78 L			min/L para presentación diferente a 3.78 L	L incrementado	min para la producción del incremento	kg proyectado
	L producidos	L en presentación 3.78 L	Min totales para producción	min actuales	min proyectados	min/L proyectados					
130	170.10		30.78				0.18	*	0.00	963.30	
28	170.10		33.73				0.20	*	0.00	877.98	
33	170.10		33.11				0.19	*	0.00	992.07	
12	177.66	139.86	34.32	20.70	13.99	0.10	0.36	*	0.00	750.18	
319	207.90		41.58				0.20	*	0.00	1,212.53	
175	207.90		41.37				0.20	*	0.00	1,081.58	
286	226.80		43.92				0.19	*	0.00	1,255.30	
251	226.80		44.18				0.19	*	0.00	1,162.71	
228	245.70	226.80	46.95	33.57	22.68	0.10	0.71	*	0.00	1,289.69	
5	245.70		47.46				0.19	*	0.00	1,792.67	
11	284.60		51.29				0.19	*	0.00	1,543.22	
307	283.50		55.77				0.20	*	0.00	1,603.85	
192	294.84	162.54	58.73	28.87	19.50	0.12	0.23	*	0.00	1,477.16	
168	302.40		59.93				0.20	*	0.00	1,830.70	
62	306.18	3.78	61.09	0.67	0.45	0.12	0.20	*	0.00	1,837.51	
167	321.30		58.24				0.18	*	0.00	1,797.08	
88	336.42	336.42	66.34			0.20		*	0.00	1,962.09	
219	340.20		67.33				0.20	*	0.00	1,785.73	
290	359.10		71.44				0.20	*	0.00	2,033.63	
234	378.00	75.60	74.91	13.43	9.07	0.12	0.20	*	0.00	1,906.98	
60	378.00	0.00	69.48				0.18	*	0.00	2,574.09	
157	396.90		78.90				0.20	*	0.00	2,314.83	
320	415.80		81.46				0.20	*	0.00	1,966.48	
311	415.80		81.71				0.20	*	0.00	2,012.80	
166	453.60		88.23				0.20	*	0.00	3,029.12	
150	453.60		90.04				0.19	*	0.00	1,928.58	
312	453.60		86.50				0.19	*	0.00	2,010.60	
135	453.60		89.99				0.20	*	0.00	2,701.08	
129	457.38	173.88	90.50	30.88	20.87	0.12	0.21	*	0.00	2,667.57	
113	476.28	362.88	91.61	53.71	36.29	0.10	0.33	*	0.00	2,500.02	
317	491.40		97.43				0.20	*	0.00	2,499.13	
262	491.40		98.28				0.20	*	0.00	2,800.06	
318	510.30		101.23				0.20	*	0.00	2,550.61	
289	529.20		105.35				0.20	*	0.00	3,294.84	

Producto	Fiscal 2003 (julio 2002 a junio 2003)				Producción en Presentación de 3.78 L				min/L para presentación diferente a 3.78 L	L incrementado	min para la producción del incremento	kg proyectado
	L producidos	L en presentación 3.78 L	Min totales para producción	min actuales	min proyectados	min/L proyectados	min/L para presentación diferente a 3.78 L	min/L para presentación diferente a 3.78 L				
241	532.98	3.78	106.60	0.84	0.57	0.15	0.20	0.00	*	0.00	2,797.64	
121	544.32	506.52	107.24	74.96	50.65	0.10	0.85	0.00	*	0.00	2,634.40	
247	567.00	0.00	104.80				0.18	0.00	*	0.00	3,098.57	
72	567.00		111.40				0.20	0.00	*	0.00	2,721.58	
227	585.90	56.70	113.64	12.59	8.51	0.15	0.19	0.00	*	0.00	3,391.36	
25	623.70		122.38				0.20	0.00	*	0.00	3,161.17	
309	623.70		123.02				0.20	0.00	*	0.00	3,095.59	
226	642.60		124.69				0.19	0.00	*	0.00	3,073.21	
36	642.60		126.86				0.20	0.00	*	0.00	3,178.15	
108	657.72	619.92	127.78	91.75	61.99	0.10	0.95	0.00	*	0.00	3,836.00	
256	680.40		132.99				0.20	0.00	*	0.00	3,523.83	
269	699.30		139.40				0.20	0.00	*	0.00	3,789.25	
221	714.42	15.12	139.54	3.36	2.27	0.15	0.19	0.00	*	0.00	3,529.19	
148	752.22	34.02	142.94	7.55	5.10	0.15	0.19	0.00	*	0.00	2,816.55	
75	752.22	332.64	149.31	73.85	49.90	0.15	0.18	0.00	*	0.00	3,702.76	
172	774.90		148.97				0.19	0.00	*	0.00	3,981.62	
222	812.70		158.20				0.19	0.00	*	0.00	4,152.14	
169	824.04	181.44	164.22	40.28	27.22	0.15	0.19	0.00	*	0.00	4,325.43	
59	831.60		161.01				0.19	0.00	*	0.00	4,874.23	
123	854.28	797.58	165.83	118.04	79.76	0.10	0.84	0.00	*	0.00	4,060.65	
46	869.40		170.49				0.20	0.00	*	0.00	4,228.86	
225	876.96	725.76	174.81	161.12	108.86	0.15	0.09	0.00	*	0.00	4,419.08	
280	886.30		176.59				0.20	0.00	*	0.00	4,755.98	
156	907.20		176.57				0.19	0.00	*	0.00	4,418.02	
6	907.20		174.01				0.19	0.00	*	0.00	6,574.96	
111	907.20		179.65				0.20	0.00	*	0.00	4,354.53	
26	945.00		185.17				0.20	0.00	*	0.00	6,349.25	
107	971.46	45.36	191.23	10.07	6.80	0.15	0.20	0.00	*	0.00	4,872.61	
34	1,020.60		200.41				0.20	0.00	*	0.00	5,357.18	
22	1,039.50		205.81				0.20	0.00	*	0.00	5,232.07	
306	1,039.50		207.90				0.20	0.00	*	0.00	6,105.09	
165	1,099.98	778.68	216.83	172.87	116.80	0.15	0.14	0.00	*	0.00	5,318.35	
152	1,115.10	0.00	222.21				0.20	0.00	*	0.00	4,988.24	
2	1,115.10		214.13				0.19	0.00	*	0.00	5,749.42	

24

Producto	Fiscal 2003 (julio 2002 a junio 2003)			Producción en Presentación de 3.78 L				L	min para la producción del incremento	kg proyectado
	L producidos	L en presentación 3.78 L	Min totales para producción	min actuales	min proyectados	min/L proyectados	min/L para presentación diferente a 3.78 L			
316	1,115.10		222.61					0.20	0.00	6,503.57
239	1,239.84	446.04	246.20	99.02	66.91	0.15		0.19	0.00	6,398.60
137	1,258.74	1,050.84	245.29	233.29	157.63	0.15		0.06	0.00	6,225.44
245	1,281.42	393.12	252.44	87.27	58.97	0.15		0.19	0.00	5,844.35
69	1,304.10	0.00	254.89					0.20	0.00	7,986.16
202	1,307.88	120.96	254.51	26.85	18.14	0.15		0.19	0.00	6,498.98
324	1,323.00		263.09					0.20	0.00	6,304.05
310	1,341.90	0.00	536.22					0.40	0.00	6,910.65
230	1,341.90		268.14					0.20	0.00	8,890.71
218	1,360.80		237.01					0.17	0.00	8,166.72
81	1,398.60	0.00	270.15					0.19	0.00	6,484.83
18	1,398.60		279.72					0.20	0.00	6,713.23
66	1,436.40		284.91					0.20	0.00	8,101.02
183	1,436.40	567.00	286.58	125.87	85.05	0.15		0.18	0.00	6,676.85
95	1,474.20		290.06					0.20	0.00	7,660.76
244	1,493.10		284.11					0.19	0.00	7,497.73
104	1,546.02	15.12	306.54	3.36	2.27	0.15		0.20	0.00	7,444.82
299	1,625.40		321.07					0.20	0.00	7,726.02
124	1,682.10		323.10					0.19	0.00	10,330.42
285	1,738.80		330.78					0.19	0.00	9,167.61
187	1,769.04	3.78	348.52	0.84	0.57	0.15		0.20	0.00	8,491.79
41	1,814.40		362.88					0.20	0.00	10,645.57
73	1,852.20		338.82					0.18	0.00	10,543.28
220	1,871.10		361.61					0.19	0.00	9,101.25
29	1,890.00		378.00					0.20	0.00	11,386.76
125	2,079.00		407.94					0.20	0.00	12,137.43
279	2,086.56	64.26	1,011.94	14.27	9.64	0.15		0.49	0.00	11,183.67
199	2,158.38	1,950.48	392.43	288.67	195.05	0.10		0.50	0.00	10,334.97
114	2,162.16	1,916.46	424.57	283.64	191.65	0.10		0.57	0.00	10,411.83
267	2,173.50		417.31					0.19	0.00	11,104.57
253	2,192.40		432.93					0.20	0.00	12,262.43
217	2,199.96	1,338.12	435.59	297.06	200.72	0.15		0.16	0.00	19,425.79
116	2,268.00	1,965.60	446.88	436.36	294.84	0.15		0.03	0.00	10,921.50
258	2,286.90		442.16					0.19	0.00	12,684.28

Producto	Fiscal 2003 (julio 2002 a junio 2003)				Producción en Presentación de 3.78 L				min/L para presentación diferente a 3.78 L	L incrementado	min para la producción del incremento	kg proyectado
	L producidos	L en presentación 3.78 L	Mín totales para producción	min actuales	min proyectados	min/L proyectados	min/L	min/L				
254	2,305.80	56.70	461.16	12.59	8.51	0.15	0.20	0.00	12,103.25			
278	2,324.70		458.64				0.20	0.00	13,205.77			
21	2,438.10		487.62				0.20	0.00	11,589.03			
1	2,494.80		492.68				0.20	0.00	15,568.89			
204	2,494.80		485.45				0.19	0.00	16,267.30			
195	2,513.70	1,152.90	498.62	255.94	172.94	0.15	0.18	0.00	12,483.70			
266	2,551.50		496.87				0.19	0.00	13,392.95			
136	2,600.64	740.88	1,254.72	164.48	111.13	0.15	0.59	0.00	13,256.52			
65	2,627.10		520.11				0.20	0.00	13,927.67			
284	2,646.00		511.94				0.19	0.00	13,472.31			
151	2,683.80		482.76				0.18	0.00	10,283.80			
180	2,714.04	404.46	844.12	89.79	60.67	0.15	0.33	0.00	14,990.09			
132	2,967.30	0.00	577.70				0.19	0.00	22,792.15			
37	3,005.10		599.16				0.20	0.00	14,424.37			
224	3,027.78	2,989.98	589.06	575.27	388.70	0.13	0.36	0.00	15,045.34			
77	3,110.94	521.64	611.18	115.80	78.25	0.15	0.19	0.00	15,434.62			
246	3,118.50		623.70				0.20	0.00	14,404.86			
58	3,213.00	75.60	639.25	16.78	11.34	0.15	0.20	0.00	19,676.06			
149	3,239.46	7.56	646.76	1.68	1.13	0.15	0.20	0.00	13,527.69			
106	3,288.60	321.30	1,245.94	71.33	48.20	0.15	0.40	0.00	18,316.92			
35	3,307.50		639.45				0.19	0.00	18,662.16			
208	3,360.42	15.12	669.88	3.36	2.27	0.15	0.20	0.00	17,293.52			
288	3,477.60		695.52				0.20	0.00	18,700.30			
191	3,655.26	3,655.26	721.72	954.81	443.07	0.12	0.20	0.00	18,142.03			
275	3,666.60		718.04				0.20	0.00	16,722.77			
210	3,817.80		726.80				0.19	0.00	20,055.85			
297	3,893.40	170.10	1,143.69	37.76	25.52	0.15	0.30	0.00	18,620.05			
298	3,912.30	18.90	1,691.79	4.20	2.84	0.15	0.43	0.00	18,847.35			
260	3,987.90		786.35				0.20	0.00	21,351.33			
122	4,067.28	4,067.28	1,646.32	948.84	379.42	0.09	0.20	0.00	19,333.02			
9	4,135.32	128.52	827.06	28.53	19.28	0.15	0.20	0.00	19,921.74			
89	4,150.44	578.34	1,351.58	128.39	86.75	0.15	0.34	0.00	20,236.64			
215	4,158.00	0.00	815.45				0.20	0.00	19,012.47			
177	4,305.42	90.72	839.56	20.14	13.61	0.15	0.19	417.15	22,731.96			

Producto	Fiscal 2003 (julio 2002 a junio 2003)			Producción en Presentación de 3.78 L			min/L para presentación diferente a 3.78 L	L incrementado	min para la producción del incremento	kg proyectado
	L producidos	L en presentación 3.78 L	Min totales para producción	min actuales	min proyectados	min/L proyectados				
138	4,309.20	2,816.10	861.84	625.17	422.42	0.15	0.16	340.43	105.02	24,406.11
205	4,309.20		852.24				0.20	340.43	67.33	23,240.04
233	4,483.08	2,404.08	1,922.41	533.71	360.61	0.15	0.67	354.16	289.69	27,563.25
13	4,483.08	4,483.08	1,631.28	1,174.05	546.42	0.12		354.16	43.17	24,093.16
85	4,551.12	903.42	906.93	200.56	135.51	0.15	0.19	359.54	123.55	25,547.16
109	4,596.48	3.78	916.64	0.84	0.57	0.15	0.20	363.12	126.88	19,438.11
248	4,611.60		897.39				0.19	364.32	70.89	29,431.39
194	4,626.72	922.32	912.49	204.76	138.35	0.15	0.19	365.51	124.66	24,258.51
249	4,687.20		899.94				0.19	370.29	71.10	29,496.67
160	4,819.50	0.00	1,993.84				0.41	380.74	157.51	25,840.51
61	4,898.88	3.78	962.74	0.84	0.57	0.15	0.20	387.01	134.10	22,574.43
296	4,989.60		950.40				0.19	394.18	75.08	27,380.52
328	5,019.84	5,019.84	984.94	1,720.16	1,017.39	0.20		396.57	80.37	26,251.27
282	5,254.20		1,003.07				0.19	415.08	79.24	32,271.26
40	5,348.70		1,038.28				0.19	422.55	82.02	34,837.58
300	5,537.70		1,074.31				0.19	437.48	84.87	31,398.84
295	5,666.22	336.42	2,529.22	74.69	50.46	0.15	0.46	447.63	273.29	32,876.37
98	5,908.14	597.24	1,116.66	132.59	89.59	0.15	0.20	466.74	156.50	31,491.52
94	6,218.10		1,229.41				0.20	491.23	97.12	35,217.59
103	6,308.82	109.62	3,068.54	24.34	16.44	0.15	0.49	498.40	319.50	32,356.77
190	6,331.50		1,266.30				0.20	500.19	100.04	40,540.77
268	6,388.20		1,248.27				0.20	504.67	98.61	34,412.14
265	6,558.30		1,311.66				0.20	518.11	103.62	40,735.01
133	6,762.42	279.72	2,656.02	62.10	41.96	0.15	0.40	534.23	293.90	46,139.30
229	6,785.10	18.90	1,357.02	4.20	2.84	0.15	0.20	536.02	187.58	43,806.97
209	6,826.68	268.38	3,300.47	59.58	40.26	0.15	0.49	539.31	347.40	33,595.09
99	7,110.18	3,216.78	2,139.25	714.13	482.52	0.15	0.37	561.70	289.86	41,657.17
272	8,164.80		1,632.96				0.20	645.02	129.00	41,002.27
56	8,202.60		1,632.59				0.20	648.01	128.97	59,516.90
283	8,278.20		1,655.64				0.20	653.98	130.80	50,427.88
212	8,410.50		1,668.20				0.20	664.43	131.79	36,202.40
164	8,641.08	684.18	1,669.96	151.89	102.63	0.15	0.19	682.65	232.64	44,427.26
83	8,807.40	1,024.38	3,898.15	227.41	153.66	0.15	0.47	695.78	432.52	46,058.33
293	8,901.90		1,696.60				0.19	703.25	134.03	49,241.47

Producto	Fiscal 2003 (julio 2002 a junio 2003)					Producción en Presentación de 3.78 L					min/L para presentación diferente a 3.78 L	L incrementado	min para la producción del incremento	kg proyectado
	L producidos	L en presentación 3.78 L	Min totales para producción	min actuales	min proyectados	min/L proyectados	min/L	min/L para presentación diferente a 3.78 L	L incrementado	min para la producción del incremento				
302	9,147.60	170.10	3,305.32	37.76	25.52	0.15	0.36	722.66	371.43	52,327.56				
303	9,336.60	18.90	2,940.62	4.20	2.84	0.15	0.32	737.59	343.09	49,354.58				
139	9,434.88	665.28	4,848.38	147.69	99.79	0.15	0.54	745.36	511.33	48,508.50				
153	9,941.40		1,988.28				0.20	785.37	157.07	54,553.61				
182	10,266.48	4,105.08	3,285.20	1,074.06	499.35	0.12	0.36	811.05	389.72	57,435.81				
198	10,319.40	9,563.40	3,212.13	2,253.84	914.96	0.10	1.27	815.23	1,111.36	58,576.10				
250	10,659.60		2,025.32				0.19	842.11	160.00	64,330.80				
179	10,746.54	11.34	2,303.66	2.52	1.70	0.15	0.21	848.98	309.33	67,898.76				
186	11,173.68	665.28	3,321.68	147.69	99.79	0.15	0.30	882.72	399.03	58,995.33				
196	11,547.90	11,415.60	3,416.70	2,991.82	1,393.64	0.12		912.28	111.37	55,666.16				
270	11,869.20		2,136.46				0.18	937.67	168.78	70,659.74				
188	11,948.58	7,147.98	4,005.88	1,821.38	820.66	0.11	0.46	943.94	537.91	63,462.65				
143	12,300.12	12,300.12	3,367.00	3,331.90	1,609.88	0.13		971.71	127.18	63,162.45				
181	12,330.36	1,840.86	5,441.08	408.67	276.13	0.15	0.48	974.10	613.45	69,835.74				
159	12,443.76	12,443.76	3,050.50	4,252.02	2,509.89	0.20		983.06	198.28	66,954.10				
185	12,549.78	3,761.10	2,467.05	1,001.54	474.99	0.13	0.17	991.43	290.53	59,384.83				
276	12,587.40		2,517.48				0.20	994.40	198.88	65,429.79				
30	12,663.00	0.00	3,161.36				0.25	1,000.38	249.75	61,121.14				
70	13,702.50	0.00	5,708.41				0.42	1,082.50	450.96	82,091.12				
173	13,770.54	49.14	4,264.56	10.91	7.37	0.15		1,087.87	500.42	57,801.12				
193	14,193.90	585.90	3,323.20	130.07	87.89	0.15	0.23	1,121.32	431.32	86,910.86				
91	14,250.60	14,250.60	3,671.99	3,237.84	1,242.76	0.09		1,125.80	98.18	76,586.19				
238	14,322.42	1,527.12	5,298.72	339.02	229.07	0.15	0.39	1,131.47	608.30	76,431.38				
206	16,416.54	5,416.74	4,062.57	1,298.73	540.38	0.10	0.25	1,296.91	455.25	86,160.29				
110	16,511.04	16,511.04	4,305.34	3,920.12	1,608.57	0.10		1,304.37	127.08	94,968.61				
207	16,597.98	7,790.58	5,297.41	2,033.94	943.26	0.12	0.37	1,311.24	644.62	87,843.71				
57	18,314.10		3,255.84				0.18	1,446.81	257.21	130,348.98				
93	19,928.16	3,371.76	9,754.29	856.81	384.76	0.11	0.54	1,574.32	1,025.70	113,745.42				
197	21,304.08	21,304.08	5,644.43	5,221.43	2,238.86	0.11		1,683.02	176.87	118,515.32				
203	21,814.38	2,044.98	4,129.00	363.19	245.40	0.12	0.19	1,723.34	535.07	114,490.22				
86	23,163.84	20,211.66	7,623.53	5,828.57	2,998.94	0.15	0.61	1,829.94	1,384.15	119,386.14				
92	24,207.12	24,207.12	7,700.70	7,020.51	3,631.52	0.15		1,912.36	266.89	125,829.54				
301	24,929.10		3,116.14				0.13	1,969.40	246.17	136,798.88				
174	31,298.40	0.00	13,212.00				0.42	2,472.57	1,043.75	171,750.52				

Producto	Fiscal 2003 (julio 2002 a junio 2003)		Producción en Presentación de 3.78 L			min/L para presentación diferente a 3.78 L	L incrementado	min para la producción del incremento	kg proyectado
	L producidos	L en presentación 3.78 L	Min totales para producción	min actuales	min proyectados				
189	34,594.56	3,050.46	15,874.45	677.20	457.57	0.48	2,732.97	1,726.63	191,797.60
294	36,420.30		7,284.06			0.20	2,877.20	575.44	192,752.03
184	40,982.76	2,124.36	8,675.12	471.61	318.65	0.21	3,237.64	1,169.15	225,151.53
Total	1,031,932.62	240,479.82	277,670.42	61,108.02	31,067.41		65,498.13	23,461.55	5,633,698.73
						% incrementado	7.90%		