

## VII. RESULTADOS

### A. Análisis modular

En la actualidad se manufacturan alrededor de 125 productos diferentes mensualmente, los cuales pueden agruparse primeramente por la similitud que presentan en su forma cosmética. Por ejemplo los rinses, cremas líquidas y cremas sólidas pertenecen a una misma forma cosmética denominada emulsión. Estos grupos los denominamos grupos genéricos de productos.

Tabla 8  
Primera clasificación de productos: Grupos genéricos

Grupo genérico	Productos
Hidroalcoholes	Colonias con sus diferentes contenidos de perfume ( <i>Eu toilet, Eu perfum, Eu cologne</i> ) Soluciones fijadoras del cabello ( <i>hair sprays</i> ).
Emulsiones	Cremas sólidas para manos Cremas líquidas para manos y cuerpo Cremas limpiadoras y de tratamiento Bronceadores en crema Crema líquida para desodorantes en bola ( <i>rollon</i> ) Cremas fijadoras para el cabello Cremas de enjuague para el cabello ( <i>rinses</i> )
Champúes	Champú para los diferentes tipos de cabello Champú medicados
Geles	Geles tratamiento Geles fijadoras
Varios	Aceites Tónicos Soluciones fijadoras del cabello Otros
Mezcla de sólidos (polvos)	Talcos desodorantes Talcos antitranspirantes
Etiquetados	Productos que solamente se etiquetan

Los grupos genéricos de productos pueden clasificarse con base en la similitud en los procesos de fabricación o empaque, materiales y equipo utilizados. Por ejemplo una crema (emulsión) y un champú, son dos grupos genéricos distintos porque hay tanta diversidad de cremas como de champúes, ambos

pertenecen a una misma línea de empaque debido a que en el proceso de empaque de ambos productos se utiliza el mismo equipo, y pertenece a distinto módulo de fabricación.

1. **Módulos de fabricación.** En fabricación se distinguen seis módulos de proceso. En el apéndice B Tabla III, se describe de forma general el proceso de fabricación de cada grupo genérico y así como el diagrama de operaciones (Diagramas de I a VI).

Tabla 9  
Módulos de fabricación

Módulo	Grupo Genérico
Módulo A	Hidroalcoholes (colonias, aguas de colonia, fijadores de cabello, espumas, desodorantes en aerosol)
Módulo B	Emulsiones (cremas bases y cremas varias, <i>rinses, rollones</i> )
Módulo C	Geles
Módulo D	Champúes
Módulo E	Mezcla de sólidos (talcos)
Módulo F	Mezclas líquidas y varios

2. **Líneas de empaque.** En general todas las líneas de empaque son muy similares, todas las actividades de empaque se realizan sobre una faja transportadora de tipo banda sin fin, las operaciones son básicamente manuales, en algunos casos se utiliza equipo semiautomático como taponadoras, llenadoras, codificadores, en donde es esencial la velocidad del operador. El número de personas que se utiliza en cada línea de empaque varía conforme a la complejidad en las operaciones de llenado y etiquetado. En el área de empaque se distinguen cuatro líneas. En el apéndice C se describe para cada módulo el diagrama de operaciones (Diagramas VII a IX).

Tabla 10  
Líneas de empaque

Línea	Grupo genérico
Línea A	Colonias
Línea B	Emulsiones Champúes Geles Varios
Línea C	Talcos
Línea D	Etiquetados

## B. Análisis de mercado

1. **Área de estudio.** El área analizada es la República de Guatemala. Se obtuvo información general sobre el mercado salvadoreño gracias a un estudio realizado por una empresa privada.
2. **Mercado actual.** El consumo de productos de cuidado personal en la modalidad de venta por catálogo se enfoca básicamente a la población femenina. Aunque existen muchos productos destinados para hombres y para la familia en general, es la mujer la que en la mayoría de los casos, los solicita y adquiere, además en la mayoría de los hogares es la mujer quien se encarga de la organización y distribución del presupuesto familiar.

Potencialmente es la población femenina económicamente activa la que tiene acceso a este tipo de productos, el mercado es mayor si se toma en cuenta que en la actualidad, en muchos hogares urbanos, la mujer se ocupa como ama de casa y no forma parte de la población económicamente activa, pero tiene poder adquisitivo. Al respecto, en las Tablas 11 y 12 se muestra información demográfica sobre Guatemala y El Salvador.

Tabla 11  
Datos poblacionales de Guatemala

Descripción	Cantidad
Población total	10,553,326
Población urbana	4,189,670
Población rural	6,363,656
Población total masculina	5,171,130
Población total femenina	5,382,196
Edad promedio (años)	17
Población económicamente activa (de 15 a 64 años)	5,396,971
Población económicamente activa femenina	2,752,455
Población económicamente activa femenina urbana	1,092,725

(Encuesta nacional de ingresos y gastos familiares de 1998 a 1999)

Tabla 12  
Datos poblaciones de El Salvador

Descripción	Cantidad
Población total	5,517,000
Población económicamente activa (de 15 a 64 años)	2,758,500

(Almanaque Mundial 1996)

En la modalidad de venta de productos por catálogo, el consumidor tiene acceso a una amplia variedad de productos, algunos de ellos se manufacturan en la empresa mientras que otros solamente se distribuyen. La empresa en estudio manufactura alrededor de 125 productos mensualmente, los que no oferta al mismo tiempo, por lo que la venta es variada de mes a mes y bastante impredecible. Este tipo de venta se ve afectada por muchos factores, primeramente los factores inherentes a los productos, tal como precio, calidad, innovaciones en empaques, formulaciones y materias primas, diversidad. En segundo lugar factores directos al servicio que se presta, tal como el nivel de distribución de los productos que debe ser eficiente y puntual, incentivos o premios a las vendedoras y al consumidor final, crédito, mínimo nivel de productos agotados. Por último se tienen factores independientes pero que inciden en forma directa en la distribución y la venta, tales como el clima, problemas nacionales como huelgas, problemas de transporte, nivel de seguridad o delincuencia de una región, factores de temporalidad como el tipo de mes que se trabaje, estación o festividades propias de un mes y por sobre todo la oferta de la competencia. La demanda de los productos de cuidado personal tiene la característica de ser totalmente elástica con respecto al precio, por lo que la cantidad de unidades vendidas fluctúa de mes a mes dependiendo de la estrategia de ofertas que se manejen.

3. **Posición dentro del mercado.** Actualmente en Guatemala son seis empresas las que compiten activa y significativamente dentro del mercado de venta de productos cosméticos del cuidado personal, por catálogo. La empresa en estudio ocupa la cuarta posición, que equivale al 11% del mercado total, ubicación que ha ganado en los últimos dos años, a través de un permanente crecimiento (Ver Tabla 13).

En el mercado salvadoreño una sola empresa abarca el 80% del total. El 12% se encuentra repartido entre dos empresas y el 10% restante se reparte entre varias empresas pequeñas (Ver Tabla 14).

Tabla 13  
Empresas de venta por catálogo líderes en el mercado guatemalteco

Empresas	Vendedoras	Porcentaje
A	18,000	40.45
B	8,000	17.98
C	5,000	11.24
D	4,500	10.11
E	4,000	8.99
F	3,000	6.74
Varias	2,000	4.49
Total	44,500	100

Tabla 14  
Empresas de venta por catálogo líderes en el mercado salvadoreño

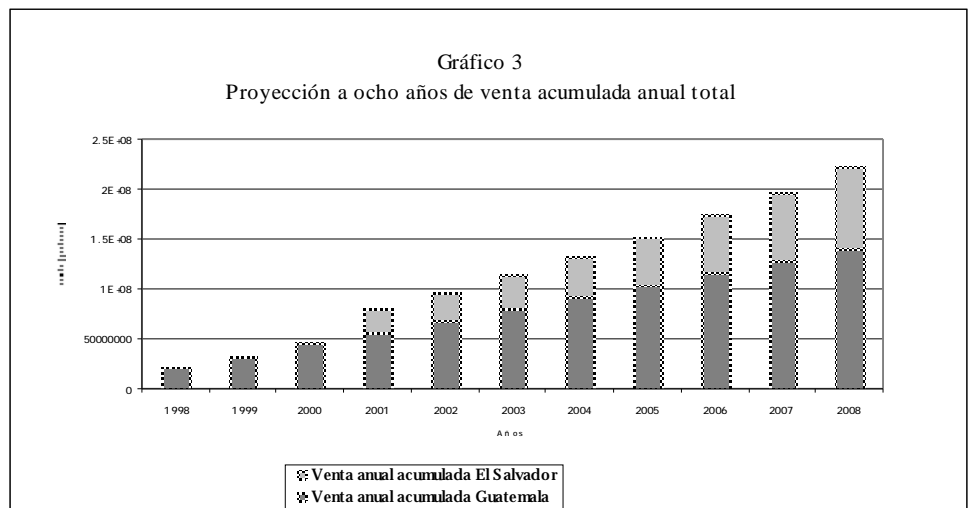
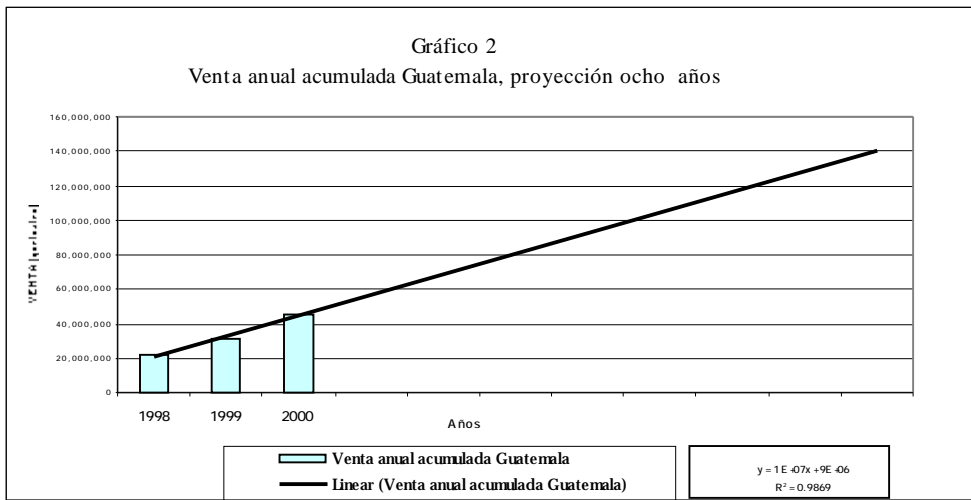
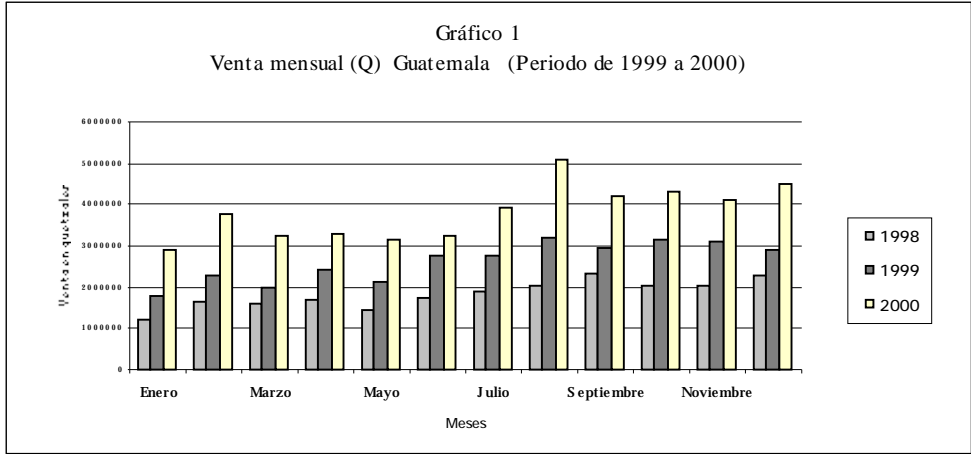
Empresas	Porcentaje
A	80
B	8
'c	4
'd	2
'e	1
'f	1
Varias	4
Total	100

En la modalidad de venta por catálogo, el crecimiento de una empresa depende en gran parte de la estrategia mercadotécnica que se utilice, así como del fortalecimiento de los factores de servicio antes mencionados. Como en todo mercado el lanzamiento de un nuevo producto conlleva visualizar alguna demanda insatisfecha ya sea de calidad o cantidad, identificar nuevos nichos, tener una mayor cobertura en distribución, esto último se refiere a vender en donde nunca antes una empresa de venta de productos por catalogo ha vendido, entre otros.

4. **Vida útil del proyecto.** La empresa en estudio, comenzó a ascender en ventas y ganancias de forma progresiva y casi constante desde hace dos años. Con base en datos del periodo de 1999 a 2000, se asume ocho años de vida útil para este proyecto. En ese lapso, se llegará a un punto máximo o crítico de producción promedio, y a partir de entonces la producción promedio se acercará a la producción pico proyectada para el año 2008. El ciclo de vida de los productos de cuidado personal resulta muy corto, se necesita mucha creatividad, innovación y vanguardismo en empaques, formulaciones, materias primas, entre otros, para mantener los productos en buena posición y competitividad dentro del mercado.

5. **Proyección de venta neta.** Al comparar los datos de venta anual del periodo de 1998 a 2000, se observó un crecimiento anual del 43% en la venta total acumulada en el periodo de 1998 a 1999, del 45% en el periodo de 1999 a 2000. Al extrapolar los datos para el año 2008, en los Gráficos 1 y 2 se observa un crecimiento menos acelerado para los siguientes ocho años, pero igualmente creciente.

De acuerdo a datos obtenidos del departamento de mercadeo, se comenzará a vender en la región de El Salvador en el segundo semestre del año 2001. Para dicha área se espera una venta del 50% de lo vendido en el año 1999 en Guatemala, y un crecimiento anual del 20%, al proyectar estos datos para el periodo de



2001 a 2008, se obtiene que dentro de ocho años el nivel de ventas en El Salvador será de un 58% respecto al nivel de ventas en Guatemala para ese mismo año. En el Gráfico 3 se muestra la venta total acumulada proyectada para el periodo de 2001 a 2008 que ambas regiones, Guatemala y el Salvador. Los niveles de venta van a depender tanto de la estrategia mercadológica que se emplee así como de factores de políticas económicas de ambos países, índices inflacionarios, índices de precios, entre otros.

### C. Localización de la planta

Para el departamento de producción están destinados 330m<sup>2</sup> de terreno plano, dentro de un complejo industrial dedicado a la producción de productos farmacéuticos y cosméticos, ubicado en la zona 18. Se tiene la posibilidad de utilizar 74.8m<sup>2</sup> más, si fuera necesario.

### D. Capacidad de la planta

En las Tablas 15 y 16, y Tablas 18 y 19, se muestran los datos tabulados en kilos producidos (fabricación) como en unidades vendidas (empaqué), durante 10 meses del año 1999 y cuatro meses del año 2000, para los seis módulos de fabricación y las cuatro líneas de empaqué, respectivamente.

Puede observarse claramente dentro de cada grupo genérico, por ejemplo los hidroalcohólicos, las fluctuaciones que se presentan de mes a mes, tanto en fabricación como en empaqué. Se marcó en negrita el mes en que la producción fue más alta, a este mes se le llama mes pico, y a la producción mas alta alcanzada durante el año se le llama producción pico.

Debido a la diversidad de productos que se manufacturan, la capacidad real de la planta en unidades funcionales debe expresarse en términos de horas disponibles de los diversos equipos que se utilizan, lo que será tratado en la sección de equipo. Para la actual sección se tradujo la capacidad real a capacidad en unidades físicas, la que se presenta en las Tablas 17 y 20 para fabricación y empaqué respectivamente.

Para proyectar la capacidad promedio en unidades físicas para el año 2008, se utilizó el método de mínimos cuadrados o extrapolación lineal, con base en la producción promedio tabulada para el año 1999 y 2000, se procedió de igual forma con la producción pico.

Fórmula de regresión lineal:

$$y = y_1 + \frac{x - x_1}{x_2 - x_1} (y_2 - y_1)$$

(1)

en donde,

$$x_1 = 1 \text{ (1999)}$$

$x_2 = 2$  (2000)

$X = 10$  (2008)

Se tienen tres casos en los que la producción promedio del año 1999 es mayor que la del año 2000, estos son fabricación de geles, venta en unidades de champú y geles. Esto se debe posiblemente a que no fueron suficientemente promocionados los productos durante los meses muestreados y por ello no se pueden extrapolar los resultados de igual forma. En estos tres casos la proyección para el año 2008 se trabajó con base en la producción promedio en periodos iguales, es decir, de enero a marzo y agosto de ambos años, en los que se puede observar aumento en producción.

La planta debe ser capaz de cubrir la producción promedio de cada producto dentro de cada mes y mostrar alternativas para poder cubrir los picos de producción que se presenta durante todo el año.

## E. Factores críticos en la capacidad de fabricación y empaque

La capacidad actual en los procesos de fabricación y empaque se muestran en las Tablas 21 y 23 respectivamente (diagramas de operaciones apéndices B y C). El tiempo actual de todo proceso de producción se ve incrementado por la demora en el traslado de materiales de las respectivas bodegas de materia prima y material de empaque a las áreas de fabricación y empaque, debido a que existe una diferencia de alturas entre dichas áreas y no se cuenta con maquinaria adecuada para el traslado de los materiales.

1. **Fabricación de Hidroalcoholes.** El proceso de fabricación actual de hidroalcoholes es totalmente manual, desde el vaciado de los tambos de alcohol hasta el mezclado de la solución final, sin importar el volumen del lote a fabricar.

Debido a la alta demanda de este tipo de productos actualmente, se construye una pipa de alcohol etílico con descarga directa al área de fabricación, el alcohol etílico constituye en promedio un 80% del total de componentes de cada producto hidroalcohólico. Es necesario emplear mezcla mecánica en la fabricación de estas soluciones (ver sección de equipo). Tomando en cuenta los factores anteriores es posible optimizar el proceso de fabricación en un 40%.

2. **Fabricación emulsiones.** Un alto porcentaje de fabricaciones se trabaja como lotes bases, es decir se emulsifica un volumen máximo (1,200 Kg) y luego se separa en tanques según el volumen de los lotes a producir, posteriormente se agregan los activos y fragancias (40°C), y que se mezclan manualmente, es un proceso lento y debido a la viscosidad que posee la crema a esta temperatura (de 6,000 a 15,000 cp - *centipoises*), el proceso no garantiza la homogeneidad del lote fabricado. No se cuenta con suficientes bombas que manejen altas viscosidades para la descarga de las cremas.

Es necesario utilizar tanques con agitadores de áncora incorporados para la última fase de fabricación de cremas varias, así como adquirir la cantidad suficiente de bombas que manejen los distintos rangos de viscosidad (ver sección de equipo). Con ello el proceso de fabricación de cada emulsión puede mejorarse aproximadamente en un 25%.

3. Fabricación champúes, geles y mezcla de líquidos. Uno de los factores críticos que incide en el tiempo de fabricación de los champúes es la calidad de agitación que se provee al proceso. El agitador que se utiliza actualmente no cumple con las especificaciones de dimensiones establecidas, por lo que la mezcla es muy pobre y lenta. Un segundo factor y que es muy importante no sólo en la fabricación de champúes, sino en los procesos de fabricación de geles, mezcla de líquidos y productos varios, es la calidad de agua de fabricación. Como un proceso extra a los análisis de laboratorio y por contar con tuberías un poco viejas, el agua de fabricación se hierve y se enfría antes de iniciar el proceso de fabricación propiamente dicho. Al tomar en cuenta los factores antes mencionados el proceso de fabricación puede mejorar en un 45%.

4. Fabricación mezcla de sólidos (polvos). La extracción es muy deficiente, lo que afecta directamente la productividad del fabricante por no laborar en un ambiente agradable y libre de contaminantes (polvo).

5. Empaque productos línea A. El factor crítico en el empaque de los hidroalcoholes es el llenado y sellado del envase, esto marca la velocidad de la línea. Los hidroalcoholes son los productos líderes y tienden a mantenerse en esta posición. Aún con dos equipos de llenado y sellado semiautomáticos, no será posible cubrir la demanda esperada para el año 2008, se necesita equipo automatizado.

6. Empaque productos línea B. La velocidad de llenado es el factor que determina la capacidad de la línea, en la mayoría de los casos ésta es la deseada, pero la complejidad del proceso de etiquetado, que depende de la cantidad y tipo de etiquetas, colocación de insertos, obturadores, *liners*, entre otros, disminuye en gran porcentaje la capacidad de línea.

7. Empaque productos línea C. La línea de empaque de talcos es totalmente manual. El proceso de etiquetado es el factor crítico en este proceso, debido a que no se cuenta con envases impresos, se utiliza etiqueta de papel. Se trabajan actualmente seis fragancias de talcos con volumen de venta alto. Se tienen tres alternativas para mejorar la capacidad, adquirir una etiquetadora semiautomática, invertir en moldes de envase impresos o bien adquirir maquinaria de llenado automática o semiautomática.

Tabla 15  
Producción mensual en kilos, de enero a octubre de 1999

Meses	(A) Colonias	(B) Rollon	(B) Cremas V	(B) Cremas I	(C) Geles	(D) Champúes	(E) Talco	(F) Varios	Total
Enero	1,478.20	382.01	1,479.80	1,980.50	657.72	2,859.66	540.18	277.68	9,655.75
Febrero	1,124.70	1,349.60	1,972.10	3,132.30	521.82	2,842.30	1,178.60	222.96	12,344.38
Marzo	1,154.50	887.25	1,082.10	3,914.90	629.08	3,052.75	565.00	322.80	11,608.38
Abril	1,565.10	803.19	1,751.80	4,550.00	395.82	2,435.00	655.13	156.48	12,312.52
Mayo	2,629.00	620.63	2,059.20	4,439.80	272.58	2,897.31	1,273.60	186.96	14,379.08
Junio	4,844.00	552.32	1,489.40	1,784.70	1,082.50	2,443.39	965.90	117.24	13,279.45
Julio	2,212.90	1,070.60	1,472.30	7,552.00	600.58	3,660.80	722.97	151.44	17,443.59
Agosto	5,223.20	1,018.30	2,304.20	2,280.50	479.12	2,194.97	1,769.80	219.84	15,489.93
Septiembre	5,779.60	172.38	826.60	5,861.90	727.04	3,527.60	1,244.20	284.16	18,423.48
Octubre	3,359.80	2,456.20	3,529.60	2,571.30	645.66	3,762.10	652.64	527.08	17,504.38
Total	29,371.00	9,312.48	17,967.10	38,067.90	6,011.92	29,675.88	9,568.02	2,466.64	142,440.94
Promedio	2,937.10	931.25	1,796.71	3,806.79	601.19	2,967.59	956.80	246.66	14,244.09
Distribución porcentual	20.62	6.54	12.61	26.73	4.22	20.83	6.72	1.73	100.00
Número de fragancias	33	5	20	15	5	9	18	5	

Tabla 16  
Producción mensual en kilos, de enero a marzo y agosto del año 2000

Meses	(A) Colonias	(B) Rollon	(B) Cremas V	(B) Cremas I	(C) Geles	(D) Champúes	(E) Talco	(F) Varios	Total
Enero	2,232.58	427.11	1,472.10	5,396.20	615.96	2,901.96	470.68	348.52	13,865.11
Febrero	5,388.54	836.93	2,821.20	5,568.00	594.56	3,152.24	742.61	219.71	19,323.79
Marzo	4,820.38	318.50	2,181.40	1,469.50	562.08	3,883.83	547.61	688.26	14,471.56
Agosto	11,224.11	3,815.51	2,058.92	4,933.50	661.50	2,693.93	2,775.07	1,111.30	29,273.84
Total	23,665.61	5,398.05	8,533.62	17,367.20	2,434.10	12,631.96	4,535.97	2,367.79	76,934.30
Promedio	5,916.40	1,349.51	2,133.41	4,341.80	608.53	3,157.99	1,133.99	591.95	19,233.58
Distribución porcentual	30.76	7.02	11.09	22.57	3.16	16.42	5.90	3.08	100.00
Número de fragancias	47	5	23	15	5	9	10	6	

Tabla 17

Producción mensual promedio en kilos, proyectada para el año 2008 y máximo pico esperado

Meses	(A) Colonias	(B) Rollon	(B) Cremas V	(B) Cremas I	(C) Geles	(D) Champúes	(E) Talco	(F) Varios	Total
Fabricación promedio año 1999 (kg)	2,937.10	931.25	1,796.71	3,806.79	601.19	2,967.59	956.80	246.66	14,244.09
Fabricación pico año 1999 (Kg)	5,779.60	2,456.20	3,529.00	7,552.00	1,082.50	3,762.10	1,769.80	527.08	31,830.49
Fabricación promedio año 2000 (kg)	5,916.40	1,349.51	2,133.41	4,341.80	608.53	3,157.99	1,133.99	591.95	19,233.58
Fabricación pico año 2000 (kg)	11,224.11	3,815.51	2,821.20	5,568.00	631.50	3,883.80	2,775.07	1,111.30	31,830.49
Diferencia en fabricación promedio (2000 - 1999)	2,979.30	418.26	336.70	535.01	7.33	190.40	177.19	345.28	4,989.48
Diferencia en fabricación pico (2000 -1999)	5,444.51	1,359.31	-707.80	-1,984.00	-451.00	121.70	1,005.27	584.22	5,372.21
Proyección de fabricación promedio año 2008 Guatemala	29,750.82	4,695.63	4,826.97	8,621.88	900.98	4,681.21	2,551.52	3,354.22	59,383.21
Proyección total de fabricación promedio año 2008	47,006.30	7,419.09	7,626.60	13,622.57	1,423.55	7,396.31	4,031.40	5,299.66	93,825.48
Proyección de pico máximo, año 2008 (Guatemala)	54,780.19	12,384.89	6,037.98	14,996.65	1,622.30	7,000.00	10,817.23	5,785.06	113,424.29
Proyección total de pico máximo año 2008	86,552.70	19,568.12	9,540.01	23,694.70	2,563.23	11,060.00	17,091.22	9,140.39	179,210.38

## Geles

Fabricación promedio cuatro meses de 1999	571.94
Fabricación promedio cuatro meses del 2000	608.50
Proyección a ocho años	900.98

Tabla 18  
Producción mensual en unidades en 1999 (de enero a octubre)

Meses	(a) Colonias	(b) Champúes	(b) Cremas	(b) Varios	(b) Geles	(b) Rollon	© Talco	(d) Etiquetados	Total
Enero	14,782	8,343	18,437	914	6,210	6,138	4,457	9,269	68,550
Febrero	11,247	9,370	27,357	752	4,403	20,817	6,066	6,852	86,864
Marzo	11,545	9,021	21,236	1,474	5,774	13,879	4,802	7,775	75,506
Abril	15,651	7,402	35,779	574	3,898	13,174	5,601	10,358	92,437
Mayo	26,290	10,439	32,334	520	2,201	8,530	7,231	7,953	95,498
Junio	48,440	11,873	24,099	455	7,817	8,562	8,030	7,430	116,706
Julio	22,129	14,290	41,563	598	3,968	17,649	5,582	8,495	114,274
Agosto	52,232	9,370	29,029	1,240	3,251	13,940	10,401	11,267	130,730
Septiembre	57,796	16,506	30,949	2,023	6,083	2,667	11,802	9,460	137,286
Octubre	33,598	12,800	44,663	4,638	5,457	40,723	5,507	6,596	153,982
Total	293,710	109,414	305,446	13,188	49,062	146,079	69,479	85,455	1,071,833
Promedio mensual	29,371	10,941	30,545	1,319	4,906	14,608	6,948	8,546	107,183
Distribución porcentual	27	10	28	1	5	14	6	8	100
Número de fragancias	33	9	15	5	5	5	18	22	

Tabla 19  
Producción mensual en unidades en el 2000 (de enero a marzo y agosto)

Meses	(a) Colonias	(b) Champúes	(b) Cremas	(b) Varios	(b) Geles	(b) Rollon	© Talco	(d) Etiquetados	Total
Enero	30,557	9,268	32,365	2,069	5,416	6,237	3,793	16,711	106,416
Febrero	63,210	11,144	56,490	1,548	4,689	12,547	6,394	18,178	174,200
Marzo	47,064	12,363	30,571	5,468	4,532	4,985	3,941	8,445	117,369
Agosto	98,358	10,121	48,441	12,244	5,562	60,212	26,093	7,192	268,223
Total	239,189	42,896	167,867	21,329	20,199	83,981	40,221	50,526	666,208
Promedio mensual	59,797	10,724	41,967	5,332	5,050	20,995	10,055	12,632	166,552
Distribución porcentual	36	6	25	3	3	13	6	8	100
Número de fragancias	47	9	15	10	5	5	10	18	

Tabla 20

Producción mensual promedio en unidades proyectada para el año 2008 y máximo pico de venta esperado

	(a) Colomias	(b) Champiés	(b) Cremas	(b) Varios	(b) Geles	(b) Rollon	© Talco	(d) Etiquetados	Total
Producción mensual pico 1999 (en unidades)	57,796	16,506	44,662	4,638	7,817	40,723	11,802	11,267	195,211
Producción mensual promedio 1999 (en unidades)	29,371	10,941	30,545	1,319	4,906	14,608	6,948	8,546	107,184
Producción mensual pico 2000 (en unidades)	98,358	12,363	56,490	12,244	5,562	60,212	26,093	18,178	289,500
Producción mensual promedio 2000 (en unidades)	59,797	10,724	41,967	5,332	5,050	20,995	10,055	12,632	166,552
Diferencia en producción mensual pico (2000 - 1999)	40,562	-4,143	11,828	7,606	-2,255	19,489	14,291	6,911	94,289
Diferencia en producción mensual promedio (2000-1999)	30,426	-217	11,422	4,013	144	6,387	3,107	4,086	59,368
Producción mensual promedio esperada 2008 (Guatemala)	303,207	22,058	133,341	37,438	6,172	72,093	34,913	45,316	654,538
Producción mensual promedio total esperada 2008	479,067	34,852	210,678	59,152	9,751	113,907	55,163	71,598	1,034,170
Producción mensual pico esperada 2008 (Guatemala)	422,854	33,278	151,114	73,092	9,833	200,976	140,421	73,466	1,105,034
Producción mensual pico total esperada 2008	668,109	52,578	238,760	115,485	15,537	317,542	221,865	116,076	1,817,780

	Champiés	Geles
Producción promedio 4 meses 1999	9026	4909.5
Producción promedio 4 meses 2000	10474	5049.75
Proyección a 8 años	22058	6171.75

Tabla 21  
Análisis de la necesidad de estaciones de fabricación  
y fabricantes para cubrir la producción promedio proyectada al 2008, con la capacidad actual en procesos de fabricación

Meses	(A) Colonias	(B) Rollon	(B) Cremas V	(B) Cremas I	(C) Geles	(D) Champúes	(E) Talco	(F) Varios	Total
Capacidad máxima (kg) al día ( fabricante / equipo)	700	300	400	400	400	850	200	400	3,650.00
Días necesarios para producción promedio	67.15	24.73	19.07	34.06	3.56	8.70	20.16	13.25	190.67
Días sobrantes (base 22 días)	3X, 1	1X, 3	2.93	1X, 12	18.44	13.30	1.84	8.75	
No. Fabricantes	(3) I, II, III	(2) IV, V	V	(2) VI, VII	(1) VIII	VIII	(1) IX	VIII	8.67

Tabla 22  
Análisis de la necesidad de estaciones de fabricación y fabricantes  
para cubrir la producción promedio proyectada al 2008, al considerar factores críticos en capacidad de fabricación

Meses	(A) Colonias	(B) Rollon	(B) Cremas V	(B) Cremas I	(C) Geles	(D) Champúes	(E) Talco	(F) Varios	Total
Capacidad máxima (kg) en un día ( fabricante / equipo)	1,200	800	800	600	400	1,400	300	400	
Días necesarios para producción promedio	39.17	9.27	9.53	22.70	3.56	5.28	13.44	13.25	116.21
Días sobrantes (base 22 días)	2X	12.73	12.47	1X, 1	18.44	16.72	8.56	8.75	
No. estaciones de fabricación	a, b	c	c	d	e	f	g	e	7.00
No. fabricantes	(2) I, II	(1) V	IV	(2) III, IV	II	IV	IV	V	5.28
Días necesarios para producción pico	72.13	24.46	11.93	39.49	6.41	7.90	56.97	22.85	242.13
Diferencia en días de producción (pico - promedio)	32.96	15.19	2.39	16.79	2.85	2.62	43.53	9.60	125.92

Tabla 23

Análisis de las necesidades de líneas de empaque a la capacidad de empaque actual

	(a) Colonias	(b) Champúes	(b) Cremas	(b) Varios	(b) Geles	(b) Rollon	© Talco	(d) Etiquetados	Total
Capacidad actual promedio (unidades/hora por línea)	1,000	700	1,300	800	1,500	1,200	200	425	
Unidades producidas al días (eficiencia 75%)	6,000	4,200	7,800	4,800	9,000	7,200	1,200	2,550	
Días necesarios por producción promedio	79.84	8.30	27.01	12.32	1.08	15.82	45.97	28.08	218.43
Días sobrantes (base 22 días)	3X, 14	13.70	1X, 5	9.68	20.92	6.18	2X, 2	1X, 6	
Líneas necesarias	a, b, c, d	e	g, h	i	i	h	j	f, e	9.93
Días necesarios por producción pico	111	13	31	24	2	44	185	46	454.78
Diferencia en días de producción (pico - promedio)	32	4	4	12	1	28	139	17	236.35

Tabla 24

Análisis de las necesidades de líneas de empaque al mejorar la capacidad de empaque

	(a) Colonias	(b) Champúes	(b) Cremas	(b) Varios	(b) Geles	(b) Rollon	© Talco	(d) Etiquetados	Total
Capacidad actual promedio (unidades/hora por línea)	1,200	1,000	1,200	1,000	1,500	1,500	500	1,000	
Unidades producidas al días (eficiencia 75%)	7,200	6,000	7,200	6,000	9,000	9,000	3,000	6,000	
Días necesarios por producción promedio	66.54	5.81	29.26	9.86	1.08	12.66	18.39	11.93	156
Días sobrantes (base 22 días)	3X, 1	16.19	1X, 1	12.14	20.92	9.34	3.61	10.07	
Líneas necesarias	a, b, c	d	e, f	g	g	f	h	d	7.07
Días necesarios por producción pico	92.79	8.76	33.16	19.25	1.73	35.28	73.96	19.35	284
Diferencia en días de producción (pico - promedio)	26	3	4	9	1	23	56	7	

8. **Empaque productos línea D.** Se etiquetan productos importados o maquilados en otras empresas. El factor crítico es el etiquetado en sí que se realiza manualmente, en su mayoría se utiliza etiqueta de papel. Es necesario invertir en una etiquetadora semiautomática, para aumentar la capacidad de este proceso.

En las Tablas 22 y 24 se muestran resultados en capacidad de producción al mejorar los factores críticos antes mencionados con equipo adecuado que se presenta en la sección de equipo.

## F. Equipo

La necesidad de equipo tanto para el área de fabricación como para la de empaque se determinó a partir de:

- Producción promedio proyectada para el año 2008 en fabricación (Tabla 17) y en empaque (Tabla 20)
- Con base en una labor de ocho horas de trabajo,
- Con base en la capacidad promedio y factores críticos en fabricación (Tabla 22) y empaque (Tabla 24)
- Al tomar una eficiencia del 75% en los procesos.
- Al tomar 22 días laborales hábiles por mes
- Si se toma en cuenta el equipo existente (Apéndice C)
- Cada proceso de fabricación se realiza con un solo operario

1. **Equipo para el área de fabricación.** Primeramente, se calculó la razón de producción promedio proyectada para el año 2008 respecto de la capacidad de fabricación de cada módulo de proceso, para dar como resultados los días necesarios de operación en cada módulo. En la Tabla 26 se muestra que es necesario siete estaciones de proceso de la siguiente forma

Tabla 26  
Estaciones necesarias por módulo de fabricación

Módulos	Estaciones
Módulo A	2 (a, b)
Módulo B	2 (c, d)
Módulo C y módulo F	1 (e)
Módulo D	1 (f)
Módulo E	1 (g)

Tabla 25

Análisis de la necesidad de equipo para el área de fabricación

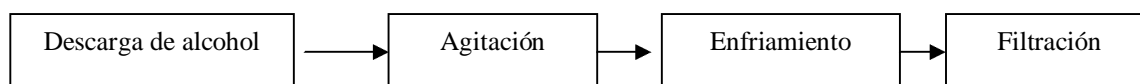
Agrupación	Cantidad existente	Equipo	Estación 1 (hidroalcoholes)	Estación 2 (champués)	Estación 4 (polvos)	Estación 3 (rollones, cremas 1)	Estación 5 (cremas varias, 1,200 kg)	Estación 6 (geles, cremas varias, varios)	Total	Faltante	Tanque con agitador de áncora	Tanque sin agitador
Tanques	1	Tanque de acero inoxidable 200 lt		1				1	2	1		
	2	Tanque de acero inoxidable 500 lt	4			2	2	1	9	7	3	3
	2	Tanque de acero inoxidable 900 lt	2						2	0		
	3	Tanque de acero inoxidable 1,000 lt		1		2	2		5	2	2	
	2	Tanque de acero inoxidable 1,750 lt	2						2	0		
Marmitas	1	Marmita de acero inoxidable 250 kg						1	1	0		
	2	Marmita de acero inoxidable 400 kg				1	1	1	3	1		
	1	Reactor de acero inoxidable 1,200 kg				1	1		2	1		
	1	Marmita de acero inoxidable 1,700 lt		1					1	0		
Mezcladores	1	Homogeneizador						1	1	0		
	1	Agitador neumático 1,000 rpm		1		1	1	1	4	3		
	0	Agitador eléctrico	1	1					2	2		
	1	Enfriador	1						1	0		
	1	Mezclador de cinta 100 kg			1				1	0		
	1	Tamizador			1				1	0		
Bombas	1	Bomba centrífuga (filtración)	1						1	0		
	1	Bomba de viscosidad moderada		1					1	0		

Con base en el listado de equipo actual del área de fabricación (Apéndice D Tabla IV) y al tomar en cuenta los requerimientos de equipo de cada estación de fabricación (Tabla 25), el equipo en el que se debe invertir es el siguiente.

- a. Fabricación de hidroalcoholes. Para fabricar un hidroalcohólico el equipo que se utiliza es el siguiente:
- Dos tanques de acero inoxidable (volumen variable en un rango de 400 a 1,700 lt según sea necesario)
  - Agitador neumático (volumen menor 500 lt), eléctrico contra explosiones (volumen de 1,000lt a 1,750 lt).
  - Enfriador con capacidad de enfriar hasta una temperatura de  $-5^{\circ}\text{C}$ .
  - Una bomba centrífuga de desplazamiento positivo para el proceso de filtración, así como filtros de cartuchos de celulosa.

El proceso de fabricación resumido se presenta en el Gráfico 4 (en el Apéndice B se presenta el proceso de fabricación completo).

Gráfico 4



Es posible trabajar el proceso de fabricación en línea con dos fabricaciones simultáneas, debido que no todos los hidroalcohólicos se enfrían (15%) o se filtran (35%), con lo que se economiza espacio y equipo, para ello necesitan dos áreas de agitación, la primera donde se agiten tanques de volúmenes altos (de 1,700 a 900 lt) y la segunda en donde se agiten tanques de volúmenes menores (de 500 a 100 lt). Se sugiere agitadores fijos a cada área de agitación, pero móviles en cuanto a altura. Con lo anterior es posible tener una sola estación de fabricación de hidroalcohólicos.

Se cuenta con la mayoría del equipo y se necesita invertir en el equipo que se describe en la Tabla 27.

Tabla 27

Inversión en equipo para estación de fabricación de hidroalcohólicos

Cantidad	Descripción	Capacidad	Costo
2	Tanque de acero inoxidable con tapadera, fondo cónico	500 lt	Q 22,000.00
1	Agitador neumático, turbina de tres palas de acero inoxidable (para tanque de 500 lt)		Q 7,200.00

Cantidad	Descripción	Capacidad	Costo
1	Agitador acero inoxidable, turbina de tres palas de acero inoxidable, motor 1.5 HP, variador de velocidad (para tanque de 1,750 lt).		Q25,000.00

b. Fabricación de champúes. Para fabricar cualquier producto del módulo cuatro, se utiliza el equipo el siguiente:

- Una marmita de acero inoxidable, enchaquetada, con capacidad de 1,700 lt, provista de un agitador de palas o hélice que opere a unas 3,500 rpm (revoluciones por minuto).
- Un tanque auxiliar de 200 lt, provisto de un agitador neumático de hélice que se utiliza para fabricar los mucílago y realizar las premezclas.
- Una bomba de desplazamiento positivo que maneje viscosidades de moderadas a altas. Se utiliza para transportar las premezclas hacia la marmita de fabricación, agregar materias primas, muchas de las cuales son bastante viscosas, y transvasar el granel.

El equipo básicamente está completo, en la Tabla 28 se muestra el equipo faltante

Tabla 28  
Inversión en equipo para estación de fabricación de champúes

Cantidad	Descripción	Capacidad	Costo
1	Agitador eléctrico, turbina de 3 palas, de acero inoxidable, motor 1.5 HP, variador de velocidad (para marmita de 1,700 kg)	3,500 rpm	Q25,000.00
1	Tanque de acero inoxidable	200 lt	Q7,000.00

c. Fabricación de polvos. Para fabricar cualquier producto del módulo cinco, se utiliza

- Mezclador de cinta capacidad 100 kg
- Tamizador de rodos con tamiz *mesh* 30.

El equipo está completo.

d. Fabricación de emulsiones. El equipo que se utiliza para realizar una emulsión se describe a continuación:

- Un reactor de acero inoxidable, enchaquetado, con capacidad de 1,200 lt, provisto de un agitador de áncora, y una turbina
- Una marmita auxiliar de acero inoxidable, enchaquetada, con capacidad de 450 lt, provista de un agitador neumático de 2,000 rpm.

- Una bomba de desplazamiento positivo, de acero inoxidable, que pueda operar a alta temperatura (de 60 a 75 °C), y pueda manejar de moderadas a altas viscosidades. Debido que la altura del recinto de estas dos estaciones es poca (2.5m) debe invertirse en bombas de alta viscosidad y alta temperatura para el traspaso de las fases, ya que no podrá utilizarse la gravedad.
- Dos tanques de acero inoxidable, provistos de agitador de áncora, para poder trasvasar las cremas bases, agregarle los activos y agitar hasta garantizar homogenización.

Durante el proceso de fabricación de emulsiones, la marmita de 450lt se utiliza únicamente como marmita auxiliar en donde se funde la fase oleosa, operación que se lleva a cabo en aproximadamente 1.10 horas, luego esta marmita queda ociosa. Se sugiere una sola estación de fabricación de emulsiones en donde se utilice una sola marmita auxiliar que abastezca a dos reactores de 1,200 lt.

Se necesita invertir en el equipo que se describe en la Tabla 29.

Tabla 29  
Inversión en equipo para estación de fabricación de emulsiones

Cantidad	Descripción	Capacidad	Costo
1	Reactor enchaquetado de acero inoxidable con agitador eléctrico de doble áncora	800 – 1,200 kg	Q173,000.00
2	Bomba marca Aro, para alta temperatura y viscosidad de moderada a alta	Hasta 185°F (85°C), de moderada a alta viscosidad	Q85,000.00
1	Agitador neumático (P/450 lt)		Q7,200.00
2	Tanque acero inoxidable, agitador de áncora motor 1.5 Hp.	500 lt	Q96,500.00
2	Tanque acero inoxidable, agitador áncora, motor 1.5 HP (caballos de fuerza)	1,000 lt	Q146,000.00

- e. Fabricación de productos varios. Para fabricar los productos del módulo tres, emulsiones pequeñas, mezclas de líquidos, geles, el equipo que se utiliza es el siguiente:
- Una marmita de acero inoxidable, enchaquetada, con capacidad de 450 lt, provista de un agitador de áncora.
  - Un homogeneizador

- Una marmita auxiliar, de acero inoxidable, enchaquetada, con capacidad de 250 lt, provista de un agitador neumático.
- Una bomba de desplazamiento positivo, de acero inoxidable, que pueda operar a alta temperatura (de 60 a 75 °C), y pueda manejar de moderadas a altas viscosidades. Debido a que la altura del recinto de estas dos estaciones es poca (2.5 m) debe invertirse en bombas de alta viscosidad y alta temperatura para el traspaso de las fases, ya que no podrá utilizarse la gravedad.

Debe invertirse en el equipo que se describe en la Tabla 30.

Tabla 30

Inversión en equipo para estación de fabricación de productos varios

Cantidad	Descripción	Capacidad	Costo
1	Agitador neumático para marmita de 250 kg		Q4,750.00
1	Bomba marca Aro, alta temperatura viscosidad de moderada y alta.	Temperatura de 75°C	Q 42,500. 00

Al invertir en el equipo antes mencionado se tienen seis estaciones de fabricación completas, cuya capacidad sobrepasa la proyección de producción promedio para el año 2008, esto no es capacidad ociosa, debido a que en cada mes, son diferentes los productos que se ofertan y por lo tanto diferentes los picos de producción.

Cuando se tiene un pico en fabricación de hidroalcohólicos, no se incrementa la necesidad de fabricantes sino que se incrementa el volumen de producción. Cuando se presentan picos en emulsiones, en el área de varios pueden fabricarse pequeño volúmenes y trabajar en el área de emulsiones las fabricaciones de mayores volúmenes. En caso de pico en fabricación de varios, puede utilizarse el área de champús cuando el volumen así lo requiera. Con lo anterior, se observa la flexibilidad en el equipo debido a que los procesos son bastante parecidos.

2. **Equipo para el área de empaque.** El proceso de empaque en las diferentes líneas se realiza de forma manual, con ayuda de maquinaria semiautomática. Para determinar la necesidad de equipo, primeramente se calculó la razón de producción promedio proyectada para el año 2008 con respecto a la capacidad de empaque de cada línea, dando como resultados los días y líneas de empaque necesarios para cubrir dicha producción (ver Tabla 24). Las líneas necesarias de acuerdo a los resultados se muestran en la Tabla 31.

Tabla 31  
Líneas de empaque necesarias

Línea	Número de líneas necesarias
Línea A	3 (a, b, c)
Línea B	2 (c, d)
Línea C	1 (e)
Línea D	1 (f)

Con base al listado de equipo actual del área de fabricación y tomando en cuenta los requerimientos de equipo de cada línea de empaque, el equipo que se requiere se muestra en la última columna de la Tabla 32

Tabla 32  
Análisis de la necesidad de equipo nuevo para el área de empaque

Equipo	Existencia	Módulos				Total Necesario	Diferencia
		A	B	C	D		
<i>Crimpeadora Coster</i>	2	3				3	1
Máquina de llenado <i>Coster</i>	2	3				3	1
Máquina de llenado <i>Vefben</i>	1		2			2	1
Máquina de llenado <i>Calish</i>	1		1			1	0
Máquina para colocar tapón <i>Swan Matic</i>	1		3			3	2
Engrapadora de pedal	1	1	3	1	1	4	3
Bomba neumática para viscosidad moderada	0		2			2	2
Bomba neumática para viscosidad alta	1		1			1	0
Faja	6	1	3	1	1	6	0
Máquina de soplado	1	1				1	0
Máquina para colocar etique, semiautomática					1	1	1

De una forma específica, se muestra en la Tabla 33 el equipo que se necesita.

Tabla 33  
Inversión en equipo para el área de empaque

Cantidad	Descripción	Capacidad	Costo
1	Llenadora y grafadora automática de colonias	4,000 Unidades por hora	No determinado
1	Llenadora de pistón de velocidad y volumen variable	De 30 a 500 ml	Q50,000.00
2	Taponadora <i>Swanmatic</i> estacionaria		Q28,000.00
2	Engrapadora de pedal		Q5,000.00
1	Etiquetadora semi-automática		Q100,000.00
1	Bomba neumática de viscosidad moderada		Q40,000.00
6	Tanques de acero inoxidable	1,000 lt	Q90,000.00
2	Tanques de acero inoxidable	500 lt	Q22,000.00

El área de empaque muestra bastante flexibilidad debido que el equipo que se utiliza es móvil a pesar de estar destinado a un área específica. Las líneas quedan con un 20% de ocio, que se utilizará para los meses picos en los que la demanda de determinados productos aumenta.

3. **Equipo para análisis.** En la Tabla III del apéndice B, se describen las pruebas físico-químicas que se realizan al producto en proceso y al producto terminado. Se cuenta con todo el equipo de análisis.

Las cotizaciones del equipo descrito anteriormente se presentan en el apéndice E.

## G. Distribución

En la planta de producción visto a nivel macro la distribución primera está orientada al proceso, debido a que en un nivel se agrupó todo lo relacionado con empaque y en otro todo lo relacionado con fabricación.

1 **Fabricación.** Se cuenta con 221.25 m<sup>2</sup> para el área de fabricación en un segundo nivel, que colinda con la bodega de materia prima y con la bodega de producto terminado.

De acuerdo a la capacidad de la planta en unidades funcionales para cubrir la producción promedio proyectada para el año 2008 (ver sección de equipo), se determinó que son necesarias siete estaciones de proceso (Tabla 26). De acuerdo a un análisis en la distribución de las estaciones y equipos en el área de fabricación se determinó que en fabricación hidroalcohólicos y emulsiones puede tenerse una sola estación

tomando en cuenta las consideraciones que se explican más adelante. La totalidad de estaciones, agregando las estaciones auxiliares necesarias es la siguiente:

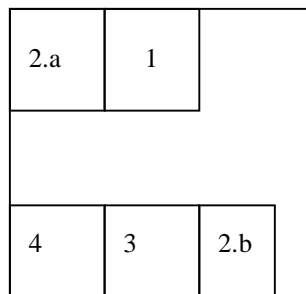
- Fabricación de champúes
- Fabricación de hidroalcohólicos
- Fabricación geles y varios
- Fabricación de sólidos (polvos)
- Fabricación de emulsiones
- Bodeguita
- Equipo
- Descarga de graneles
- Análisis y oficina del jefe de fabricación
- Producto en granel
- Tanques limpios móviles
- Área de lavado de tanques móviles y recipientes.

Las estaciones de mezcla de polvos, champúes y varios se destinaron a un solo fabricante debido a que son estaciones independientes. Las estaciones de hidroalcohólicos y emulsiones, se distribuyeron de tal forma que pueden trabajar dos fabricantes simultáneamente con fabricaciones distintas.

a. Estación de fabricación de hidroalcohólicos. El proceso de fabricación de hidroalcohólicos puede realizarse en línea, al establecer las áreas de los cuatro pasos que supone toda fabricación y al tomar en cuenta que no todas las fabricaciones requieren de enfriamiento, filtración, y la mayoría son de distintos volúmenes (pasos tres y cuatro), por lo que pueden programarse fabricaciones alternando los tres factores anteriores para realizar dos fabricaciones simultáneas. Debe haber como máximo tres tanques dentro de la estación de fabricación. Las áreas de agitación 2a y 2b, cuenta con suficiente espacio entre sí, para evitar confusiones y contaminaciones al estar en operación.

Gráfico 5

Estación de fabricación de hidroalcohólicos



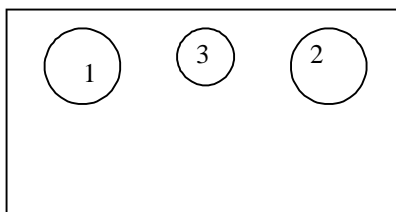
1. Descarga directa de alcohol, medidor de flujo
2. a. Agitación de tanques de volumen de 1,700 a 900 lt
2. b. Agitación de tanques de volumen menor a 500 lt
3. Enfriamiento
4. Filtración y descarga

b. Fabricación de emulsiones de 1,200 kg. Debido a que en la fabricación de toda emulsión se requiere de una marmita auxiliar, es posible compartir dentro de una misma estación de fabricación, dicho equipo y colocar dos reactores de 1,200 kg lo suficientemente separados para evitar contaminaciones y confusiones. Lo anterior ahorra espacio y equipo. La distribución del área se muestra en el Gráfico 6.

Gráfico 6

Estación de fabricación de emulsiones de 1,200 Kg

1. y 2. Reactor de 1,200 Kg
3. Marmita de 450 Kg



En la medida de lo posible, se aprovechará que cada estación de fabricación se distribuyó exactamente sobre la estación de empaque correspondiente para descargar el producto en granel directamente desde la marmita de fabricación hacia la llenadora, o el tanque de reserva del granel en el área de empaque. Cuando lo anterior no sea posible, se dispone de tanques auxiliares para descargar el producto en granel y dejarlo momentáneamente en el área de producto en granel. Al necesitar un granel que se encuentra pendiente de envasar, se podrá descargar directamente en el área de descarga de graneles, sin que esto interrumpa ninguna otra área. Únicamente la descarga de hidroalcohólicos se hará en el pasillo principal, el cual tiene un ancho suficiente para no interrumpir el paso. La descarga se hará con manguera directa, hacia los tanques de auxiliares del área de empaque.

Las materias primas serán trasladadas desde la bodega de materia prima, hacia el segundo nivel por medio de un montacarga provisto de rejilla de seguridad, no se harán más de seis movimiento por día. El mayor volumen de materia prima que se maneja es el alcohol y éste será bombeado desde el depósito de alcohol, directamente hacia el área de fabricación.

En el Apéndice J, el Plano 1 muestran las estaciones y el tránsito de materiales del área de fabricación, y el Plano 2, la distribución del equipo.

2. **Área de Empaque.** Para el área de empaque están destinados  $349\text{m}^2$  en un primer nivel de una construcción de dos niveles. Esta área colinda con las bodegas de materia prima y material de empaque y con la bodega de producto terminado, todo a un mismo nivel lo que facilita el tránsito de materiales. De acuerdo a la capacidad de la planta medida en disponibilidad de equipo de empaque para cubrir la producción promedio proyectada para el año 2008 (sección de equipo), se determinó que son necesarias ocho líneas de empaque (Tabla 31). La totalidad de línea incluyendo las auxiliares es la siguiente:

- Empaque de cremas varias
- Empaque de cremas iguales
- Empaque de polvos
- Empaque de geles y varios
- Empaque de champúes y etiquetados
- Empaque de hidroalcohólicos
- Empaque de hidroalcohólicos
- Área de lavado
- Bodega de maquinaria
- Área de descarga de graneles
- Área de descarga de hidroalcohólicos
- Área de producto terminado
- Área de producto en cuarentena
- Oficina del gerente de producción
- Oficina de asistente y secretaria

Nótese que solamente se listan dos líneas de empaque de hidroalcohólicos en lugar de las tres que resultaron del análisis de capacidad para el año 2008. Esto se debe a que por los próximos cuatro años será posible cubrir la demanda con la capacidad que ofrecen dos líneas de empaque, a partir de esa fecha es indispensable adquirir equipo automático si las ventas siguen la trayectoria proyectada. Ambas líneas se distribuyeron dentro de un área de  $6.5 \times 9.5 \text{ m}^2$ , se sitúan una contiguo a la otra, lo que da flexibilidad al diseño actual y al rediseño si éste fuera necesario. Dependiendo del tamaño del equipo automático, la división entre el área de las dos líneas actuales puede eliminarse para tener una sola línea en la totalidad del área.

Cada línea de empaque cuenta con dos secciones: el empaque primario, un espacio controlado específicamente, en donde realizan las actividades de empaque en las que el producto a granel tiene contacto con el ambiente; el empaque secundario, que es un espacio abierto controlado de forma general, en donde se llevan a cabo operaciones de empaque cuando el producto a granel ya no está expuesto al ambiente y no corre riesgo de contaminación microbiológica o cruzada.

La distribución del área de empaque se diseñó de tal forma que cada línea se sitúa justamente debajo de la estación de fabricación de un determinado producto, lo que facilita la descarga del producto en granel. Únicamente se necesitó de un área adicional en el pasillo principal para la descarga directa de hidroalcohólicos, el pasillo es suficientemente ancho y esta operación no interferirá con el tránsito de materiales y producto terminado. Descargar un tanque de 1,000 lt dura aproximadamente 30 min.

Cuando no sea posible la descarga directa del producto en granel hacia el área de empaque, se utilizarán tanques de almacenamiento que se descargarán directamente en el área de descarga de producto en granel.

El proceso de empaque se trabaja en línea y el número de personas que opera en cada una depende de la complejidad del proceso en sí. En la Tabla 34 se lista el número de personas que trabaja por línea de empaque.

Tabla 34  
Número de personas por cada línea de empaque

Estación de empaque	Empaque primario (No. de personas)	Empaque secundario (No. personas)	Total (No. personas/línea)
(2) Hidroalcohólicos	De 5 a 6	De 3 a 4	Mínimo 8, máximo 10
(4) Emulsiones, geles, champúes	De 2 a 4	3	Mínimo 5, máximo 8
(1) Polvos	De 2 a 4		Mínimo 8, máximo 10
Etiquetados		5	
Total			Mínimo 44, máximo 62

En el Apéndice J, el Plano 3 muestran las estaciones y el tránsito del área de empaque y el Plano 4 la distribución del equipo.

## H. Insumos

1. **Agua.** Parte del agua que se utiliza en la planta la provee el servicio municipal y parte se obtiene de un pozo propio.

a. **Agua de fabricación.** El agua que se utiliza como materia prima o agua de fabricación, debe cumplir con el grado de agua purificada. Actualmente se utiliza un sistema de tratamiento de agua que combina la filtración y el intercambio iónico, se regeneran alrededor de 2,500 litros diarios de agua purificada, que son repartidos dentro de toda la corporación. Cada lote de agua regenerada, se monitorea de acuerdo a las especificaciones de la USP (*United States Pharmacopeial*, Farmacopea de Estados Unidos), que consiste en pruebas de carbono orgánico total, conductividad eléctrica (afectada por el pH y la temperatura) y prueba microbiológica.

Se calculó un consumo de agua de fabricación máximo de 3,540 lt, en un día en el que se esté trabajando en todas las estaciones de fabricación que requieren agua como materia prima (Tabla 35). Es necesario reevaluar el sistema de tratamiento de agua, así como analizar las alternativas de adquirir un nuevo sistema que pueda regenerar un mayor volumen de agua y que garantice la calidad de la misma. Se debe invertir en otro sistema a partir del año 2004, porque el actual no se dará abasto.

El agua de fabricación puede ser suministrada por medio de tubería de acero inoxidable grado alimenticio o por medio de tubería pvc (cloruro de polivinilo). La diferencia en los costos es muy grande, pero la seguridad que brinda un sistema de acero inoxidable frente al pvc hace que sea una inversión y no un gasto.

Para el área de fabricación se necesita alrededor de 50 m de tubería, sin contar la tubería necesaria desde donde se coloque la planta de tratamiento, hasta la planta de producción.

b. **Agua de limpieza y agua enfriamiento.** Se calculó un volumen total de 5,500 lt de agua (H<sub>2</sub>O) al día, un 15% utilizado en limpieza en las áreas de fabricación y empaque, un 85% en procesos de enfriamiento. Para la distribución de este insumo se utilizará tubería y accesorios de pvc.

Tabla 35

Cálculo de la demanda de agua de fabricación y agua de enfriamiento

	Módulo					Total
	A	B	C y F	D	E	
Kg a fabricar por día (8 horas)	1,200	1,600	400	1,400	300	

	A	B	Módulo		E	Total
			C y F	D		
Porcentaje de H <sub>2</sub> O por fabricación	10	75	60	70	0	
Kg H <sub>2</sub> O para fabricar/día	120	1,200	240	960	0	2,540
Kg H <sub>2</sub> O para limpieza/día	100	100	100	100	100	750
Kg H <sub>2</sub> O para enfriamiento/día	0	1,800	750	1,800	0	4,350

Tabla 36

Tubería y accesorios para la distribución de agua

Cantidad	Descripción	Costo Unitario	Costo Total
50 mt	Tubería de acero inoxidable grado alimenticio	Q438.68	Q21,934.00
10 u	Codos a 90° acero inoxidable	Q207.68	Q2,076.80
10 u	Codos a 45° acero inoxidable	Q163.68	Q1,636.80
10 u	T's acero inoxidable	Q293.48	Q12,934.80
70 mt	Tubería de pvc	Q30.00	Q2,100.00
15	Codos a 90° pvc	Q3.80	Q57.00
20	T's pvc	Q9.45	Q189.00

Simbología: m igual a metros, u igual a unidades

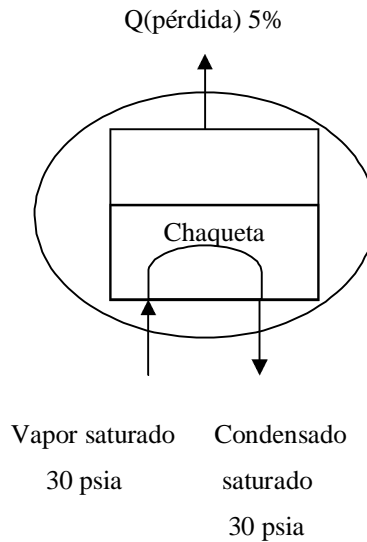
2. Vapor sobrecalentado. Se requiere de vapor sobrecalentado en cuatro de las sesí estaciones de fabricación, no se utiliza en la fabricación de polvos y de hidroalcoholes. Actualmente se cuenta con una caldera de 30 HP que provee de vapor a la planta de producción de cosméticos y farmacéuticos, esta última consume 5HP (16.67%). Con el cambio de instalaciones la caldera quedará a 75 metros de distancia de la planta de producción de cosméticos.

Se calculó la demanda máxima de vapor en un día en que las cuatro estaciones de fabricación estén en funcionamiento.

Para cada marmita de fabricación se realizó un balance de masa y energía de la siguiente forma.

Datos: Se utilizan marmitas de vapor de distintas capacidades, se calienta agua de 23 a 75°C, a presión atmosférica. Las marmitas operan a una presión de vapor de 30 psia (*per square inches*, libras de presión). La pérdida de calor de la chaqueta a los alrededores es de un 5%. La capacidad calorífica del agua es de 4.184 kJ/kg K.

Gráfico 7  
Sistema de vapor



Base de cálculo: 1 hora

El balance de la energía es:

$$\Delta E = -\Delta[(\hat{H} + \hat{K} + \hat{P})m] + Q - W$$

(2)

El análisis del proceso revela que los términos de energía potencial, energía cinética o trabajo no son significativos en el balance de energía. El vapor entra y sale, mientras que el material permanece en el sistema. Por tanto hay una acumulación de energía del material que se está procesando pero no hay acumulación de masa o de energía asociada con el vapor. La ecuación (2) se simplifica a:

$$(\hat{H}_{T2} - \hat{H}_{T1})_{material} m = -\Delta H_{vapor} + Q$$

(3)

El lado izquierdo de la ecuación se calcula de la siguiente forma:

$$\Delta H = mC_p\Delta T$$

(4)

Al tomar como referencia la entalpía cero a 23°C, y el  $C_p$  (capacidad calorífica) del agua.

Para calcular el lado derecho de la ecuación, se recurrió a las tablas de vapor, se buscó el cambio de entalpía específica para el vapor saturado a 30 psia, el valor es de 2199 kJ/kg (Apéndice F) de tal modo que

$$\Delta \hat{H}_{vapor} = -2199 \text{ kJ} / \text{kg}$$

(5)

La pérdida de calor se da como  $Q = 5\% \cdot H_{H_2O}$  (kJ/s), al introducir todos estos valores en la ecuación (3) se tiene:

$$X \text{ kg } H_2O * 4.184 \text{ kJ} / \text{kg} * \Delta T = 2199 \text{ kJ} / \text{kg} - 5\% (kJ)$$

(6)

Si se despeja se obtiene:

$$\frac{(X \text{ kg } H_2O * 4.184 \text{ kJ} / \text{kg} * \Delta T) + 5\% (kJ)}{2199 \text{ kJ}} = \text{kg}_{vapor}$$

(7)

Al ingresar a la ecuación (5) los kilos máximos de agua utilizados en cada marmita, da como resultado la demanda de vapor (kg) que se requieren por hora.

Tabla 37

Cálculo de la demanda de vapor por hora por cada marmita y reactor

Módulo	Peso H <sub>2</sub> O (kg)	ΔH (kJ)	5% Pérdida (kJ)	Kg Vapor por hora
B	1,000	217,568	10878.40	103.87
	1,000	217,568	10878.40	103.87
	300	65,270	3263.50	31.16
C	300	65,270	3263.50	31.16
	150	32,635	1631.75	15.58
	D	1,200	261,092	13054.60
TOTAL		410.33		

Se necesitan 410.33 kg de vapor por cada hora de operación, que equivale a 902.73 libras de vapor por hora.

En el Apéndice F se muestra una tabla con las especificaciones de los distintos tipos de calderas, ésta indica que una caldera de 30HP genera aproximadamente 1035 kg vapor por hora. Al sumar la demanda de vapor de las dos plantas, 902.73 kg + 172.5 kg (producción cosméticos y farmacéuticos respectivamente), resulta la demanda total de vapor de 1075.23 kg vapor por hora. Para los actuales requerimientos de vapor la generación de la caldera de 30HP queda bastante justa. No se tiene conocimiento de implementación de nuevo equipo que utilice vapor en la planta farmacéutica, pero si ésta fuera una decisión a corto plazo habría que considerar la posibilidad de adquirir una caldera pequeña que logre cubrir la demanda de vapor de dicha planta.

El diámetro de la tubería a utilizar se calculó de acuerdo a la fórmula (6) y al utilizar los datos mostrados en las tablas del Apéndice F

$$(P_1 - P_2) / L = F$$

(8)

en donde:

P1= factor basado en la presión inicial. A P inicial de 35 psia, P1 = 1945

P2= factor basado en la presión final. A P final de 30 psia, P2 = 1595

L = longitud equivalente de tubería. L = 85 m, L 10% = 93.5 m

F = factor de caída de presión. F = (1945-1595)/93.5 = 3.7

La longitud de la tubería se multiplicó por un 10%, debido al efecto de los accesorios. Para una marmita de demanda 103 kg vapor / h, el diámetro de la tubería de distribución de vapor debe ser de 1/2 pulgada.

La distribución de vapor saturado se hará con tuberías y accesorios Cédula 80, completamente enchaquetados.

3. Aire comprimido. El análisis de diseño indica que se utiliza aire comprimido en 11 estaciones, seis para el área de empaque y cinco para el área de fabricación. Para proveer de flexibilidad al diseño es necesario dejar la instalación de aire en las 15 estaciones de trabajo del área de producción.

El aire comprimido se utiliza básicamente como fuente de energía para herramientas manuales, motores, que generalmente operan a presión de 75 a 80 psia, y con una velocidad máxima 110 ft<sup>3</sup>/min. Con base a especificaciones de fabricantes de compresores (Apéndice G), para suministrar 100ft<sup>3</sup>/min, el tamaño del compresor es de más o menos de 25 a 30HP. En la corporación se cuenta con un compresor de

35 HP, que es suficiente para la demanda del aire comprimido de las dos plantas de producción de la corporación.

La distribución de aire comprimido se hará con tubería y accesorios de acero al carbón.

Tabla 38  
Tubería y accesorios para la distribución de aire comprimido y vapor

Cantidad	Descripción	Costo unitario	Costo total
50 metros	Tubería cédula 80, 1.5"	Q185.00/20 ft	Q1190.00
10 unidades	Codos 45° o 90°, cédula 80	Q25.00	Q250.00
10 unidades	T's cédula 80	Q50.00	Q500.00
125 metros	Tubería acero al carbón	Q 19.64	Q2,455.00
20 unidades	Codos a 90° acero al carbón		
20 unidades	T' acero al carbón	Q37.41	Q748.20

5. **Iluminación.** El diseño del alumbrado para el área de fabricación se calculó con base al método de Cavidad Zonal (Kenigsberger) (tablas auxiliares en Apéndice H).

- Se escogió el nivel lumínico de cada área de acuerdo a la norma IES. En la Tabla 39 se muestran los resultados que se calcularon con base en datos que se presentan en la sección de antecedentes, Tabla 3 y 4.

Tabla 39  
Lux recomendados

Variable	Dato	Factor asociado
Edad promedio del personal	Menor de 40 años	-1
Velocidad	Importante	0
Reflectancia	Mayor 70%	-1
Factor total		-2
Tipo de tarea	E: Tarea visual de contraste medio o tamaño pequeño	Lux recomendados 500
	D: Realización de tareas visuales de alto contraste o gran tamaño, tareas escritas a lápiz, bolígrafo	Lux recomendados 300

Variable	Dato	Factor asociado
	C: Espacios de trabajo en donde se realizan tareas visuales sólo ocasionalmente	Lux recomendados 200

- Se escogió el alumbrado de tipo fluorescente directo, por ser el más eficiente y usual para lugares de trabajo, con difusores tipo B.
- Se determinaron los colores del ambiente con sus coeficientes de reflexión con base a datos teóricos mostrados en la sección de apéndices H.
- Se dio un valor de 0.65 al coeficiente de mantenimiento, que toma en cuenta la disminución de la luz debido al envejecimiento y el ensuciamiento que oscila entre 0.5 y 0.8.

Tabla 40  
Valores encontrados para los puntos anteriores

Criterio	Cifra
Altura del recinto (H)	2.7 m
Altura de la faja hacia la lámpara ( $h_{CA}$ )	1.95 m
Altura de la faja ( $h_{CP}$ )	0.75 m
Altura de lámpara hacia techo ( $h_{CC}$ )	0.1 m
Cielo blanco ( $P_c$ )	80%
Paredes claras ( $P_p$ )	70%
Piso gris ( $P_f$ )	50%
Factor de mantenimiento ( $K'$ )	0.65 m
Criterio de espaciamiento máximo	$1.25 * H = 2.4375$
Tipo de alumbrado a utilizar	Fluorescente tipo B
Tipo de lámpara	Fluorescente estándar 40vatio por tubo 3200 lúmenes iniciales Vida útil 18,000 horas

- Se determinaron las relaciones de cavidad de ambiente, cielo y piso para cada área en base a las ecuaciones siguientes:

$$RCA = \frac{5h_{CA}(L+W)}{LW}$$

(8)

$$RCC = \frac{5h_{CC}(L+W)}{LW}$$

(9)

$$RCP = \frac{5h_{CP}(L+W)}{LW}$$

(10)

- Se buscó la reflectancia del cielo (Pcc), en base a los valores conocidos para Pc, Pp, RCC, al leer de la tabla auxiliar.
- Se buscó la reflectancia efectiva de la cavidad del piso (Pcp) al usar los valores conocidos de Pf, Pp y RCP de la auxiliar.
- Se determinó el coeficiente de utilización, de acuerdo al tipo de luminaria usada y con los valores de RCA y Pcc, de tabla auxiliar. Se determinó un factor de corrección porque el valor del coeficiente en todos los casos fue mucho mayor que 20%. Se determinó un coeficiente de utilización corregido.
- Se determinó el flujo total por área y con base a: el espaciamiento máximo que de 2.5 H, utilización de lámpara fluorescentes de dos tubos de 40 vatios cada una. Los resultados se muestran en la Tabla 42. Se determinó la mejor distribución del alumbrado que se muestra en los Planos 5 y 6 del Apéndice J.

$$f = \frac{E * S}{K * K'}$$

(11)

Tabla 41  
Simbología en el cálculo de iluminación

Cálculo	Símbolo
Largo	L
Ancho	A
Relación de cavidad del ambiente	RCA
Relación de cavidad del cielo	RCC
Relación de cavidad del piso	RCP
Reflexión efectiva de la cavidad del cielo	Pcc
Coefficiente de utilización	K
Reflexión efectiva de la cavidad del piso	Pcp
Factor de corrección	FC
Flujo lumínico total	•
Iluminancia en lux	E
Superficie en m <sup>2</sup>	S

Tabla 42  
Cálculo para la distribución de alumbrado en el área de producción

	Largo (m)	Ancho (m)	(L*A) (m2)	(L+A) (m)	RCA	RCC	RCP	Pcc (%)	K	Pep	FC	K*FC	Flujo (lumen)	Dist. largo	Dist. ancho	Total unidad	Total unidad	Lamp unidad	Flujo cubierto	Diferencia
<b>PRIMER NIVEL (EMPAQUE)</b>																				
*Oficinas	4	3.25	13	7.25	5.4375	0.2788	2.0913	77	0.53	43	1.06	0.5618	10679.96	1.641	1.33333	2.19	1.67	2	12800	2,120.04
*Descarga de graneles	2	1.25	2.5	3.25	12.675	0.65	4.875	74	0.3	36	1.04	0.312	3698.225	0.8205	0.51282	0.42	0.58	1	6400	2,701.78
*Área de maquinaria	2	1.3	2.6	3.3	12.375	0.6346	4.7596	75	0.29	36	1.04	0.3016	3978.78	0.8205	0.53333	0.44	0.62	1	6400	2,421.22
Empaque primario cremas y polvos	3	3	9	6	6.5	0.3333	2.5	77	0.46	36	1.05	0.483	8600.096	1.2308	1.23077	1.51	1.34	2	12800	4,199.90
Empaque secundario cremas	6	3	18	9	4.875	0.25	1.875	78	0.53	43	1.06	0.5618	24646.06	2.4615	1.23077	3.03	3.85	4	25600	953.94
Empaque secundario polvos	3	3	9	6	6.5	0.3333	2.5	77	0.46	41	1.05	0.483	14333.49	1.2308	1.23077	1.51	2.24	2	12800	<b>-1,533.49</b>
*Área de lavado	6.5	4.5	29.25	11	3.6667	0.188	1.4103	78	0.58	45	1.06	0.6148	21958.36	2.6667	1.84615	4.92	3.43	4	25600	3,641.64
Empaque primario champúes y geles	4.5	3.25	14.625	7.75	5.1667	0.265	1.9872	77	0.53	43	1.06	0.5618	20024.92	1.8462	1.33333	2.46	3.13	3	19200	-824.92
Empaque secundario champúes y geles	8	2	16	10	6.0938	0.3125	2.3438	77	0.53	43	1.06	0.5618	21907.6	3.2821	0.82051	2.69	3.42	4	25600	3,692.40
Empaque primario hidroalcohólicos	4	3.4	13.6	7.4	5.3051	0.2721	2.0404	77	0.53	43	1.06	0.5618	18621.46	1.641	1.39487	2.29	2.91	3	19200	578.54
Empaque secundario hidroalcohólicos	2.5	3.4	8.5	5.9	6.7676	0.3471	2.6029	78	0.53	43	1.06	0.5618	11638.41	1.0256	1.39487	1.43	1.82	2	12800	1,161.59
**Pasillo 1	24.5	3	73.5	27.5	3.648	0.1871	1.4031	78	0.58	44	1.06	0.6148	36784.95	10.051	1.23077	12.37	5.75	6	38400	1,615.05
**Pasillo 2, área producto terminado	7	7	49	14	2.7857	0.1429	1.0714	78	0.62	45	1.07	0.6634	22726.75	2.8718	2.87179	8.25	3.55	4	25600	2,873.25
**Gradas	7	2.25	15.75	9.25	5.7262	0.2937	2.2024	77	0.46	42	1.05	0.483	10033.44	2.8718	0.92308	2.65	1.57	2	12800	2,766.56
<b>SEGUNDO NIVEL (FABRICACIÓN)</b>																				
*Equipo limpio	4	3	12	7	5.6875	0.2917	2.1875	77	0.5	42	1.05	0.525	10549.45	1.641	1.23077	2.02	1.65	2	12800	2,250.55
*Graneles	6.5	4	26	10.5	3.9375	0.2019	1.5144	78	0.58	44	1.06	0.6148	19518.54	2.6667	1.64103	4.38	3.05	3	19200	<b>-318.54</b>
*Oficina jefe de fabricación y análisis	4.5	2.5	11.25	7	6.0667	0.3111	2.3333	77	0.5	42	1.05	0.525	9890.11	1.8462	1.02564	1.89	1.55	2	12800	2,909.89
*Descarga de graneles	2.5	2	5	4.5	8.775	0.45	3.375	76	0.39	39	1.04	0.4056	5689.577	1.0256	0.82051	0.84	0.89	1	6400	710.42
*Equipo	2	1.5	3	3.5	11.375	0.5833	4.375	75	0.32	37	1.04	0.3328	4160.503	0.8205	0.61538	0.50	0.65	1	6400	2,239.50
Fabricación cremas	6	3.5	21	9.5	4.4107	0.2262	1.6964	78	0.58	44	1.06	0.6148	26274.96	2.4615	1.4359	3.53	4.11	4	25600	<b>-674.96</b>
Fabricación polvos	3.5	3	10.5	6.5	6.0357	0.3095	2.3214	77	0.5	42	1.05	0.525	15384.62	1.4359	1.23077	1.77	2.40	2	12800	-2,584.62
*Area de lavado	5	4.5	22.5	9.5	4.1167	0.2111	1.5833	78	0.58	44	1.06	0.6148	16891.05	2.0513	1.84615	3.79	2.64	3	19200	2,308.95
Fabricación geles y varios	4.5	3.25	14.625	7.75	5.1667	0.265	1.9872	77	0.53	43	1.06	0.5618	20024.92	1.8462	1.33333	2.46	3.13	3	19200	-824.92
Fabricación champúes	4.5	3.25	14.625	7.75	5.1667	0.265	1.9872	78	0.53	43	1.06	0.5618	20024.92	1.8462	1.33333	2.46	3.13	3	19200	-824.92
Fabricación hidroalcohólicos	4.5	4.5	20.25	9	4.3333	0.2222	1.6667	78	0.58	44	1.06	0.6148	25336.57	1.8462	1.84615	3.41	3.96	4	25600	263.43
**Pasillo 1	11	2	22	13	5.7614	0.2955	2.2159	77	0.5	42	1.05	0.525	12893.77	4.5128	0.82051	3.70	2.01	2	12800	<b>-93.77</b>
**Pasillo 2,	14	2	28	16	5.5714	0.2857	2.1429	77	0.5	42	1.05	0.525	16410.26	5.7436	0.82051	4.71	2.56	3	19200	2,789.74
**Gradas	3	2.25	6.75	5.25	7.5833	0.3889	2.9167	76	0.46	41	1.05	0.483	4300.048	1.2308	0.92308	1.14	0.67	1	6400	2,099.95

\* Lux recomendados

300

\*\*Lux recomendados

200

4. Ventilación. El requerimiento de aire para cada área se determinó en base al método presentado en el curso de aire acondicionado de Gerald Switzer (Shweitzer, 1974).
- Se calculó y multiplicó el área de las ventanillas ( $\text{ft}^2$ ) por cada área expuesta por el factor aplicable igual a 75
  - Se multiplicó el área ( $\text{ft}^2$ ) de todas las ventanas de la habitación por el factor aplicable = 14
  - Se multiplicó la longitud total (ft) de todas las paredes expuestas al exterior por el factor aplicable = 20. Las puertas se consideran parte de las paredes
  - Se multiplicó la longitud total de todas las paredes internas (ft) que separan el espacio a enfriar de los espacios adyacentes no enfriados por el factor dado igual a 30
  - Se multiplicó el área ( $\text{ft}^2$ ) del cielo raso por el factor correspondiente al tipo de construcción que más se acerque a los indicados (factor igual a 19)
  - Se multiplicó el área ( $\text{ft}^2$ ) total del piso por el factor que corresponde a 3.
  - Se multiplicó la cantidad de personas que normalmente ocupan el espacio por factor correspondiente. Se anotó un mínimo de dos personas. Cada persona en una actividad metabólica genera 800 BTU/h.
  - Se determinó la cantidad total de voltios por luces y equipo. Cada tubo fluorescente tiene 40 voltios.
  - Se sumó el total de las cargas estimadas para las literales a la h, que dio como resultado el calor a disipar en BTU /hora; y
  - y k. Se calcularon los CFM (cantidad de aire) con la ecuación siguiente

$$CFM = \frac{BTU / h(cargas - sensibles)}{1.08 * \Delta T}$$

(12)

Se basa en que el aire interno a la temperatura de acondicionamiento pesa alrededor de  $0.075 \text{ lb/ft}^3$  ( $1.2 \text{ kg/m}^3$ ) y posee un calor específico de  $0.24 \text{ BTU/lb}^\circ\text{F}$ . Cada  $\text{ft}^3$  transferiría  $0.75 \cdot 0.24$ , o sea  $0.18 \text{ BTU}$  por cada grado de cambio de temperatura. El aire a la velocidad de  $1 \text{ ft}^3/\text{min}$  (CFM) transfiere  $60 \cdot 0.18$ , es decir  $1.08 \text{ BTU/H}$ , por el grado de variación de temperatura. Se estableció la temperatura del aire suministrado, de modo que el dato esté entre un rango de  $10^\circ\text{C}$  a  $18^\circ\text{C}$  que reporta la literatura.

- Si se pensara en refrigeración cada tonelada de refrigeración se expresa como  $12,000 \text{ Btu/h}$ . Al dividir los BTU/hora entre este factor dio como resultado las toneladas de refrigeración necesarias m y n. Se calculó el área ( $\text{ft}^2$ ) de cualquier ducto con base en la fórmula y se multiplicó por el factor 144, para tener el resultado en pulgadas cuadradas.

$$\text{área}(ft^2) = \text{Flujoaire}(CFM) / \text{Velocidad}(FPM)$$

(13)

- o. Con base en la tabla auxiliar (Apéndice I), se buscó el diámetro de apropiado de un ducto redondo.
- p. Con base en la tabla auxiliar de (Apéndice I), se buscó el área apropiada de un ducto cuadrado.
- q. Con base al volumen de cada recinto se calcularon los cambios de aire necesarios para cada recinto, se obtuvo que en el primer nivel en promedio se deben manejar nueve cambios de aire por hora. En el segundo nivel, cada estación de fabricación se debe manejar independientemente con campanas de extracción tipo

Los resultados se muestran en las Tablas 43 y 44, para las áreas de fabricación y empaque, respectivamente

Tabla 43  
Simbología utilizada en cálculo de ventilación

Símbolo	Significado
L	Largo
A	Alto
An	Ancho
D	Diámetro
Ar	Área
Vel.	Velocidad
FE	Factor expuesto
FA	Factor aplicable
Exp	Expuesto

Para el área de fabricación las estaciones se trabajaron como se indica en la Tabla 45.

Tabla 44  
Identificación de áreas utilizadas en el cálculo de ventilación en el área de fabricación

Letra	Estación
A	Fabricación de champúes
B	Fabricación de geles y varios
C	Fabricación de hidroalcoholes

Letra	Estación
D	Área de lavado
E	Fabricación de sólidos
F	Fabricación de cremas varias y cremas iguales
G	Equipo
H	Descarga de graneles
I	Oficina jefe de fabricación

Para el área de empaque el Plano 7 del Apéndice J muestra la separación e identificación de las áreas.

Tabla 45  
Ventilación segundo nivel

ÁREAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17							
L Ventanas Exp (m)	L Ventanas N Exp (m)	Alto de Ventanas (m)	L Paredes Exp (m)	L Pared N Exp (m)	L Habitación (m)	An Habitación (m)	A Ventana Exp * FA (m2)	A Ventana NExp * FA (m2)	L Pared Exp * FA (ft)	L pared Nexp * FA (ft)	Área Cielo * FA (ft2)	Área Piso * FA (ft2)	Personas * FA (watt)	Equipo (watts)	Subtotal (BTU/h)	Total (BTU/h)	Vel. Del aire (ft3)	Carga de refrigeración	Area del ducto (ft2)	Area del ducto (in2)	D ducto redondo (ft)	A ducto rectangular (ft)	Cambio aire/h	
A	2	1.5	1	3.25	4.5	4.5	3.25	1614	225.9	213.2	442.8	2989	472	1600	13295	20851.8	21614.4	400.267	1.8012	0.5593	80.0533	10	6X15	16.6198
				3.25							319.8												7X12	
				4.5							442.8												8X11	
B	2	1.5	1	3.25	4.5	4.5	3.25	1614	225.9	213.2	442.8	2989	472	1600	5135	12692.5	13455.1	249.168	1.12125	0.34607	49.8335	8	4X14	10.3459
	1	1		4.5				150.6			442.8												5X11	
				3.25							319.8												6X9	
C		1.5	1	4.5	4.5	4.5		225.9	295.2	442.8	4139	653.6	1600	2320	9676.79	10562.4	195.6	0.8802	0.27167	39.12	7	3.5X12	5.44197	
				4.5							442.8												4X10	
				4.5							442.8												6X7	
D	2.5		1	5	4.5	4.5	5	2017		328	442.8	4599	726.2	1600	240	9953.41	10888.2	201.633	0.90735	0.28055	40.3267	7		5.44192
				5							492													
E		1	1		3.5	3.5	3		150.6		344.4	4293	677.8	1600	3160	7740.21	8675.01	160.648	0.72292	0.22312	32.1297	3	3.5X8	9.29092
				3.5							344.4												4X7	
				3							295.2												5X6	
				3							295.2													
F		1.5	1		3.5	6	3.5		225.9		344.4	4293	677.8	1600	23709	30849.3	32374.5	599.527	2.69787	0.83268	119.905	12	6X21	173365
			1.5	1	3.5				225.9		344.4												7X18	
				6							590.4												8X15	
				6							221.4												10X12	
G		1	1		2.25	2.25	1.5		150.6		221.4	689.9	108.9	1600	80	2850.83	3367.43	62.3598	0.28062	0.08661	12.472	4	2X7	11.2203
				2.25							147.6												3X4.5	
				1.5							147.6												3X4.5	
				1.5							221.4													
H		0.5	1		2.25	2.25	2		75.31		221.4	919.8	145.2	1600	80	3041.79	3656.79	67.7183	0.30473	0.09405	13.5437	4		9.1383
				2.25							196.8													
				2							196.8													
				2							442.8													
I		0.8	1		4.5	4.5	2		120.5		442.8	1840	290.5	1600	1160	5453.46	6289.86	116.479	0.52415	0.16178	23.2958	5	3.5X6	7.85916
				4.5							196.8												4X5	
				2							196.8													
				2																				
TOTAL																110884	2053.4	9.2403						

Tabla 46

Datos para el cálculo de ventilación del primer nivel

No. ventana	Largo (m)	Alto (m)	Ventana área (ft2)	Área*FE (ft2)	Área*FE (m2)	Exterior (m)	Pared largo * FE (ft)	Área asociada
1	3.5	1	37.65	2,824.08		6.5	426.4	a
2	1.5	1	16.14	1,210.32		3.25	213.2	m
3	1.5	1	16.14	1,210.32		3.25	213.2	l
4	3	1	32.28	2,420.64		5.5	360.8	l
5	0.8	1	8.61		120.49			
6	2	1	25.52	1,613.76		4	262.4	f
7	1.5	1	16.14		225.93			
8	0.8	1	8.61		120.49			
9	1.5	1	16.14		225.93			
10	1.5	1	16.14		225.93			
11	1.5	1	16.14		225.93			
12	1.5	1	16.14		225.93			
13	0.8	1	8.61		120.49			
14	0.8	1	8.61		120.49			
15	1.2	1	12.91		180.74			
16	0.6	1	6.46		90.37			
17	0.8	1	8.61		120.49			
18	1	1	10.76		150.62			
19	0.8	1	8.61		120.49			
20	1.9	1	20.44		286.17			
21	1.9	1	20.44		286.17			

Tabla 47  
Ventilación primer nivel

No.	Variable	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Ñ	O	P	TOTAL
	Áreas (ft <sup>2</sup> )	314.68	36.83	112.96	96.83	96.33	139.85	139.86	157.34	157.34	139.85	139.86	201.18	201.18	145.24	919.84	145.24	395.37	
1	A Venta Ex * FA (ft <sup>2</sup> )	2,824.10					1,613.80						4,841.30						
2	A Venta NExp * FA (ft <sup>2</sup> )		90.37	271.11	271.11	271.11	346.42	572.35	572.35	572.35	286.17	286.17		346.42	223.93	994.08		240.99	
3	L pared Exp ** FA (ft)	426.40					262.40						574.00	213.20					
4	L Pared N Exp * FA (ft)	1,525.20	1,180.80	1,279.20	1,180.80	1,180.80	1,033.20	1,426.80	1,525.20	1,525.20	1,525.20	1,525.20	565.80	611.80	885.60	2,460.00	738.00	1,476.00	
5	Área Cielo * FA (ft <sup>2</sup> )	944.05	1,839.70	2,146.30	1,839.70	1,839.70	2,657.30	2,657.30	2,989.50	2,989.50	2,657.30	2,657.30	3,822.50	3,822.50	2,759.50	17,477.00	2,759.50	7,512.10	
6	Área Piso * FA (ft <sup>2</sup> )	944.05	290.48	338.89	290.48	290.48	419.58	419.58	472.02	472.02	419.58	419.58	603.55	603.55	433.72	2,759.50	435.72	1,185.10	
7	No. Persona * FA (watt)	1,600	4,000	3,200	2,400	2,400	4,800	4,800	3,200	3,200	1,600	1,600	3,200	3,200	1,600	4,800	1,600	6,400	
8	Equipo (watts)	960	480	480	1,860	1,850	2,240	2,240	1,940	1,940	1,980	3,480	720	720	240	2,400	240	1,200	
10	Total (BTU/h)	9,223.80	7,881.30	7,715.50	7,842.10	7,842.10	13,373.00	12,116.00	10,699.00	10,699.00	8,468.30	9,968.30	14,327.00	9,717.40	6,146.80	30,891.00	5,773.20	18,015.00	190,698.48
11	Vel aire (ft <sup>3</sup> /mi)	170.81	145.95	142.88	145.22	145.22	247.64	224.37	198.13	198.13	156.82	184.60	265.32	179.95	113.83	572.05	106.91	333.61	3,531.45
12	Carga de refrigeración	0.77	0.66	0.64	0.65	0.65	1.11	1.01	0.89	0.89	0.71	0.83	1.19	0.81	0.51	2.57	0.48	1.50	18.89
13	Área del ducto (ft <sup>2</sup> )	0.24	0.20	0.20	0.20	0.20	0.34	0.31	0.28	0.28	0.22	0.26	0.37	0.25	0.16	0.79	0.15	0.46	
14	Área ducto (in <sup>2</sup> )	34.16	29.19	28.58	29.05	29.05	49.53	44.87	39.63	39.63	31.36	36.92	53.06	35.99	22.77	114.41	21.38	66.72	
15	Díametro ducto redondo	7	6	6	6	6	8	8	7	7	6	7	8	7	5	12	5	9	
17	Cambio aire/h	4.1372	11.489	9.6405	11.432	11.432	13.496	12.228	9.5979	9.5979	8.5463	10.06	10.052	6.8176	5.9735	4.7401	5.6106	6.4314	

4. **Energía.** Se trabajó con la empresa eléctrica el diseño de una acometida con suministro de 480/240 voltios, tres fases, delta, cuatro alambres. Para dicha instalación se requiere:
- Tubos de bajada de *conduit* galvanizado, en el poste de distribución de la empresa eléctrica,
  - Caja de registro de acuerdo a extensión de líneas elaborada y aprobada por la Empresa Eléctrica
  - Canalización de ductos
  - Equipo de medición
  - Obra civil

Debido a que la demanda se sitúa en el rango de 70 a 192 kW, el equipo de medición consistirá en tres transformadores de corriente, una caja de contador polifásico y un contador demandómetro que proporciona la Empresa Eléctrica, no se requiere bóveda para los transformadores.

El tipo de instalación será de la forma oculta que consiste en colocar los conductores aislados en tuberías, éstas irán empotradas en las paredes o en el cielo falso según sea necesario, la tubería a utilizar es la de pvc, que es rígida, sus uniones se hacen por soldadura con solventes, puede colocarse enterrada con protección mecánica adecuada (Kenigsberger).

## I. Buenas prácticas de manufactura y seguridad industrial

1. **Buenas prácticas de manufactura (BPM).** Las BPM son una serie de normas cuyo cumplimiento asegura la calidad de todo proceso productivo. La distribución de las instalaciones y equipo se realizó pensando en el cumplimiento de dichas normas.

En primera instancia, la edificación será segura y los materiales de construcción que se van a utilizar garantizarán la estabilidad del edificio, el cual aislará del entorno exterior o medio ambiente al proceso productivo. También se mantendrá comunicación con los espacios exteriores por medio de puertas con sello perfecto; además podría construirse una esclusa en la entrada principal para ayudar a mantener un ambiente más controlado. El diseño de las instalaciones muestra que el tamaño de las distintas áreas es suficiente para realizar las actividades inherentes al proceso productivo, así como para realizar tareas de apoyo, tal como circulación de personal y materiales. Las BPM también señalan que los acabados de la planta son muy importantes. Las paredes, pisos y vidrios serán totalmente lavables, los uniones de paredes acabarán en formas redondeadas y no cuadradas, para evitar la acumulación de polvo y contaminantes.

Las BPM indican que se deben mantener ambientes controlados cuando los productos en granel están expuestos al ambiente para evitar cualquier tipo de contaminación, lo que se traduce en mantener controladas las áreas de empaque primario, como se muestra en los planos de distribución. Además las estaciones de fabricación son específicas a los distintos procesos para evitar contaminaciones.

El equipo que se utilizará en fabricación y empaque es el adecuado para cada proceso, tanto para los distintos volúmenes de fabricación como para la limpieza que deben observar. Los materiales que se utilizan en la construcción del equipo son muy variados, pero toda parte de los mismos que entre en contacto directo con materias primas o productos en granel, será de acero inoxidable. El mantenimiento de los equipos fijos se debe realizar en cada estación de trabajo y en el taller externo cuando se trate de equipo móvil tal como el de empaque.

2. **Seguridad industrial.** Toda planta debe ser diseñada bajo la premisa de seguridad y salud, desempeño, comodidad y necesidades mayores. Para proveer seguridad dentro de la planta se consideraron los siguientes factores los cuales deberán observarse y comprobarse en la instalación de la misma.

Primeramente se siguió la estandarización en la medida de lo posible, por ejemplo las puertas miden como mínimo 1.90 metros de altura, el nivel del suelo de cada lado de una puerta es el mismo, los pisos son de granito y no presentarán superficies resbaladizas. Los acabados son con bordes redondeados de manera que evitan accidentes con las esquinas o puntas. Las barandillas del segundo nivel serán de hierro firmemente aseguradas para evitar que cualquier persona pueda resbalar y caer.

Todos los equipos que utilicen vapor estarán provistos de indicadores de presión y temperatura, los que deben observarse en todo momento durante el proceso de fabricación, para no exceder la presión y temperaturas críticas.

Todas las áreas dispondrán de tomas antiexplosiones. En las áreas en donde se trabajan productos hidroalcohólicos se observan medidas especiales debido a que el alcohol etílico es muy volátil debe eliminarse toda posible fuente de ignición, el equipo eléctrico a utilizar cumple con el código americano National Electrical Code for Hazardous Locations, que se utilizan en locaciones peligrosas con ambientes cargados de vapores inflamables o fibras que arden fácilmente, pueden operar a temperaturas de hasta de 150°C, los extintores que se utilicen en éstas áreas serán de dióxido de carbono, polvo químico seco o espuma.

Se señalaron tal como se indica en los Planos 1 y 3 del Apéndice J, las áreas destinadas a extintores y equipo de primeros auxilios. Se determinó que son necesarios en total 19 extintores, 11 en el área de empaque y ocho en el área de fabricación. El costo de los 12 extintores faltantes es de aproximadamente Q11,000.00 (cotizaciones en apéndice E)

Se invertirá en equipo de bombeo y de carga para apoyar a los operadores para que éstos realicen fuerzas extras. Por otra parte todo el equipo que tenga partes móviles tendrá sistemas de prevención

adecuados para eliminar la posibilidad de que los operadores coloquen cualquier parte del cuerpo cerca de las partes móviles riesgosas.

En general los ambientes estarán controlados en cuanto a ventilación, iluminación y seguridad, lo que garantiza confort en todas las actividades productivas.

## J. Estructura Organizacional

En las instalaciones diseñadas podrán trabajar un máximo de 75 personas, 60 operarios como máximo.

Tabla No. 48

Total de personal en la planta de producción de cosméticos

Cargo	Personas en el cargo
Gerente de producción	01
Jefe de fabricación	01
Secretarias	02
Supervisores	04
Analista	01
Operarios	60
Fabricantes	05
Total	75

En el Gráfico 8 se muestra una propuesta para la estructura organizacional del área de producción.

Gráfico 8 Estructura Organizacional

## Departamento de producción

