



**UNIVERSIDAD
TORCUATO DI TELLA**

**“Los beneficios para la cadena de suministro
de manejar un inventario de manera
optimizada”**

Autor: Floreal Fernández Niello

Tutor: Santiago Alem

Escuela de Negocios – MBA

Mayo 2017

AGRADECIMIENTOS

A mi familia y a mi novia, Jacqueline, por su apoyo durante la elaboración de esta tesis.

RESUMEN

A lo largo de la presente tesis se desarrolló un marco teórico estadístico y operativo de cómo se manejan distintas estrategias de cadena de suministro e inventario para distintas industrias. Particularmente se hizo foco en la infraestructura y la cadena de suministro de Coca Cola FEMSA S.A. de manera tal de entender los productos que componen su portafolio, las capacidades de producción, la logística primaria y sus bodegas de almacenamiento.

Con el objetivo de reducción de costos operativos y capital de trabajo surgió esta tesis en la que se investigó la manera reducir el nivel de inventario de producto terminado sin relegar la tasa de abasto en cuanto al cumplimiento en las entregas del mismo.

A lo largo de este trabajo se esclarecieron los beneficios de trabajar con política de inventario de producto terminado basados en datos históricos de demanda y en una metodología estadística que permitan asegurar un nivel óptimo de inventario. Para implementar dicha metodología, se fue buceando en temas que parten desde los fundamentos teóricos en los cuales se basan las teorías de stocks, pasando por las realidades de infraestructura y procesos de Coca Cola FEMSA y se logró optimizar un sistema de inventarios que venía hasta el momento basado más en la experiencia que en fundamentos técnicos y estadísticos.

A partir de un modelo optimizado de inventario se volcaron los beneficios operativos y económico/financieros de manejar un inventario adecuado para cada producto del portafolio. Como principales resultados se logró capturar ahorros para la operación en conceptos como merma de producto, alquiler de depósitos o renta de inmuebles, reprocesos o “repaletizados”, refleteos y un impacto financiero recurrente por la reducción en la necesidad de stock.

PALABRAS CLAVE

Tasa de abasto, stocks, cadena de suministro, capital de trabajo, producto terminado.

INDICE

INDICE	4
INTRODUCCIÓN.....	5
CAPITULO I: CADENA DE SUMINISTRO EN INDUSTRIAS DE CONUSMO MASIVO ...	7
La cadena de suministro	7
Modelo de lote económico	8
Efecto de la incertidumbre en la demanda y en el lead time.....	11
Estrategias de cadena de suministro	14
CAPÍTULO II: INVESTIGACIÓN EMPIRICA	17
COCA COLA FEMSA S.A.....	17
Introducción	17
Portafolio de Productos	19
Infraestructura	22
Planta Alcorta.....	23
Líneas de Embotellado.....	25
Planta Monte Grande.....	37
Unidades operativas, bodegas y depósitos de terceros.....	43
EL MANEJO DETRÁS DE LOS STOCKS	50
El pronóstico de la demanda	50
Cálculo actual de necesidades de producción y stocks	53
Cálculo propuesto de necesidades de producción y stocks.....	55
CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS DE STOCKS	59
Las repercusiones en el manejo de los stocks	59
Impactos en el terreno operativo y económico-financiero	60
CAPÍTULO III: CONCLUSIONES FINALES.....	68
BIBLIOGRAFÍA.....	69
ANEXOS	70

INTRODUCCIÓN

En la industria de consumo masivo de bebidas, así como en muchísimas otras, hay un indicador clave y principal para el sector de Manufactura o Supply Chain que es el Nivel de Servicio o Tasa de abasto. Simplemente, para tener una noción a grandes rasgos, esto no es más que la relación entre producto solicitado por el cliente sobre producto entregado al mismo en tiempo y forma. Ahora bien lógicamente este indicador influye directamente sobre el nivel de inventario que a su vez depende de otras variables como son la variabilidad de la demanda así como también del lead time del rubro y que, en conjunto con el nivel de eficiencia en las líneas de producción determinan el nivel de inventario necesario que sirve para hacer frente a todas estas incertidumbres. Ante una necesidad de reducir costos y capital de trabajo, el stock de producto terminado es algo que siempre está en la mira de todos y que todas las empresas desean minimizar sin afectar las entregas de producto a los clientes. Este estudio pretende en una primera instancia dar un marco teórico para ofrecer una base de conocimiento de estrategias de supply chain y conformación de stocks de inventario de productos terminados. Lógicamente, esto ya ha sido estudiado y hay literatura general sobre este tema, pero en esta tesis se buscar darle un enfoque para la industria de bebidas en particular.

Varias preguntas se plantean ante la necesidad de reducir el stock ¿cómo hacerlo sin que se perjudique el nivel de servicio?, ¿Cuál es la mejor forma de hacerle frente a todas estas variables?, ¿cómo se puede determinar el stock con una base científica y no depender del expertise del usuario?, ¿qué beneficios podrá obtener la operación de reducir el inventario con el que se manejado hasta ahora?

Estas son las preguntas que se pretenden responder a través del estudio del comportamiento de las distintas variables que afectan a las políticas de inventario de la compañía.

Posteriormente se desarrolla un marco empírico en el cual se vuelca las características en cuanto a infraestructura, portafolio de productos y procesos bajos los cuales se lleva a cabo la cadena de suministro en Coca Cola FEMSA. Se hace

foco particularmente en el tratamiento de los stocks de producto terminado que se utilizan hasta el momento y el desarrollo de una metodología estadística que optimiza el inventario haciéndolo mucho más eficiente que al inicio.

Este cambio operativo genera una serie de beneficios en los que se reflejan la reducción del inventario de producto terminado lo que a su vez permite una mejora en otros indicadores como el refloteo, las mermas y los reprocesos.

A lo largo del índice se pueden observar los distintos temas a tratar en esta tesis comenzando por la teoría detrás de la cadena de suministros en las industrias de consumo masivo y para Coca Cola FEMSA en particular. Luego se desarrolla toda la investigación empírica que pretende describir integralmente los productos, los procesos y la infraestructura que componen toda la cadena de suministro dentro de la empresa. Una vez completados estos puntos, se vuelca la investigación estadística desarrollada para el cálculo de los stocks y se realiza la comparativa con respecto a la situación original. Finalmente, se analizan los beneficios operativos de la reducción de los stocks y como estos impactan en el plano económico y financiero de la empresa.

CAPITULO I: CADENA DE SUMINISTRO EN INDUSTRIAS DE CONUSMO MASIVO

La cadena de suministro

El manejo del inventario es una de las claves para un manejo de una cadena de suministro exitosa y tiene un impacto notable en el nivel de servicio y en el costo a lo largo de la cadena. Para tener una noción básica de qué consiste una cadena de suministro, básicamente la misma está compuesta por los siguientes actores: proveedores, que entregan los insumos necesarios para convertirlos en productos terminados en las empresas manufactureras, bodegas y centros de distribución en los cuales se almacena producto para ser trasladado a los centros de consumo. (Roy D. Shapiro, 2013)

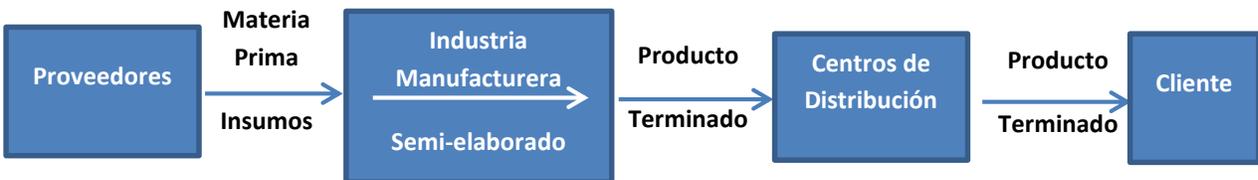


Figura 1.1 La cadena de suministro

Si se observa el *output* que obtenemos de cada eslabón se pueden identificar distintos tipos de manejo de inventario a lo largo de la cadena:

- Stock de materia prima
- Stock de producto semielaborado
- Stock de producto terminado

Cada uno de estos eslabones requiere de su propio mecanismo de control. Esta tesis se enfoca principalmente en el manejo del producto terminado como inventario cuyo nivel se ve afectado por las siguientes variables¹ a saber:

- Lead time

¹ El análisis de estas variables se realizará en el Capítulo III de esta tesis.

- Tiempo de pedidos de desabasto
- Tiempo para colocar la orden de producción
- Tiempo de producción
- Cuarentena
- Tiempo de distribución
- Demanda
- Frecuencias de producción

Modelo de lote económico

Para comenzar a analizar la cadena de suministro, primero es importante tener algunas nociones básicas de teoría de stocks que nos permitan disponer de las herramientas necesarias para ahondar el tema en profundidad.

Comencemos por el principio, por un esquema básico de producción de un producto. Dado un producto “A”, con una demanda que se asume constante a una tasa “a” y que, lógicamente, no presenta desvíos así como un reaprovisionamiento instantáneo, entonces su esquema básico de producción será el siguiente:

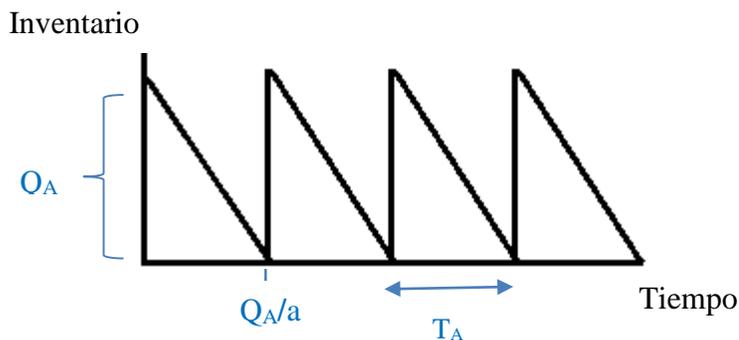


Figura 1.2: Inventario en función del tiempo

Donde:

- “ Q_A ”: Es el tamaño del lote a producir.
- “a”: Es la tasa con la que se demanda el producto A.

- “T_A”: Es el período entre ciclo de producción en el cual se consume el producto “A”.

En este modelo simple de inventario se pueden establecer los siguientes costos asociados:

- Costo de Set up (K): Es un costo fijo asociado a la emisión de la orden de producción, (\$).
- Costo del Producto (c): Es el costo intrínseco de una unidad del producto en cuestión, (\$/u).
- Costo de Mantenimiento del Inventario (h): Es el costo de almacenamiento asociado a mi producto para un determinado período de tiempo, (\$/u.t)
- Costo Total por unidad de tiempo (T): Es la sumatoria de los costos mencionados anteriormente por unidad de tiempo.

Como se puede observar en este modelo no hay quiebres de stock y éste varía entre 0 y Q_A de manera instantánea de acuerdo a lo supuesto anteriormente. Una vez producida la cantidad Q_A el stock se irá consumiendo a una tasa “a” durante un período o ciclo (T_A) de acuerdo a la relación Q_A/a.

En resumen, nos queda:

Costo Total por unidad de tiempo = Costo de Set Up + Costo de Producto + Costo de Inventario

$$T = \frac{aK}{Q} + ac + \frac{hQ}{2}$$

Derivando esta ecuación respecto de Q, se obtiene que:

$$\frac{dT}{dQ} = -\frac{aK}{Q^2} + \frac{h}{2}$$

Igualando esta identidad a cero para obtener el lote óptimo se deduce:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2aK}{h}}$$

Este es el modelo determinístico básico más sencillo que se puede plantear, donde se dificulta trasladarlo a la realidad dado que no se ven plasmadas las variabilidades que encontramos en los procesos de la vida real. En los modelos reales de inventario la incertidumbre abarca un papel fundamental para el manejo de inventarios. (Levi, *Designing and managing the supply chain : concepts, strategies, and case studies*, 2003) (Roy D. Schapiro, 2013)

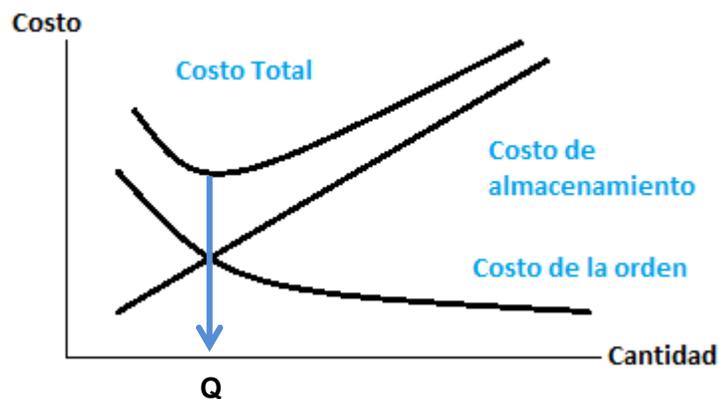


Figura 1.3: Modelo de lote económico

De esta figura se pueden observar ciertas conclusiones:

1. Una política óptima de inventario balancea el costo de almacenamiento con el costo de set up (por unidad de tiempo). A medida que crece la cantidad Q de la orden los costos del mantenimiento del inventario (almacenamiento) se incrementan, mientras que los costos asociados con el set up disminuyen. El óptimo valor para la cantidad de la orden se alcanza en el punto en el cual el costo de set up se iguala al costo de almacenamiento por unidad de tiempo, de acuerdo a:

$$\frac{aK}{Q} = \frac{hQ}{2}$$

2. Haciendo un análisis de sensibilidad sobre el costo total se puede determinar que es insensible a cambios en la cantidad Q , es decir no tiene demasiado impacto sobre el costo de set up ni sobre el costo de almacenamiento. Para

ilustrar esto último, si aplicara un múltiplo m sobre el Q óptimo el costo total variará en una proporción considerablemente menor de acuerdo a:

Análisis de sensibilidad								
m	0,5	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,5	2
Costo total incremental	25%	2,5%	0,5%	0,0%	0,4%	1,6%	8,0%	25,0%

Efecto de la incertidumbre en la demanda y en el lead time

Anteriormente se analizaron las relaciones entre los distintos costos asociados a la orden de producción pero no se analizó la asertividad del pronóstico de la demanda. Llegado a este punto es importante entender que, sin excepción, es válido para cualquier compañía, los pronósticos de demanda serán siempre erráticos en el sentido de que no tiene sentido esperar un ciento por ciento de precisión y que cuanto más largo sea el período o el horizonte en consideración mayor probabilidades de desvíos existen por lo que es conveniente realizar revisiones periódicas del pronóstico. Entonces, para poder acercar un poco más el modelo a la realidad es necesario introducir los modelos estocásticos que reflejen la variabilidad de la demanda y del tiempo de reaprovisionamiento. En un modelo de este tipo debemos considerar un stock de seguridad que nos permita absorber algunas de estas variabilidades. (Levi, *Designing and managing the supply chain : concepts, strategies, and case studies*, 2003) (Levi, *Operations Rules*, 2010).

Dentro de estos modelos de reaprovisionamiento además existen diversos tipos de control de inventarios:

- **De revisión continua:** sistemas en los cuales se revisa la posición de stock² de forma diaria y donde se analiza si hacer o no el pedido de la orden así como la magnitud de la misma.

² La posición de stock es una “foto” del stock en toda la operación en determinado momento. Por ejemplo, en el caso de Coca Cola FEMSA la revisión diaria del stock se hace con la posición de los mismos a las 6hs a.m.

- **De revisión periódica:** sistemas en los cuales la revisión de la posición de inventario se evalúa a intervalos regulares (semanas, meses) y una cantidad apropiada se pide después de la dicha revisión.

El modelo de revisión continua es el que aplicará posteriormente para el caso de Coca Cola FEMSA por lo que se profundizará en la teoría dentro de este sistema de control de inventario.

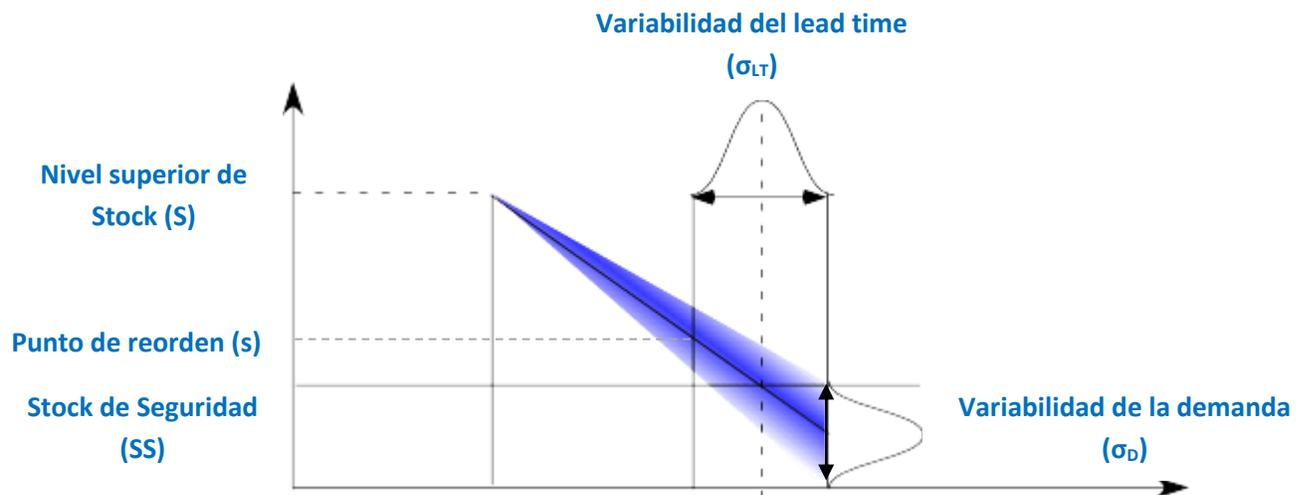


Figura 1.4: La variabilidad en la demanda y en el lead time

Para describir este modelo se realizan ciertos supuestos que paso a detallar a continuación:

- La demanda sigue una distribución normal así como también el lead time de producción. Este tipo de distribución aplica para muchos productos de consumo masivo, como los comercializados por Coca Cola FEMSA.
- Cada vez que se emite una orden de producción, se asume un costo fijo de set up (K), un costo proporcional a la cantidad ordenada ($c \cdot Q$) y un costo de almacenamiento ($h \cdot Q$).
- La posición de stocks es revisada todos los días y se puede lanzar una orden de producción una vez transcurrido el tiempo acorde del lead time.

- Si se hace un pedido (en el caso de FEMSA un desabasto desde las Unidades Operativas o UUOO)s y no hay stock se pierde el pedido (no se cubre el desabasto).
- Se especifica un nivel de servicio (α) determinado para la operación.

Para representar matemáticamente este modelo es necesario definir las siguientes variables y sus relaciones:

- μ_D : Media de la demanda.
- σ_D : Desvío estándar de la demanda.
- μ_{LT} : Media del lead time.
- σ_{LT} : Desvío estándar del lead time.
- s : Punto de reorden
- S : Nivel superior de stock

El punto de reorden (s) tiene dos componentes:

1. La primer componente está relacionada a la necesidad de stock durante el período de lead time. La demanda promedio durante el lead time es: $\mu_{LT} \times \mu_D$
2. La segunda componente representa el stock de seguridad necesario para afrontar las variaciones de la demanda durante el lead time de acuerdo a: $z \times \sigma_D \times \sqrt{\mu_{LT}}$, donde “ z ” es constante y está asociada al nivel de servicio que queremos obtener.

Con lo cual el punto de reorden queda determinado de la siguiente manera:

$$s = \mu_{LT} \times \mu_D + z \times \sigma_D \times \sqrt{\mu_{LT}}$$

Así como el Nivel superior de stock (S):

$$S = Q + s$$

En este modelo el mínimo nivel de stock se alcanza una vez cumplido el lead time, cuando se lanza la orden de producción, es decir al llegar al stock de seguridad (SS), e inmediatamente después de cumplida la orden el stock es:

$$Q + z \times \sigma_D \times \sqrt{\mu_{LT}}$$

Y el stock promedio, está dado por:

$$\frac{Q}{2} + z \times \sigma_D \times \sqrt{\mu_{LT}}$$

Ahora bien, en muchos casos el lead time también puede tener cierta variabilidad que complejiza en cierta manera la ecuación del punto de reorden al incorporar al mismo, de acuerdo a:

$$s = \mu_{LT} \times \mu_D + z \times \sqrt{\mu_{LT} \times \sigma_D^2 + \mu_D^2 \times \sigma_{LT}^2}$$

Estrategias de cadena de suministro

Para hacer eficiente los vínculos entre los distintos eslabones que componen la cadena de suministro, existen diversas estrategias que se adoptan en función del tipo de industria en la que se lleva a cabo el negocio y que apuntan no sólo a coordinar producciones, transportes y manejo de inventarios, sino también, a integrar punta a punta a la cadena desde el cliente hasta los proveedores. Básicamente se pueden identificar tres tipos de estrategias, hay dos principales conocidas como Push y Pull, y una tercera que es en realidad una combinación de estas dos.

Sistema Push

En este tipo de sistema se utilizan pronósticos de mediano/largo plazo y ciclos de producción más largos por lo que les es más difícil reaccionar ante cambios en el mercado como por ejemplo cambios en el patrón de demanda. Generalmente se caracterizan por necesidad de inventarios de seguridad más abultados que

responden a un efecto látigo³ característico en este tipo de sistemas. Además, al entrar en ciclos tan largos y la dificultad de reaccionar rápidamente ante cambios de la demanda, ofrecen un nivel de servicio muy pobre. Por último, otra característica común de este tipo de sistemas es el riesgo de obsolescencia de productos, por ejemplo productos que pueden ser perecederos o productos que pueden quedar obsoletos por estar fuera de moda o ya tecnológicamente desactualizados.

Sistema Pull

Un sistema Pull basa su producción y distribución en a partir de un cierta demanda certera más que basados en un plan de demanda. Lógicamente, en cada uno de estos sistemas existen ciertos matices, pero en teoría en un sistema Pull pleno no se tienen inventarios y sólo se responde pedidos directos de clientes. Esto obliga a una reducción en los tiempos de lead time y obviamente de inventario en todos los eslabones dada la reducción de la variabilidad de la demanda. Este sistema es típicamente utilizado en los modelos Just in time (JIT) en los que los clientes, tanto internos como externos “tiran” de la demanda, en lugar de ser “empujada” por el fabricante.

Naturalmente, estos sistemas son muy difíciles de implementar y en muchos casos impracticables. Por otro lado, una desventaja importante que presenta frente a los sistemas del tipo Push es la imposibilidad de aprovechar las economías de escala al momento de lanzar una producción.

Sistema Push – Pull

Este sistema es una combinación de los dos anteriores en los que se intenta aprovechar las ventajas de cada uno. Generalmente suele aplicarse un sistema tipo Push en las primeras etapas de la fabricación y Pull en las finales. Por ejemplo se

³ El efecto látigo es un efecto que distorsiona la variabilidad de la demanda en la cadena de suministro. La demanda en el consumidor suele ser mucho menos variable que en el retailer, y este a su vez en el distribuidor y éste último a su vez en la fábrica. Lógicamente, este efecto es más significativo a medida que más eslabones integran la cadena.

puede producir cierto producto a través de un plan de demanda determinado, pero dejar la fase final de ensamblado para cuando se posea una pedido concreto.

Dadas las particularidades de estos sistemas hay dos características que ayudan a identificar el tipo de estrategia a aplicar y asociarla a un tipo de industria o producto: éstas son la variabilidad de la demanda y los beneficios de implementar economías de escala en las etapas de producción o distribución. Es intuitivo que a mayor variabilidad de la demanda convendría un sistema que lance las ordenes de producción una vez que se hayan efectivizado los pedidos por parte de los clientes, es decir un sistema Pull. Por otro lado, si la demanda es bastante constante se puede proyectar a largo plazo e implementar un sistema del tipo Push.

Lo mismo vale para las economías de escala, es decir, en las industrias en las que las economías de escala tienen mucha preponderancia se inclinan por un sistema tipo Push y donde son relativamente menos importantes lo hacen por un sistema del tipo Pull. (Levi, Operations Rules, 2010)

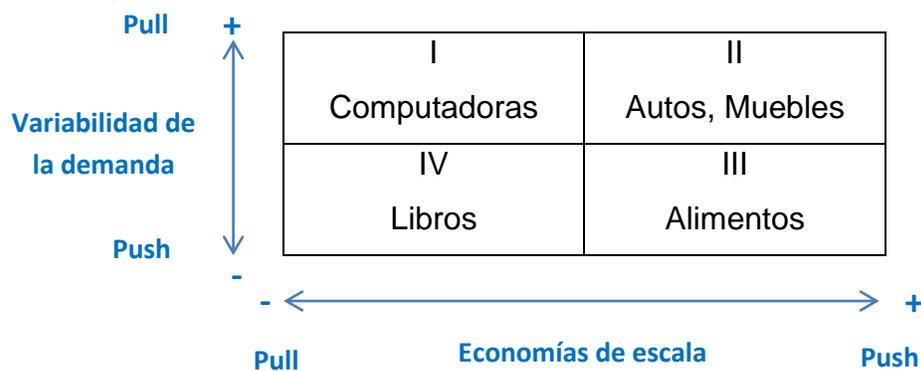


Figura 4.1: estrategias de Cadena de Suministro

CAPÍTULO II: INVESTIGACIÓN EMPIRICA

COCA COLA FEMSA S.A.

Introducción

Coca Cola FEMSA es una empresa de capitales mejicanos que pertenece al grupo FEMSA (Fomento Económico Mejicano SA). FEMSA como holding posee otros negocios en distintos países de Latinoamérica pero en Argentina sólo está involucrado como embotellador de The Coca Cola Company desde 1994, año en el cual obtuvo la franquicia para poder operar en Buenos Aires.

Así como FEMSA, existen otros embotelladores de distintos capitales (mejicanos, chilenos y nacionales) que cubren la venta del territorio argentino y que se muestran en el siguiente gráfico:

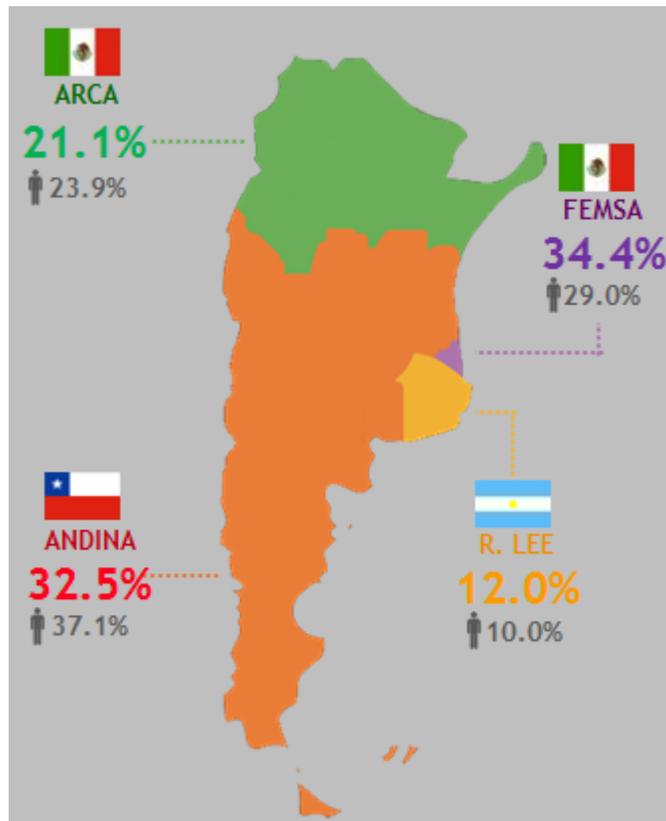


Figura 2.1: Sistema Coca Cola en Argentina

En el mismo se puede observar que si bien Coca Cola FEMSA (a partir de este momento: KOFAR) posee el territorio de menor superficie de cobertura tiene el de mayor densidad poblacional y, por poco margen, la mayor participación en volumen por lo que se encuentra estratégicamente ubicado abarcando los territorios de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y extendiendo su cobertura principalmente hacia el norte (hasta el Partido de San Pedro) y el oeste de la Ciudad de Buenos Aires (llegando hasta el Partido de Suipacha):

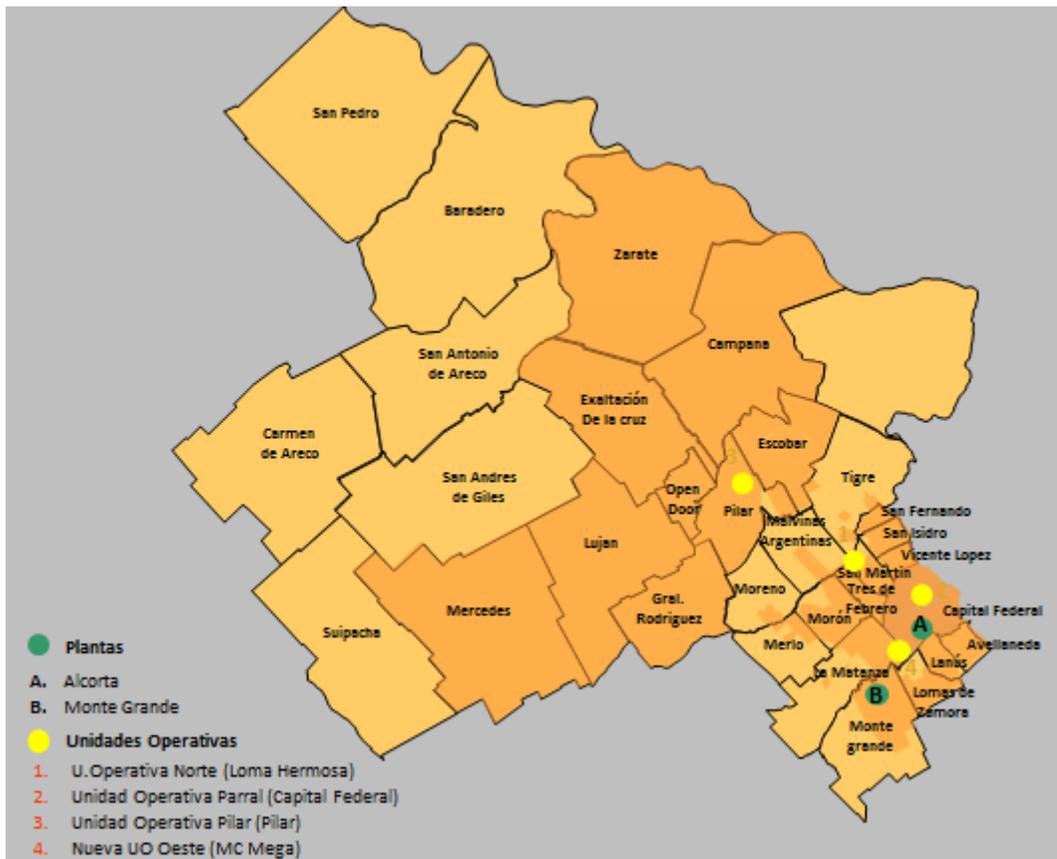


Figura 2.2: Territorio de KOFAR

Dentro de este territorio KOFAR comercializa anualmente un volumen superior a las 200 millones⁴ de Unit Cases⁵ (UC) y emplea a más de 2.700 trabajadores, entre sus dos plantas de producción (Planta Alcorta y Planta Monte Grande) y las cuatro

⁴ De acuerdo a valores del año 2016.

⁵ La Unit Case o la Caja Unidad es la medida patrón utilizada por el sistema Coca Cola como unidad de medida de volumen. Cada Unit Case representa 5,678 lts.

Unidades Operativas (Norte, Parral, Pilar y Mega) que permiten llegar a más de 50.000 clientes a través de los cuales se comercializan más de 200 SKUs de seis categorías distintas.

Portafolio de Productos

El portafolio de productos que maneja Coca Cola FEMSA se puede subdividir en dos grandes ramas o categorías:

Productos carbonatados (CSDs)

Estos productos son el fuerte de la Compañía dado que representan el 80% de la venta (en volumen) y el líder del mercado en este rubro. Se los producen en varios formatos diferentes: latas – envase de vidrio – envase de plástico retornable – envase de plástico no retornable y bag in box (se utilizan para dispensers). Los productos de CSDs fabricados en dichos formatos se comercializan a través de las siguientes marcas propiedad de The Coca Cola Company:

Coca Cola	Coca Cola Zero	Coca Cola Light	Coca Cola Life
			
Sprite	Sprite Zero	Línea Schweppes	Fanta
			
Fanta Zero	Línea Crush		
			

Productos no carbonatados (NCBs)

Representa el 20% restante de la venta total en volumen. En esta categoría ocupa la segunda posición en un mercado de cuatro jugadores grandes. En esta familia de productos existen varias sub categorías a saber:

Aguas saborizadas

Compone el 7,3% de la venta total a través de sus tres marcas:



Aguas

Representa el 6% de la venta total en volumen y se comercializa a través de 2 grandes marcas: Bonaqua y Kin. En esta categoría ocupa la tercera posición detrás de grandes como Villavicencio y Villa del Sur. Se comercializan en diversos formatos como vidrio no retornable, PET e incluso en bidón. La primera se obtiene a través de la compra a un embotellador (Andina) cuya planta de producción se encuentra en Córdoba, mientras que la KIN (tanto el formato bidón como botella) es elaborada en planta Alcorta.



Jugos

A la categoría jugos le corresponde un 5,6% del volumen y es líder de un mercado muy competitivo de cinco jugadores grandes. Estos se comercializan a través de las siguientes marcas en dos formatos diferentes: Tetra y PET.



Isotónicos

Esta categoría representa solamente el 1% de la venta y se comercializa a través de la marca Powerade que está posicionada en el mercado en segunda posición detrás de Gatorade. Este producto se fabrica solamente a través de un proceso de llenado en caliente “Hot Fill” para el cual se cuenta con una sola línea de producción. Se presenta en distintos tamaños de consumo personal 0,5; 0,995 y familiar 1,5 litros.



Infusiones

Es la categoría más nueva del portafolio y representa el 0,3% de la venta en volumen. Se comercializa a través de la marca Fuze. Es un producto sumamente de nicho que, si bien tiene 180 días de vida útil, no siempre resulta suficiente para evitar riesgos de vencimientos. Se comercializa en presentaciones de 0,5 y 1,45 litros.



Infraestructura

Dentro de la operación argentina, como se mencionó más arriba, KOFAR cuenta con dos plantas productivas, planta Alcorta y planta Monte Grande de distintas capacidades de producción y destinadas a distinto tipo de productos que se analizarán más adelante. Además cuenta con cuatro unidades operativas (que no son más que bodegas donde se almacena producto terminado y se despacha producto para las entregas a los clientes). Además posee un depósito propio denominado Dreyer que está muy próximo a la planta de Monte Grande, desde este depósito es donde sale la venta para otros embotelladores del país.

El remanente del stock de producto terminado que por falta de capacidad no se puede almacenar en los establecimientos propios se guarda en depósitos de terceros. Estos depósitos varían su dimensión en función del momento del año (temporada alta o baja) pero en ningún momento se deja de alquilar por completo.

Plantas

	Planta Alcorta	Planta Monte Grande
Líneas de embotellado	10	6
Sopladoras	5	2
Volumen anual de producción (MMUC)	173	37
Eficiencia	63%	74%

Utilización	49,41%	42,67%
Capacidad (pallets)	4.500	850
SKUs	83	91
Head Count	523	194

Tabla 2.1: Características generales de las Plantas.

Unidades Operativas

	Mega	Norte	Parral	Pilar
Superficie Predio (m²)	105.000	25.000	7.600	20.000
Capacidad (pallets)	12.000	4.000	1.300	1.100
Rutas	165	87	49	34
Venta Diaria (MUC)	400	200	74	74
% Volumen	54%	27%	10%	10%
Head Count	388	112	72	159

Tabla 2.2: Características de las UUOOs

Para entender primero la estructura productiva de la empresa es importante conocer la capacidad de cada planta y sus características.

Planta Alcorta

Esta planta es la más importante de FEMSA en territorio argentino y una de las más grandes a nivel latinoamericano. Está ubicada al sur de la Ciudad de Buenos Aires, en el barrio de Pompeya. Como se describió anteriormente produce anualmente un volumen superior a las 173 MMUC (millones de Unit Cases). Mayoritariamente se

encarga de hacer los productos carbonatados, pero también es capaz de hacer ciertos productos no carbonatados (como Aquarius) y agua (marca KIN).

Cuenta en total con diez líneas de producción de las siguientes características generales:

- Tres líneas de embotellado que producen productos retornables (líneas 1, 3 y 5):
 - Vidrio retornable (RGB) en formato de 1,25 litros y en cajón de nueve botellas y 0,35 litros en cajón de 24 botellas.
 - Plástico retornable (REF PET) en formato de 2 litros en cajón de nueve botellas.
- Cinco líneas de embotellado de productos en botellas de PET no retornables (líneas 2, 4, 6, 8 y 9)
 - Estas líneas producen productos en formato PET desde los 0,25 hasta 3 litros.
- Una línea de bidones de agua de 6 litros
- Una línea de dispenser en las que se producen las bolsas (Bag in Box/BIB) y Bulk que luego sirven como suministro de jarabe para las casas de comidas rápidas y cines. Estas bolsas son de 10 y 20 lts dependiendo el producto. Por su parte los Bulks son unos tanques de acero de 300 litros. Cumplen la misma función que un Bag in Box, sólo que son de mayor volumen y son retornables, es decir siguen un circuito cerrado. Al retornar del cliente se lavan y se vuelven a llenar. Se cuenta con una cantidad limitada y bastante constante de estos Bulks dado que su vida útil es muy prolongada. Asimismo sólo se comercializa el producto Coca Cola dentro de estos tanques de alto volumen.



Figura 2.3: Planta Alcorta

Líneas de Embotellado

Es importante describir las características de cada línea en particular que después influyen sobre los análisis de capacidad de cada una de ellas y, lógicamente de stock. Dentro de las características que se describirán a continuación se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- *Formato*, puede ser:
 - Vidrio retornable - Returnable Glass Bottle (RGB)
 - Vidrio no retornable – Non Returnable Glass Bottle (NRGB)
 - Plástico retornable – Refillable polyethylene terephthalate (REF PET).
 - Plástico no retornable – PET
 - Latas
 - Tetra
 - Bidones
 - Bag in Box y Bulks.
- *Categoría*:
 - Productos Carbonatados – Carbonated Soft Drinks (CSDs)
 - Productos No Carbonatados – Non Carbonated Beverages (NCBs):
 - Aguas saborizadas
 - Aguas
 - Jugos

- Isotónicos
- Infusiones
- *Volumen:*
 - Rangos de tamaños de productos que puede producir cada línea en litros.
- *Capacidad mensual de producción*⁶:
 - La capacidad de las líneas de producción se establecen sobre periodos mensuales con las líneas trabajando a tiempo completo las 24 horas, los 7 días de la semana. Para cumplir con esta continuidad se establecen cuatro turnos de producción de 12 horas cada uno que rotan durante el mes en horarios de 6 a 18 horas (turno mañana) y de 18 a 6 horas (turno noche). Esta representa la capacidad máxima que puede dar una línea de producción en un mes determinado (se mide un Unit Cases) y a partir de la misma, de acuerdo a la estacionalidad de la demanda, se establecerán mensualmente la cantidad de turnos necesarios para hacer frente a la demanda de los productos que dicha línea fabrica.
 - Para determinar los valores de capacidades de las líneas se tienen en cuenta diversas variables a tener en cuenta como son:
 - Velocidad nominal de la línea (indicada por el fabricante de la máquina). Para el balanceo de la línea se sigue un diagrama en “V” en el que el cuello de botella de la producción pasa por la llenadora de botellas. Los equipos aguas arriba (Despaletizadora o Sopladora de botellas) y aguas abajo (Encajonadora de botellas o Paletizadora) de la misma están diseñados para funcionar a una cadencia mayor a la de la máquina delicada y clave del proceso de embotellado.

⁶ Se adjunta cuadro de análisis de capacidades en el Anexo.

- Ocupación de la línea: Se establece un porcentaje de ocupación de línea por tamaño de producto. Las líneas tienen diversas velocidades nominales para los distintos tamaños que producen. Estas relaciones no siempre son lineales, es decir, no necesariamente una botella de 1,5 litros se embotella en la misma línea al doble de velocidad que una de 3 litros.
 - Minutos de Marcha Bruta (MMB): Son los minutos de marcha que posee la línea en determinado tiempo descontando los minutos perdidos por mantenimientos programados o feriados.
 - Tiempo de Cambio (TC): Es el tiempo que insume la línea de producción en cambiar de formato. Por ejemplo, pasar de producir un formato de 1 litro a uno de 2 lts.
 - Minutos de Marcha Neta (MMN): Son los minutos de marcha equivalentes, a la velocidad nominal, para obtener el mismo output de producción que los obtenidos durante la marcha bruta.
 - Eficiencia Operativa (Ef Op): es la relación entre MMN y MMB, según: $Ef Op = \frac{MMN}{MMB}$
 - Eficiencia de línea (Ef Lin): es la relación entre MMN, MMB y TC, según: $Ef Lin = \frac{MMN}{MMB+TC}$ o $Ef Lin = \frac{Ef Op}{1+\frac{TC}{MMB}}$
- *Número de SKUs:*
 - Cantidad de SKUs que produce cada línea. Hay líneas que, más allá de producir un formato determinado, están destinadas a fabricar un solo volumen y otras tienen la flexibilidad de producir distintos tamaños de productos. Asimismo hay ciertos SKUs que pueden fabricarse en más de una línea, inclusive, ciertos SKUs del tipo "A" pueden encontrarse en producción en más de una línea al mismo tiempo.

Líneas Retornables

Son las líneas de menor eficiencia por la cantidad de equipos que las integran que hacen el proceso productivo sea más complejo que en las líneas de PET no retornables. Asimismo conllevan una mayor dotación por lo que también son las menos productivas. A excepción del formato de 350 ml, tanto el vidrio 1,25 lts RGB como el 2 lts de REF PET tienen una contribución marginal bastante pobre.

Por otro lado conllevan una logística detrás mucho más complicada que las de PET no retornable dado que se debe seleccionar el envase que retorna mezclado del mercado, monitorear que el parque operativo⁷ no se desvíe de lo necesario para cada corrida de cada SKU particular. Esto puede ocurrir por dos o tres razones principales:

1. Rotura de la línea: En la línea de producción las botellas que no están aptas para ser embotelladas se descartan a través de diversos equipos. La razón principal de rechazo en el REF PET es el scuffing (el desgaste de las paredes laterales del envase) que da un aspecto deteriorado al producto. Por otro lado, en el vidrio, si bien está presente el scuffing los rechazos por rotura de pico son mucho más frecuentes. Los estándares de rotura para cada formato son: 8% para REF PET y 4% para RGB 1,25 y 0,35 lts.
2. El envase puede quedar retenido en el mercado o en los consumidores finales que por algún motivo no están retornando el envase.
3. Puede estar muy alto el stock de mezcla al momento de tener que producir cierto SKU y que el mismo se encuentre “capturado” dentro de la misma.

Línea 1

Línea 3

Línea 5

⁷ El parque operativo es la suma del envase que se encuentra en mi stock como producto terminado, y en las UUOO como mezcla y/o seleccionado. Se pueden estimar las cantidades de envases de cada formato dentro de la mezcla dados los datos históricos de selección de envases.

Formato	Vidrio retornable (RGB)	PET retornable (REF PET)	PET retornable (REF PET)
Categoría	Carbonated Soft Drinks (CSDs)	Carbonated Soft Drinks (CSDs)	Carbonated Soft Drinks (CSDs)
Volumen (en lts)	1,25/0,350	2,00	2,00
Capacidad mensual de producción (MUC)	1.100	3.000	1.500
Numero de SKUs	11	7	7
Eficiencia de línea	49%	49%	32%

Tabla 2.3: Características de las líneas de retornables

Otro factor que es importante monitorear dentro del parque operativo son los “sembrados” de envase con los que generalmente el sector Comercial se propone incrementar la cuota de venta de un cliente determinado o incorporar a alguno nuevo. En estos casos es importante que dicho envase sea adquirido con anterioridad para que no ocurra lo mencionado en el segundo motivo mencionado anteriormente.

Respecto a los ciclos de producción en cada línea es importante notar que para línea 1 se deben contemplar dos volúmenes diferentes de producción (1,25lts y 0,35 lts) y distintos tipos de cajones (x9 y x24 botellas respectivamente) por lo que dado los tiempos de los cambios de conversión se intenta que (dentro de un esquema de tres turnos) la línea produzca una semana 0,35 lts y la siguiente 1,25lts. Dado este tipo de programación se espera que la línea produzca en ciclos de dos o cuatro semanas en cada formato para evitar caer en la necesidad de producir un SKU de 1,25 durante la corrida de 0,35 lts y viceversa.

Línea 1	
SKU	Descripción
16	FANTA NAR.VID.R.1,25LX9
41	COCA COLA RGB 1.25 X9
137	SPRITE VID.RET.1,25LX9
12	FANTA NAR.MED.350CC X 24
71	COCA COLA ZERO 350 X24

89	SCHW. TONICA 350 X24
135	COCA-COLA LIG.350CC X 24
143	SPRITE MED. 350CC X 24
191	SPRITE ZERO.350CC X 24
268	COCA-COLA MED.350CC X 24
300	FANTA POMELO 350 CC X 24

Tabla 2.4: SKUs que maneja la línea 1 (RGB).

Para el caso de las líneas de REF PET la situación es diferente, sólo existen cambios de formato por distinto envase pero siempre se mantienen calibradas las máquinas para un volumen de 2 litros y para un cajón x9 botellas. A diferencia del RGB ciertos sabores comparten el mismo tipo de envase. La agrupación del envase es la siguiente:

Sabor	Tipo de envase
Coca Cola	Contour
Coca Cola Zero	
Coca Cola Light	
Sprite	Multiproducto verde
Sprite Zero	Multiproducto blanco
Schweppes Pomelo	
Fanta	

Tabla 2.5: Envases para REF PET

Línea 3		Línea 5	
SKU	Descripción	SKU	Descripción
47	COCA-COLA RP 2LX9	47	COCA-COLA RP 2LX9
60	COCA COLA ZERO RP 2L X9	60	COCA COLA ZERO RP 2L X9
82	COCA COLA LIGHT RP 2L X9	82	COCA COLA LIGHT RP 2L X9
290	FANTA NARANJA REF PET 2.0 LTS X 9	290	FANTA NARANJA REF PET 2.0 LTS X 9
291	SPRITE REF PET 2.0 LTS X 9	291	SPRITE REF PET 2.0 LTS X 9
98787	SCHWEPES POMELO RP 2 LTS X 9	98787	SCHWEPES POMELO RP 2 LTS X 9
98975	SPRITE ZERO REF PET 2.0 LTS X 9	98975	SPRITE ZERO REF PET 2.0 LTS X 9

Tabla 2.6: SKUs producidos por la línea de plástico retornable (REF PET).

En cuanto a los ciclos en las líneas de REF PET, si bien cualquiera puede producir cualquier sabor, se prioriza la línea 3 para hacer únicamente el sabor Coca Cola

(SKU "A") durante toda la semana mientras que la línea 5, por ser la de menor output, absorbe el resto de los sabores para los cuales hace corridas de una o dos semanas de alcance dependiendo el sabor.

Más adelante, en el Capítulo III, se desarrollará más en profundidad el cálculo de capacidades y necesidades de turnos de producción y ciclos.

Equipamiento de líneas de retornable

Como se mencionó anteriormente este tipo de líneas suele tener una eficiencia menor a la de una línea de PET dado que posee una mayor cantidad de equipos que la integran. Un esquema básico de una línea de retornables es el siguiente:



Figura 2.4: Equipamiento modelo de línea de retornable

Líneas de PET

Por otro lado se encuentran las líneas de PET que son mucho más eficientes y mucho más productivas que las retornables. También tienen una logística detrás

mucho más sencilla dado que no se requiere de toda la operación relacionada con el envase como se vió con las de retornables.

Por las características del proceso productivo, los cambios de formato en las líneas de PET son mucho más rápidos y coexisten generalmente una mayor cantidad de SKUs y volúmenes por línea que en las de retornables.

Dentro del siguiente cuadro se pueden resumir las características principales de las líneas de PET de planta Alcorta:

	Línea 2	Línea 4	Línea 6	Línea 8	Línea 9
Formato	PET	PET	PET	PET	PET
Categoría	Carbonated Soft Drinks (CSDs)	Carbonated Soft Drinks (CSDs)/ Non Carbonated Beverages (NCBs)			
Volumen (en lts)	0,60/1,50	1,50/2,25	2,25	1,5/2,25/3,00	0,25/0,60/1,50
Capacidad mensual de producción (MUC)	1.300	2.500	4.200	4.800	3.300
Numero de SKUs	16	10	3	12	18
Eficiencia de línea	52%	53%	75%	79%	64%

Tabla 2.7: Características de líneas de PET⁸

Dentro de este esquema general, cada línea cuenta con ciertas particularidades a saber:

- Línea 2: Produce los SKUs denominados “B” y “C” dentro de un rango de volúmenes de 0,6 lts hasta 1,5 lts. Manejar este tipo de SKUs en esta línea traen aparejados dos particularidades:
 1. Los lotes de producción suelen ser muy chicos para evitar riesgos de vencimientos.

⁸ No existe actualmente la línea 7. Está siendo desmantelada actualmente para colocar una nueva línea de bidones.

2. Al producir lotes pequeños se hacen muchos cambios de formato que afectan a la eficiencia de línea. Recordar que : $Ef\ Lin = \frac{MMN}{MMB+TC}$.

Línea 2	
SKU	Descripción
1648	COCA COLA 0.6 LTS 6X4
1649	COCA COLA ZERO 0.6 LTS 6X4
1651	COCA COLA LIGHT 0.6 LTS 6X4
2229	FANTA NARANJA 0.6 LTS X 12 (140)
2235	FANTA NARANJA ZERO 0.6 LTS X 12 (140)
98820	SCHWEPES POMELO 0.6 LTS X 12
99003	SCHWEPES POMELO ZERO 0,6 LTS X 12
2095	SCHWEPES TONICA 1.5 LTS X 8
2097	SCHWEPES POMELO 1.5 LTS X 8
2103	FANTA NAR P1.5 X8 SPLASH (90 PACKS)
2104	FANTA NA ZERO 1.5 X8 SPLASH (90 PACKS)
2247	COCA COLA LIFE 1.5 LTS X 8
99004	SCHWEPES POMELO ZERO 1,5 LTS X 8
45	COCA COLA ZERO 1.5 LTS X4
84	COCA-COLA PET 1,5L X 4
181	COCA-COLA LIGHT PET1,5X4

Tabla 2.8: SKUs Línea 2

- Línea 4: Esta línea es la gemela a la línea 2 pero para tamaños de 1,5 lts a 2,25 lts. Es decir que produce SKUs “B” y “C” dentro de este rango de volúmenes. También se ve afectada por las mismas condiciones con los lotes y los cambios de formato; aunque en menor medida que la línea 2 porque a mayor volumen, a pesar de ser un SKU “B” o “C” la incidencia de la vida útil en el tamaño de lote es bastante menor⁹.

Línea 4	
SKU	Descripción
93	COCA-COLA P 2.25 X 4
145	SPRITE P 2.25 X 4
155	CRUSH POM. A. PET 2.25 X8
182	CC LIGHT 2.25 X4 TERM
190	CRUSH TONICA 2,25 X8
210	CRUSH NARANJA PET 2,25X8

⁹ Ver tabla de vida útil de productos en Anexo.

213	CRUSH LIMA LIMON 2,25X8
2099	SCHWEPES POMELO 2.25 LTS X 8
2241	COCA COLA ZERO 2.25 LTS X 4
84036	SODA KIN PET 2,25X8 CONT

Tabla 2.9: SKUs Línea 4

- Línea 6: Esta línea es bastante eficiente dado que tiene muy pocos cambios de formato y solamente produce SKUs del tipo “A” por lo que las corridas de producción suelen ser prolongadas. Se concentra en el tamaño 2,25 lts formato Contour por lo que no resulta necesario cambiar los moldes de la Sopladora y todas las calibraciones del resto del equipamiento de la línea se mantienen constantes.

Línea 6	
SKU	Descripción
77	CC ZERO P 2.25 X8
91	COCA-COLA P 2.25 X8
187	CC LIGHT 2.25 X8 TERM

Tabla 2.10: SKUs Línea 6

- Línea 8: Es la línea con mayor output de la compañía (4.800 MUC/mes) y además es bastante flexible y rápida para efectuar los cambios de formato por lo que a pesar de manejar más SKUs de distintos tamaños que otras líneas mantiene una mejor eficiencia de línea. Produce generalmente volúmenes 2,25 lts y 3,00 lts aunque también tiene una muy buena performance en el 1,5lts. Solamente produce SKUs del tipo “A”.

Línea 8	
SKU	Descripción
77	CC ZERO P 2.25 X8
91	COCA-COLA P 2.25 X8
187	CC LIGHT 2.25 X8 TERM
39	FANTA N P 2.25 X8
162	SPRITE P 2.25 X8
200	SPRITE ZERO PET 2.25X8
96	COCA COLA 1.5 LT PET NR 12 C
2492	COCA COLA PET 3.0 LITROS X 6
2501	COCA COLA LIGHT PET 3.0 LITROS X 6

2559	COCA COLA ZERO PET 3.0 LITROS X 6
98744	SPRITE PET 3.0 LTS X 6
98821	FANTA NARANJA 3.0 LTS X 6

Tabla 2.11: SKUs Línea 8

- Línea 9: Es el espejo de la línea 8 pero para formatos de consumo personal (menores a 1,5 lts). Posee una gran variedad de SKUs y tamaños por lo que se bastante afectada por los cambios de formato. En esta línea solamente se manejan SKUs “A” o “B”. Es la línea más rápida en el manejo de formatos de 0,25 lts a 1,5 lts.

Otra particularidad muy importante de esta línea es que, hasta el momento, es la única línea de producción de planta Alcorta capaz de embotellar productos carbonatados (CSDs) y no carbonatados (NCBs). Es por ello que de manera mensual entra en ciclo de producción de los SKUs “A” de la marca Aquarius de tamaño 0,6 lts¹⁰. También podría hacer 1,5 lts de Aquarius en esta línea pero hay que derribar ciertas barreras de elaboración para poder darle continuidad a la línea en este tamaño y sabor.

Línea 9	
SKU	Descripción
2520	COCA COLA PET 250 CC X 16
1648	COCA COLA 0.6 LTS 6X4
1649	COCA COLA ZERO 0.6 LTS 6X4
1651	COCA COLA LIGHT 0.6 LTS 6X4
2230	COCA COLA ZERO 0.6 LTS X 12 (140)
2231	COCA COLA 0.6 LTS X 12 (140)
2232	SPRITE ZERO 0.6 LTS X 12 (140)
2233	COCA COLA LIGHT 0.6 LTS X 12 (140)
2234	SPRITE 0.6 LTS X 12 (140)
84440	AQUARIUS MANZANA 0.6 LTS X 6
84441	AQUARIUS PERA 0.6 LTS X 6
84442	AQUARIUS POMELO 0.6 LTS X 6
84443	AQUARIUS NARANJA 0.6 LTS X 6
2106	COCA COLA ZERO 1.5 LTS X8 (90 PACKS)
2107	CCL PETAL.1.5LX8 CONTOUR (90 PACKS)

¹⁰ Más adelante se verá que el resto de los SKUs de Aquarius 0,6 lts se producen en Planta Monte Grande al igual que el resto de los tamaños del mismo sabor.

2108	SPRITE ZERO 1.5LX8 CONT (90 PACKS)
2109	SPRITE 1.5L X 8 CONTOUR (90 PACKS)
96	COCA COLA 1.5 LT PET NR 12 C

Tabla 2.12: SKUs Línea 9

Equipamiento de líneas de PET

Como se mencionó anteriormente, una de las ventajas de las líneas de PET por sobre las de retornable (además del manejo del envase) es la mayor simplicidad de sus equipos y de sus layouts. Además requieren de menos personal por turno para ser operadas. Se calculan siete personas para poder operar una línea de PET no retornable, mientras que para una retornable el número asciende a entre 15 y 20 personas por turno.

Un esquema típico de conformación de una línea de PET no retornable es el siguiente:

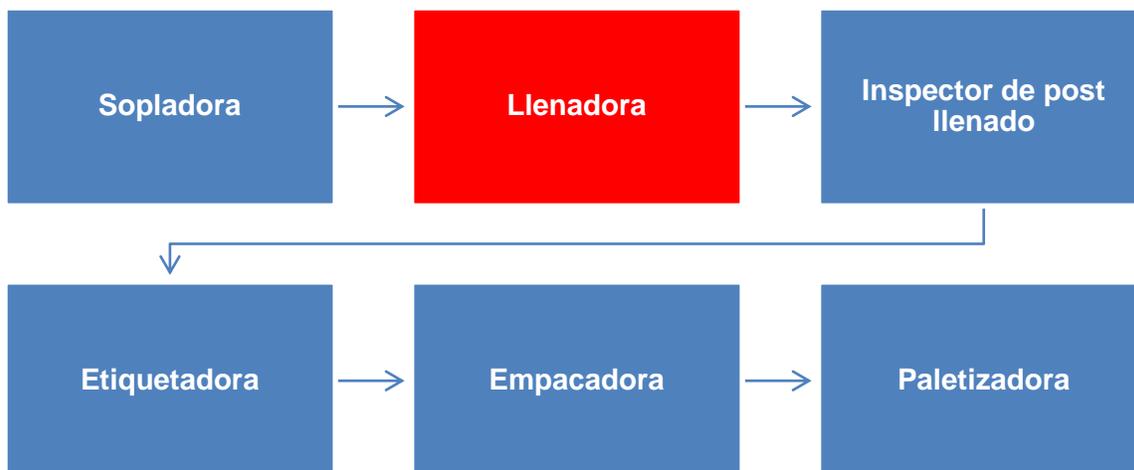


Figura 2.5: Equipamiento de una línea de PET no retornable

Línea de Bidones, Bag in Box & Bulk

Estas líneas son de mucho menor output que las descritas anteriormente e inclusive constan de ciertos procesos bastante manuales como el paletizado, tal es

así que para el caso de la línea de Bulk y Bag in Box (BIB) no se contempla medición de eficiencia. Asimismo, la línea de Bidones es una línea muy sencilla, que al tener solamente un SKU a producir arroja una muy buena performance en cuanto a eficiencia.

	Línea Bidones	Línea BIB & Bulk
Formato	Bidones	BIB y Bulk
Categoría	Agua Plain	Carbonated Soft Drinks (CSDs)
Volumen (en lts)	6,00	10/20/300
Capacidad mensual de producción (MUC)	320	800
Numero de SKUs	1	11
Eficiencia de línea	86%	N/A

Tabla 2.13: Características de línea de Bidones, BIB y Bulk.

Los SKUs que se operan en estas líneas son los siguientes:

Línea Bidones		Línea BIB & Bulk	
SKU	Descripción	SKU	Descripción
84475	BIDON KIN 6 LTS x 2	26	FANTA N BIB 10L
		46	COCA-COLA ZERO BIB 10L
		69	COCA-COLA BIB 10L
		90	SCHW. TONICA BIB 10L
		148	SPRITE BIB 10L
		178	COCA-COLA LIGHT BIB 10L
		194	SPRITE ZERO BIB 10L
		98712	SCHWEPES POMELO BIB X 10 LTS
		27	FN.BIB 20L
		70	COCA-COLA POST.BIB 20L.
		68	COCA-COLA POST-MIX X301L

Tabla 2.14: SKUs de Línea de Bidones, BIB y Bulk

Planta Monte Grande

Planta Monte Grande es la segunda planta de FEMSA en Argentina y está ubicada en Monte Grande, partido de Echeverría, provincia de Buenos Aires. Es una planta de menor volumen de producción comparada con Alcorta y ronda las 37 MMUC al año. A pesar de ello cuenta con muchas categorías de productos que se fabrican diariamente, de hecho con excepción de las aguas plain, todo el resto de las categorías (CSDs y NCBs) son producidas en esta Planta. Además, la mayoría de la venta hacia otros embotelladores corresponde a productos producidos en esta planta.

Para poder fabricar con esta versatilidad de categorías cuenta con seis líneas de producción que son muy diferentes entre sí.



Figura 2.6: Planta Monte Grande

Línea de Hot Fill

Es la línea 1 de la planta Monte Grande. En esta línea se producen jugos, isotónicos e infusiones a través de un proceso de llenado en caliente. Esta es una línea que tiene una importante cantidad de SKUs en su haber por lo que los tiempos de cambios pesan mucho sobre la eficiencia de la misma. Si bien, la mayoría son SKUs “B”, “C” y “D” la vida útil de los mismos es bastante mayor a la de un producto carbonatado por lo que los ciclos de producción de estos productos suelen ser de mayor alcance a los descriptos para los productos de Alcorta¹¹.

Línea Hot Fill

¹¹ Ver tabla de vida útil en el Anexo.

Formato	PET (de mayor gramaje al de las líneas de PET regulares)
Categoría	Jugos, Isotónicos e Infusiones
Volumen (en lts)	0,3/0,5/1,0/1,5
Capacidad mensual de producción (MUC)	850
Numero de SKUs	25
Eficiencia de línea	50%

Tabla 2.15: Características de la línea de Hot Fill

Otra consideración importante para esta línea son las cuarentenas¹² que deben respetar las distintas categorías (incluso varía en algunos casos por el sabor en cuestión). En el caso de los productos de esta línea, que se detallan a continuación, la cuarentena varía entre los 7 y los 10 días.

Línea 1	
SKU	Descripción
99056	FUZE TEA LOW CAL DURAZ 1.45x4
99057	FUZE TEA LOW CAL LIMON 1.45X4
99058	FUZE TEA LOW CAL PERA 1.45L x4
99059	FUZE TEA LOW CAL POM 1.45L x4
98614	POWERADE NARANJA HF 995 CC X 6
98615	POWERADE MOUNTAIN BLAST HF 995 CC X 6
98616	POWERADE MANZANA HF 995 CC X 6
98617	POWERADE FRUTAS TROPICALES HF 995 CC X 6
98994	POWERADE POMELO ZERO 995 CC X 6
129300	CEPITA DURAZNO DELICIOSO 300 CC X 6
129304	CEPITA NARANJA TENTACION 300 CC X 6
84257	GEAU REVIVE 500 CC X 6
84259	GEAU ESSENTIAL 500 CC X 6
98553	POWERADE NARANJA HF 500 CC X 6
98554	POWERADE MOUNTAIN BLAST HF 500 CC X 6
98555	POWERADE MANZANA HF 500 CC X 6
98556	POWERADE FRUTAS TROPICALES HF 500 CC X 6
98993	POWERADE POMELO ZERO 0,5 LTS X 6

¹² Se podrán revisar detalladamente las cuarentenas para las distintas categorías y sabores en el Anexo.

99060	FUZE TEA LOW CAL DURAZNO 500x6
99061	FUZE TEA LOW CAL LIMON 500x6
99062	FUZE TEA LOW CAL PERA 500x6
99063	FUZE TEA LOW CAL POM 500x6
99127	CEPITA NARANJA PET 1 LITRO X 6 (140)
99128	CEPITA DURAZNO DELICIOSO PET 1 LITRO X 6 (140)
99129	CEPITA MANZANA PET 1 LITRO X 6 (140)

Tabla 2.16: SKUs de línea de Hot Fill

Línea de latas

Esta línea se representa como línea 2 de Monte Grande. Tiene la particularidad de ser la única línea de latas del país (del sistema Coca Cola lógicamente) por lo que abastece a todo el resto de los embotelladores del país e inclusive se exporta a Uruguay y Paraguay, de hecho, dentro del total de la venta a embotelladores (llevada a la unidad patrón unit case), las latas son las que mayor volumen representan.

Es una línea que posee una eficiencia de línea bastante buena y, si bien posee una gran cantidad de SKUs, los cambios son bastante rápidos dado que permanece generalmente haciendo el formato de 0,354 lts e ingresa en ciclo de 0,25 lts solamente una vez al mes.

Línea de latas	
Formato	Latas
Categoría	CDS/NCBs
Volumen (en lts)	0,25/0,354
Capacidad mensual de producción (MUC)	1.400
Numero de SKUs	19
Eficiencia de línea	78%

Tabla 2.17: Características de línea de latas

Además posee la particularidad (al igual que línea 9 de planta Alcorta) de poder producir tanto CSDs como NCBs (Aquarius). Actualmente sólo produce un SKU no carbonatado y en un ciclo aproximado de dos meses.

Línea 3 y Línea 7

Estas líneas producen exclusivamente productos no carbonatados. En particular línea 3 fabrica jugos (carioca naranja) y aguas saborizadas (distintos sabores de aquarius) desde 0,6 a 1,5 lts. Asimismo, ante la necesidad de producir alguno de los sabores de 0,6 lts que se programan en la línea 9 de Alcorta (los cuatro de mayor volumen en dicho formato), esta línea puede cubrirlos. Si bien el producto final es el mismo para ambas líneas, el formato de los insumos (en particular el film termocontraíble que conforma el paquete es diferente) por lo que generalmente se cuenta con un remanente de stock de insumos de estos sabores para poder producirlos en esta línea.

	Línea 3	Línea 7
Formato	PET	PET
Categoría	Agua saborizadas/Jugos	Agua saborizadas/Jugos
Volumen (en lts)	0,6/1,5	1,5/2,0/2,25
Capacidad mensual de producción (MUC)	1.195	1.800
Numero de SKUs	20	12
Eficiencia de línea	77%	76%

Tabla 2.18: Características de línea 3 y 7

En el caso de línea 7, esta línea se concentra en los formatos familiares grandes 2,25 y 2 lts, pero además tiene la posibilidad de producir por “desborde” el 1,5 lts que no logra fabricar la línea 3.

Muchas veces durante las producciones pueden surgir imprevistos (roturas) en las líneas de producción que impliquen volcar jarabe o bebida ya elaborada. Para evitar incurrir en esta pérdida se trata de lograr cierta simultaneidad en la programación de los sabores que producen estas líneas de manera tal que permita absorber el concentrado o la bebida elaborada de una línea en la otra.

Los SKUs que producen líneas 3 y 7 se resumen en la siguiente tabla:

Línea 3		Línea 7	
SKU	Descripción	SKU	Descripción
84445	AQUARIUS POMELO ROSADO 0.6 LTS X 6	84452	AQUARIUS LIMONADA 2.25 LTS X 6
84446	AQUARIUS LIMONADA 0.6 LTS X 6	84469	AQUARIUS MANZANA 2.25 LTS X 6
84450	AQUARIUS DELIGHT PERA 0.6 LTS X 6	84470	AQUARIUS NARANJA 2.25 LTS X 6
84451	AQUARIUS DELIGHT NARANJA 0.6 LTS X 6	84471	AQUARIUS PERA 2.25 LTS X 6
84529	AQUARIUS DELIGHT MANZANA 0.6 LTS X 6	84472	AQUARIUS POMELO 2.25 LTS X 6
84532	AQUARIUS DELIGHT POMELO 0.6 LTS X 6	84473	AQUARIUS POMELO ROSADO 2.25 LTS X 6
84535	AQ.DELIGHT MAN.600x6 PARA FB	84506	AQUARIUS DELIGHT NARANJA 2.25 LTS X 6
84536	AQ.DELIGHT POM.600x6 PARA FB	84507	AQUARIUS DELIGHT PERA 2.25 LTS X 6
84460	AQUARIUS LIMONADA 1.5 LTS X 6	84531	AQUARIUS DELIGHT MANZANA 2.25 LTS X 6
84461	AQUARIUS MANZANA 1.5 LTS X 6	84534	AQUARIUS DELIGHT POMELO 2.25 LTS X 6
84462	AQUARIUS NARANJA 1.5 LTS X 6	97555	HI C NARANJADA 2.0 LITROS X 4
84463	AQUARIUS PERA 1.5 LTS X 6	98791	HI C MANZANA 2.0 LITROS X 4
84464	AQUARIUS POMELO 1.5 LTS X 6		
84465	AQUARIUS POMELO ROSADO 1.5 LTS X 6		
84466	AQUARIUS UVA 1.5 LTS X 6		
84467	AQUARIUS DELIGHT NARANJA 1.5 LTS X 6		
84468	AQUAIRUS DELIGHT PERA 1.5 LTS X 6		
84530	AQUARIUS DELIGHT MANZANA 1.5 LTS X 6		
84533	AQUARIUS DELIGHT POMELO 1.5 LTS X 6		
97028	CARIOCA NAR. PET 1.5 X 6		

Tabla 2.19: SKUs correspondientes a línea 3

Líneas de Tetra

En planta Monte Grande se cuenta con dos líneas de Tetra: una para consumo personal de 0,20 lts y otra de consumo familiar de 1 lt. Además de ser líneas de tecnología muy reciente (menores a tres años), que se caracterizan por la

simplicidad de las máquinas involucradas, son líneas de muy altos niveles de eficiencia que inclusive superan el 90% por ciertos períodos.

	Línea 5	Línea 6
Formato	Tetra	Tetra
Categoría	Jugos	Jugos
Volumen (en lts)	1,0	0,2
Capacidad mensual de producción (MUC)	1.370	470
Numero de SKUs	20	12
Eficiencia de línea	80%	86%

Tabla 2.20: Características de líneas 5 y 6

Los buenos niveles de eficiencia sumados al hecho de que no tienen una demanda extraordinaria hacen que no se requieran más de 1 o 2 turnos a lo largo del año en estas líneas. Otro factor importante, al igual que con las líneas de PET, es que se intenta programar una secuencia de sabores que permita agotar las elaboraciones de una línea en la otra en caso de algún inconveniente técnico que pudiera surgir en alguna de las dos.

La cartera de productos manejados por estas líneas son las siguientes:

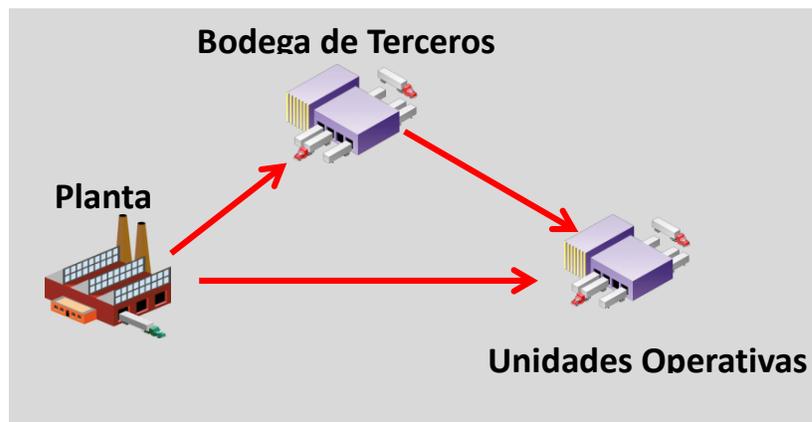
Línea 5		Línea 6	
SKU	Descripción	SKU	Descripción
99027	CEPITA NARANJA 1 LITRO X 8	98031	CEPITA MANZANA TETRA 200 CC X 6
99034	CEPITA MANZANA 1 LITRO X 8	98032	CEPITA NARANJA TETRA 200 CC X 6
99035	CEPITA MULTIFRUTA 1 LITRO X 8	98033	CEPITA MULTIFRUTA TETRA 200 CC X 6
99036	CEPITA NUTRI DEF NARANJA 1 LITRO X 8		
99037	CEPITA NARANJA 100% 1 LITRO X 8		
99038	CEPITA MANZANA 100% 1 LITRO X 8		

Tabla 2.21: SKUs de líneas de Tetra

Unidades operativas, bodegas y depósitos de terceros

Dentro de la Operación de KOFAR se cuenta con 4 Unidades Operativas que se encargan de almacenar producto y despachar los camiones para la venta. A la vez también se almacena producto en las bodegas de las Plantas de Alcorta y Monte Grande, un depósito satélite en Monte Grande denominado “Dreyer” y en depósitos de terceros que se alquilan durante todo el año con cierta variabilidad entre temporada alta y baja. Es decir, que la cantidad de metros cuadrados a alquilar varía a lo largo del año y lo hace entre un 20% y un 36% del inventario total de la empresa en baja y alta temporada respectivamente. Es importante entender la composición y distribución de nuestro stock así como también las triangulaciones adicionales que se generan con las bodegas de terceros contratadas para evaluar correctamente los costos incrementales en los que incurre la operación al utilizarlos.

Para que sea más explicativo, las “triangulaciones” se refieren a un sistema logístico del siguiente tipo:

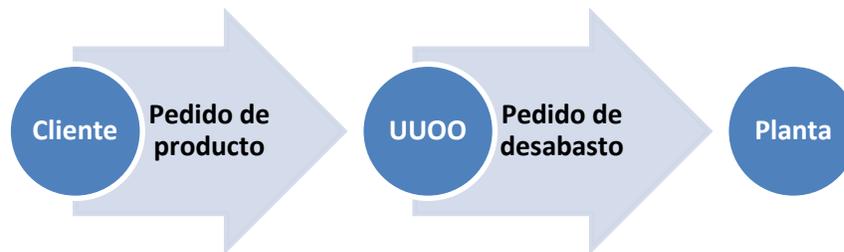


Donde el producto, dependiendo de diferentes variables del momento, puede ser enviado directamente desde Planta hacia las Unidades Operativas (y de ahí a los Comercios, Supermercados, etc.) o puede ser almacenado, provisoriamente, en una bodega de terceros para, posteriormente, reenviarse hacia una Unidad Operativa.

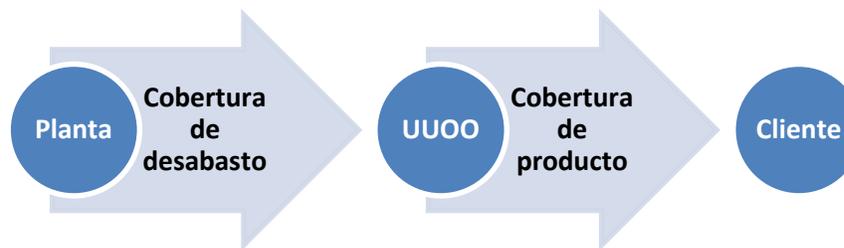
Una vez presentado este esquema, es importante delimitar la extensión del estudio de la presente tesis hasta las UUOOs, es decir, a todo el universo de la cadena de

suministro hasta entregar el producto terminado en dichos almacenes. Para comprender mejor este punto vale entender primero cómo se hacen los pedidos y las coberturas ejemplificadas en la siguiente cadena:

1) Primer paso



2) Segundo paso



Básicamente, el proceso es el siguiente, las UUOO reciben los pedidos de los Clientes y, si no tienen suficiente producto en stock hacen lo que se conoce como pedido de desabasto a la Planta que no es más que el pedido de envío de producto para asegurar la cobertura al Cliente. En caso de contar con ese producto en Planta o en algún depósito de terceros la Planta cubre ese pedido de desabasto y envía dicho producto a UUOO. Este es el proceso sobre el cual nos basaremos y sobre el cual medimos nuestro nivel de servicio.

Unidad operativa Mega

Esta unidad es la más importante en cuanto a volumen de almacenamiento y venta que se despacha desde esa unidad operativa. Esta estratégicamente ubicada en el

mercado central por lo que tiene rápida salida hacia la Capital y el Gran Buenos Aires; además se encuentra muy próxima a planta Alcorta y planta Monte Grande.



Figura 2.7

Además de almacenar producto terminado en esta Unidad Operativa se realizan el armado de combos y la selección de envases retornables.

Los datos más importantes de esta unidad son que tiene una capacidad de almacenamiento para 12.000 pallets para una venta que puede variar en promedio para baja temporada de 1.600 pallets a 2.300 pallets diarios en temporada alta por lo que los alcances promedios oscilan entre los 7,5 y 5,2 salidas¹³. Además es la unidad que más rutas cubre totalizando 165.

Como se mencionó anteriormente además del proceso de gestión de la bodega, cuenta con un horno de termo-contracción para el armado de combos (paquetes) entre distintos SKUs que sería impracticable de fabricar en una línea de producción, y con una línea de selección de envases retornables en cual se procesa toda la “mezcla” que viene del mercado. Este proceso comienza con la devolución de los clientes, principalmente del canal Tradicional, del envase de REF PET 2lts, RGB 1,25 mezclado en los cajones de 9 botellas y con los clientes On Premise (restaurantes) que devuelven el envase de 0,35 lts mezclado en cajones de 24 botellas. Cada camión del transporte secundario (T2) que atiende a cada cliente efectúa la venta de retornable contra la devolución del envase correspondiente o contra la compra del mismo por parte del cliente. Este envase retorna a cada unidad operativa correspondiente desde la cual se efectuó la venta y luego es redirigido

¹³ Las salidas se refieren a los días de venta (lunes a sábados).

directamente hacia la Mega para su selección y posterior envío a planta Alcorta para abastecer a las líneas de producción de retornables. Hay otro canal, denominado Indirectos que retira el producto terminado directamente desde planta Alcorta y lo devuelve directamente seleccionado.

Unidad Operativa Norte

Esta unidad es la segunda de mayor envergadura. Tiene una capacidad de almacenamiento de 4.000 pallets y cubre 87 rutas de venta. En esta unidad operativa el promedio de venta en temporada baja es de 760 pallets por salida y asciende a un promedio de 1.232 pallets por salida en alta temporada. En esta unidad operativa, al igual que el resto, el stock respecto a la venta, es decir el alcance, es inferior en comparación con la Mega. Para UUOO Norte el alcance es de 5,26 salidas en temporada baja y 3,25 en alta.



Figura 2.8: Unidad Operativa Norte

Unidad Operativa Parral

Es una unidad operativa mucho más pequeña respecto de las anteriores pero estratégicamente ubicada en el centro de Ciudad de Buenos Aires. Posee una capacidad de almacenamiento de 1.300 pallets para una venta promedio en temporada baja de 280 pallets por salida y 366 pallets por salida en temporada alta, a través de 49 rutas de venta. Estos valores representan un alcance de 4,64 salidas en temporada baja y 3,55 en alta. Tiene la característica por su ubicación de vender

en mayor proporción al resto de las unidades el retornable de mediana (0,35 lts) que se comercializa a través del canal On premise a bares y restaurantes.



Figura 2.9: Unidad Operativa Parral

Unidad operativa Pilar

Es la operación más chica de todas que tiene capacidad únicamente para 1.100 pallets para una venta de 250 pallets por salida en temporada baja y 373 promedio por salida en alta, a través de 34 rutas de venta. A su vez, esta unidad operativa es la más distante a las plantas y al resto de las UUOOs excepto Norte, por lo que hay que estar muy atentos al momento de recibir un pedido de desabasto de esta unidad de despachar el producto en tiempo y forma para poder cubrir la venta a tiempo.



Figura 2.10: Unidad Operativa Pilar

Bodegas de Planta Alcorta y Monte Grande

Tanto planta Monte Grande como Alcorta cuentan con sus respectivas bodegas. En Monte Grande la misma posee una capacidad para almacenar hasta 850 pallets, no se despacha directamente venta desde esta bodega con excepción de eventuales exportaciones a embotelladores de Uruguay y Paraguay que se realizan

exclusivamente desde este local por ser el único habilitado para dicho propósito. Además, dada la escasa capacidad de almacenamiento de esta bodega, muy próxima a la misma se encuentra el depósito de Dreyer que puede estibar hasta 7.000 pallets y que es de gran utilidad para almacenar los productos de fabricados en Monte Grande previos a ser despachados a las UUOOs mientras se aguarda a que los mismos cumplan con su cuarentena. Otra característica importante de este depósito es que desde el mismo se despacha la venta de latas, cepita tetra y algunos productos de hot fill a otros embotelladores locales (no de exportación).

En planta Alcorta la situación es diferente, tiene una capacidad de almacenamiento de 4.500 pallets (que se puede estibar hasta los 6.000 pallets en temporada alta). Desde esta planta sí se despacha venta regularmente al canal llamado revendedor o indirecto que retira alrededor de 900 pallets por salida en temporada baja y 1.600 pallets por salida en temporada alta. Esto ofrece un alcance de 5 salidas en temporada baja y de sólo 2,81 salidas en temporada alta, lo cual obliga muchas veces a tener que redespachar producto desde un depósito de terceros o unidad operativa hacia planta Alcorta. Esto ocurre con mayor frecuencia en los productos clase "C" y "D" que produce Alcorta con ciclos más largos a los de mayor volumen de venta y que obliga a tener que retirarlos de planta por una cuestión de espacio físico más allá de que deban volver a traerse para cubrir venta en el futuro.

EL MANEJO DETRÁS DE LOS STOCKS

El pronóstico de la demanda

El proceso del conformado del pronóstico de la demanda tiene varias etapas. Comienza con el armado del Business Plan (BP) para el año “n” a mitad del año “n-1”. Este ejercicio sirve para definir compromisos de volumen, acordar estrategias con la compañía Coca Cola, proyectar necesidades de inversión, requerimientos operativos y proyectar resultados financieros. Este análisis comienza en Mayo del año “n-1” y perdura mediados de Agosto del mismo año ya con las aprobaciones del corporativo en Méjico y de Coca Cola.

Posteriormente a este análisis se van haciendo cada dos o tres meses actualizaciones al mismo que se denominan “Rollings” y que sirven para ir adecuando las necesidades operativas, resultados financieros y demás proyecciones a la realidad de las ventas. Hay muchos factores que pueden incidir en el cambio de un Rolling a otro como por ejemplo: una suba o baja en la tendencia de las ventas, una inclinación del mercado por alguna categoría en particular, el lanzamiento de un nuevo producto no previsto en el BP o en el Rolling anterior, una nueva estrategia de la competencia e incluso alguna nueva normativa gubernamental.

El primer Rolling comienza en diciembre del año “n-1”, este se denomina: “Rolling 0+12” por tener doce meses por delante aún en su proyección. Posteriormente al cierre de febrero se presenta el Rolling 2+10 con diez meses de proyección por delante. Así sucesivamente se llevan a cabo los Rollings 5+7, 7+5, y 10+2. Más allá de estos Rollings, el sector de Inteligencia de Mercado efectúa otros dos ejercicios complementarios:

1. Al final de cada mes durante la reunión de sales & operations (S&Op) de la Dirección¹⁴ entrega el volumen comprometido para el mes siguiente que puede diferir respecto al informado en el rolling en curso también por alguna tendencia o estrategia de las mencionadas anteriormente y principalmente acciones comerciales que se piensan ejecutar lo cual resulta de gran utilidad para ajustar algunos temas operativos relacionados con capacidades, stocks, insumos, etc.
2. Se realiza además un pronóstico semanal que entrega el área de inteligencia de mercado a planeamiento de la producción posterior a la reunión de S&Op operativa¹⁵. Este pronóstico sirve para ajustar en caso de ser necesario las producciones diarias de algún SKU tipo “A” (de ciclos cortos) o también para dar una mayor precisión de la semana del impacto de determinada acción comercial. Además, brinda información muy detallada sobre la venta de las próximas semanas. En el mismo se detalla la venta por SKU de las próximas trece semanas e inclusive la apertura diaria y por centro de suministro (Unidad Operativa, Alcorta, Monte Grande o Dreyer) para las primeras tres semanas por lo que es muy útil a la hora de tener que distribuir el stock correctamente entre las distintas unidades operativas¹⁶.

El siguiente calendario resume la secuencia:

¹⁴ Las reuniones de S&Op de Dirección se efectúan una vez por mes. En la misma se cierran los compromisos del mes siguiente en cuanto a: volumen de ventas, lanzamientos de nuevos productos, acciones comerciales, requerimientos de producción y distribución, etc.

¹⁵ Además de la reunión mensual a nivel directivo se realizan reuniones semanales a nivel operativo para dar seguimientos a los lineamientos definidos en la reunión mensual.

¹⁶ Se puede contemplar el Anexo modelos de ejemplo de este tipo de pronóstico semanal.

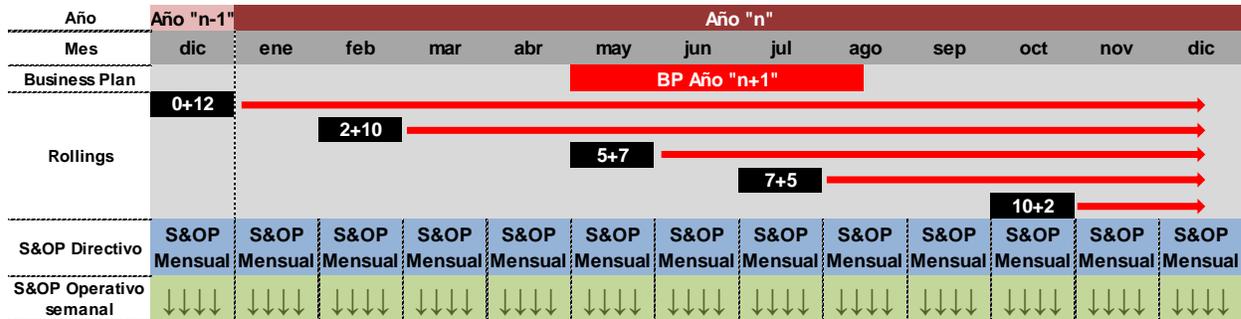


Tabla 3.1: Cronograma BP y Rollings

Es importante hacer un comentario adicional para terminar de entender el armado del pronóstico de la demanda. Al momento de confeccionar los rollings y el "Business Plan" no se contempla la venta a otros embotelladores locales o de exportación. Esta proyección surge de otro canal: son los embotelladores quienes pasan una estimación anual y luego mensual directamente a planeamiento de la producción que la adiciona para el cálculo de capacidades a los diferentes rollings y que además la comparte con inteligencia de mercado para que la misma pueda ser volcada en los pronósticos semanales. Así como los embotelladores entregan esta información a FEMSA, desde FEMSA también se comparte la estimación de venta de Bonaqua (dentro de la categorías Aguas Plain) al embotellador Andina dado que se fábrica en su planta de Córdoba. Para la producción de los productos de esta marca hay un acuerdo entre FEMSA, Andina y Coca Cola que comparten la propiedad de la línea de producción que fabrica estos productos por lo que en definitiva no se toma en cuenta para el cálculo de requerimientos de producción de FEMSA (lógicamente sí para el cálculo de stocks y distribución).

CATEGORÍAS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
CSD	15.012	13.510	14.578	13.605	12.877	12.662	12.734	13.409	14.036	15.377	15.903	19.526	173.229
JUGOS	993	945	1.064	893	881	817	788	893	1.071	1.183	1.229	1.357	12.114
AGUAS SABORIZADAS	1.236	1.214	1.370	1.177	1.132	1.072	1.050	1.174	1.422	1.535	1.622	1.833	15.837
ISOTONICOS	210	185	216	189	161	145	144	167	200	216	227	260	2.320
INFUSIONES	74	41	45	39	37	34	34	37	46	49	53	59	548
AGUAS PLAIN	993	932	1.067	989	945	921	896	1.001	1.203	1.294	1.341	1.497	13.079
TOTAL	18.519	16.827	18.341	16.893	16.033	15.650	15.646	16.683	17.978	19.653	20.375	24.532	217.130

Tabla 3.2: Rolling 0+12 abierto por categorías en MUC

En la tabla 4.1 se muestra el rolling 0+12 para el año 2017 abierto por categorías¹⁷ expresado en miles de unit cases (MUC). Este mismo volumen, con la apertura por SKU y el volumen de embotelladores adicionado es el que se utiliza como base para todo el cálculo de capacidades operativas, stock, estimaciones de insumos, flota de camiones, etc.

Cálculo actual de necesidades de producción y stocks

El cálculo de la necesidad de stocks comienza con la incorporación del volumen de embotelladores al rolling KOFAR. Una vez conocida la demanda total de producto se aplica una política de stock por SKU que responde a las siguientes consideraciones:

- Se asigna una frecuencia de producción en el mes (cuántas veces ingreso en producción en determinado SKU) según el tipo de SKU (A, B, C o D).
- Se asigna un stock de seguridad de 3 salidas para todos los SKUs.
- Se asigna una cuarentena determinada a los SKUs que les corresponde

A partir de estos considerandos se obtiene un stock promedio (en salidas) que se obtiene a través de la siguiente fórmula:

$$Stock\ promedio = Stock\ de\ Seguridad + \frac{30 \cdot frecuencia}{2} + Cuarentena$$

Por ejemplo, tomando el caso de un SKU particular Powerade Manzana 0,5lts el stock promedio sería el siguiente:

Tipo de SKU	Frecuencia	Stock de Seguridad	Cuarentena
C	1	3	7

Por lo tanto:

¹⁷ Para mayor detalle se incluye el mismo rolling 0+12 con la apertura por SKU en el Anexo.

$$\text{Stock promedio} = 3 + \frac{30}{2} + 7 = 25$$

Luego para estimar la cantidad a producir en el mes de dicho SKU lo que se tiene en cuenta es:

$$\text{Producción}_n = \text{Stock promedio}_n - \text{Stock promedio}_{n-1} + \text{Venta}_n$$

Una vez que se obtiene la producción por SKU se procede a estimar la carga de cada línea para lo cual se tienen en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se cuentan los días del mes y se descuentan feriados, paradas de líneas programadas por mantenimientos extendidos (fuera de los mantenimientos regulares semanales).
- Se realiza una designación de SKU-línea. Para los casos en los que hay más de una línea de producción que puede hacer determinado SKU, se hace una asignación porcentual de la necesidad total del mes para cada línea.

Finalmente, se pueden obtener la cantidad de turnos necesarios¹⁸ por línea por mes a través de:

$$\text{Cantidad de turnos mes}_i = \frac{\text{Necesidad de producción mes}_i}{\frac{\text{Capacidad línea mes}_i}{4}}$$

Este mismo análisis vale para Alcorta como para Monte Grande. Una vez que se obtienen la cantidad de turnos necesarios para cubrir la demanda, se comparten los mismos con el sector de Producción y Recursos Humanos para el dimensionamiento del Head Count.

Esta metodología de cálculo de stocks, producciones y turnos puede mejorarse si se aplica algo de los conceptos mencionados en el marco teórico. Hay muchos considerandos que se hacen en el cálculo que provienen de datos de acuerdo a la

¹⁸ Recordar que los turnos máximos con los que puede contar una línea de producción son 4, de 12hs cada uno y rotando entre día y noche de manera tal de cubrir las 24hs los 7 días de la semana.

experiencia más que a un valor con un trasfondo objetivo detrás. Uno de estos es el cálculo del stock de seguridad. Como se mencionó anteriormente se adopta un valor de 3 salidas que resulta equivalente para todos los SKUs. Ahora este dato es bien importante; por qué 3 y no 4 o 5 salidas. La realidad es que es un valor arbitrario que se adopta y debe contrastarse contra una base de cálculo que permita inferir el mismo y adecuarlo a las necesidades de la realidad. El mismo probablemente sea diferente para cada SKU particular según la variabilidad de la demanda de cada uno; en algunos podrá ser mayor y en otros menor. Por lo que ajustar, por SKU este factor de seguridad nos hará contar con un stock mucho más eficiente a la hora de tener que atender la demanda.

Cálculo propuesto de necesidades de producción y stocks

Para comenzar con el cálculo propuesto de stocks es importante partir de la base de la ecuación del stock de seguridad de acuerdo a:

$$\text{Stock de Seguridad} = z \times \sqrt{\mu_{LT} \times \sigma_D^2 + \mu_D^2 \times \sigma_{LT}^2}$$

Esta ecuación contempla tanto las variaciones en el lead time como las de la demanda para el cálculo del stock de seguridad. Para aplicar esta fórmula a la realidad de Coca Cola FEMSA definiré los alcances de estas variables:

- Lead time: contempla el tiempo desde que surge la necesidad de entrar en producción de determinado SKU hasta que el mismo es entregado a la UUOO correspondiente. Este valor se compone de los siguientes factores:
 - Tiempo de pedidos: Para la contabilización del tiempo de pedidos se considera la llamada venta a 48 horas que representa el 50% del total de la venta del día y, en realidad, se ejecuta a partir de las 18:00hs, es decir con 36 horas de antelación al día de la venta. El otro 50% de la venta está compuesta por la llamada venta a 24hs que en realidad comienza a solicitarse a las 18:00hs del día previo al de la venta con

lo cual se disponen de 12hs para contar con el producto, además se debe considerar la venta del día en curso por lo que:

$$\text{tiempo de pedido} = \text{Preventa a 48hs} + \text{Preventa a 24hs} + \text{Venta del día}$$

$$\text{tiempo de pedido} = 50\% \times 1,5 \text{ salidas} + 50\% \times 0,5 \text{ salidas} + 1 \text{ salida} = 2 \text{ salidas}$$

No se consideran desvíos en los tiempos en los que se realizan los pedidos dado que siempre se hacen en la misma franja de tiempo; por otro lado los desvíos en cuanto a porcentaje de venta solicitado en uno u otro pedido son despreciables.

- Tiempo para colocar la orden de producción: este factor refleja el tiempo necesario hasta poder comenzar a fabricar determinado SKU en determinada línea. este factor varía según la categoría del producto a producir. Para los productos carbonatados, gracias a la flexibilidad de las líneas de producción, pueden considerarse 2 días promedio por este motivo (a excepción del Bag in Box para el que se requieren sólo 0,5 días). Dentro del universo de los NCBs para los productos de hot fill los ciclos son de 5 días en promedio y existe solamente una línea que tiene la capacidad de producirlos; las líneas de tetra, de ciclos muy cortos, por lo que también se contemplan 2 días de promedio; para las aguas saborizadas el tiempo de este factor es de 3 días, para las aguas plain son 7 días (a excepción del bidón para el que se contemplan 0,5 días). Los desvíos asociados con el tiempo para colocar la orden de producción también dependen de cada categoría. Los desvíos considerados para las distintas categorías son los siguientes; 1 día para los carbonatados, 2 para los productos de hot fill y las aguas plain, 1,5 días para las aguas saborizadas y 0,5 días para bidones y bag in box.
- Tiempo de producción: el tiempo de producción para todas las categorías es de 1 día. Esto quiere decir que con un día de producción

es, en principio, suficiente para cubrir la demanda diaria de cualquier SKU. El desvío considerado en este caso es de 0,5 días.

- Cuarentena: esta varía según cada SKU particular. Los productos carbonatados no poseen cuarentena y los NCBs tienen cuarentenas desde 5 hasta 10 días¹⁹. No se consideran desvíos para las cuarentenas.
- Tiempo de distribución: Para todas nuestras unidades operativas el tiempo de distribución es de 0,5 días y se considera un desvío de 0,25 días por este motivo.

$$\text{lead time} = \text{tiempo de pedidos} + \text{tiempo de orden de producción} \\ + \text{tiempo de producción} + \text{Cuarentena} + \text{tiempo de distribución}$$

- Para el cálculo de la demanda y de sus desvíos se tomarán como referencia todos los valores diarios de los sucesivos pronósticos de ventas semanales y las preventas reales de todos los días del año 2016 para cada SKU. Nótese que se toman los datos de las preventas reales (pedidos realmente realizados) y no las ventas reales liquidadas ya que éstas descontarían los pedidos desabastados. A partir de estos datos podemos obtener un dato bastante confiable del desvío estándar por salida por SKU, es decir que:

$$\sigma_{SKUx; día i}^2 = \frac{(Venta real_{SKU x; día i} - Venta pron_{SKU x; día i})^2}{n}$$

Nótese que en todos los casos el valor de n es 1, dado que se trata de la dispersión por salida (día de venta). Para llevar estos valores referenciados a salidas en lugar de cajas físicas (unidad de venta) se divide la fórmula anterior sobre la venta pronosticada para el día correspondiente según:

$$\sigma_{SKU x; día i (en salidas)} = \frac{\sigma_{SKU x; día i (en cajas físicas)}}{Venta pron_{SKU x; día i (en cajas físicas)}}$$

¹⁹ Ver tabla de cuarentenas en Anexo

Una vez compilados estos datos para todas las ventas del año es posible obtener el desvío diario representativo por SKU para considerar en el cálculo del stock de seguridad, según:

$$\sigma_{SKUx;dia}^2 = \frac{(\sigma_{SKUx;dia i (en salidas)} - \overline{\sigma_{SKUx;dia (en salidas)}})^2}{nro de salidas año}$$

La media diaria ($\mu_{SKUx; dia i}$) es igual a 1 medido en salidas para todos los SKUs.

Una vez efectuados estos cálculos se logra vincular matemática y estadísticamente el nivel de inventario con un nivel de servicio deseado. Hasta ahora en Coca Cola FEMSA se establecían metas de nivel de servicio pero no había una correlación explícita y fundamentada de por qué es necesario determinado nivel de stock para determinado nivel de abasto. Esto se hace más en virtud de la experiencia que de un análisis de inventarios.

CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS DE STOCKS

Las repercusiones en el manejo de los stocks

Para el año 2017 a través del sistema tradicional contamos con la siguiente necesidad mensual de stocks (en pallets):

Ene	Feb	Mar	Abr	Mayo	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
47.197	61.468	47.408	48.225	44.275	45.755	46.092	50.466	54.906	59.167	70.440	58.671

Tabla 4.1: Necesidad de stock (en pallets) para 2017. Sistema tradicional.

Esta política de inventario alcanzó un nivel de abasto de 98,81% durante 2016, mientras que el requisito de excelencia que solicita la compañía es de 99,5% ¿cuál es el nivel de inventario mensual necesario para poder aspirar a ese valor? En el anexo se cuenta con el cálculo de acuerdo a los sigmas correspondientes a desvíos por demanda y lead time para cada SKU. Para realizar una comparación efectiva se analizarán dos escenarios bajo la nueva distribución:

Escenario 1: Nivel de servicio requerido 98,81%

Bajo este nivel de servicio (equivalente al obtenido en 2016) se obtiene que el stock necesario mensual en pallets es el siguiente:

Stock 2017	Ene	Feb	Mar	Abr	Mayo	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Stock (NS 98,81%)	45.542	59.306	45.721	46.455	42.640	44.170	44.361	48.327	52.565	56.615	67.510	56.258
Stock (NS 98,81%) original	47.197	61.482	47.408	48.225	44.275	45.755	46.092	50.466	54.906	59.167	70.440	58.671
Diferencial (nuevo - original)	(1.655)	(2.176)	(1.687)	(1.770)	(1.635)	(1.585)	(1.730)	(2.139)	(2.341)	(2.552)	(2.930)	(2.412)

Tabla 4.2: Diferencial de stocks. Escenario 1.

Lo que se desprende de este cuadro es que se logra reducir el stock en un promedio de 2.000 pallets por mes para un mismo nivel de servicio dado. Esto significa que es un stock de mejor "calidad", es decir, que está mejor logrado dado que posee una distribución más eficiente entre sus SKUs. El hecho de reflejar la variabilidad intrínseca de cada SKU en su demanda y lead time permite asignar un mejor nivel de stock de seguridad para cada uno.

Escenario 2: Nivel de servicio requerido 99,5%

Stock 2017	Ene	Feb	Mar	Abr	Mayo	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Stock (NS 99,5%)	47.958	62.449	48.146	48.911	44.904	46.523	46.725	50.875	55.339	59.601	71.087	59.240
Stock (NS 98,81%) original	47.197	61.482	47.408	48.225	44.275	45.755	46.092	50.466	54.906	59.167	70.440	58.671
Diferencial (nuevo - original)	761	967	737	686	629	768	633	409	433	434	647	569

Tabla 4.3: Diferencial de stocks. Escenario 2.

En este segundo escenario, ya con el nivel de servicio requerido por la compañía para la operación, si bien la cantidad de stock total por mes se incrementa respecto a los niveles estimados mediante el cálculo original, el nivel de abasto exigido es muy superior (99,5%).

Impactos en el terreno operativo y económico-financiero

Para determinar el impacto que tiene la mejor distribución de los stocks sobre la organización es importante considerar cómo afecta al Free Cash Flow de la compañía a través de mejoras en los costos operativos y financieros de mantener dicho inventario. Paralelamente una mejor distribución en los stocks por SKUs mejora la de cobertura de abastos para un mismo nivel de stock.

Las mejoras en los costos operativos se pueden evidenciar en diferentes rubros como refleteos, mermas y vencimientos de producto terminado y reprocesos.

1. Refleteos

Para analizar los refleteos se utilizarán como referencia los índices de rotación de producto 2016.

	Mes	CF Transportadas	CF Ventidas	Indice de rotación
	2016	Enero	14.948.431	12.022.712
	Febrero	11.690.720	11.095.814	1,05
	Marzo	13.402.211	12.690.650	1,06
	Abril	12.781.178	11.407.967	1,12
	Mayo	11.962.101	10.536.171	1,14
	Junio	11.397.326	9.982.321	1,14
	Julio	12.971.374	10.561.130	1,23
	Agosto	12.570.050	10.511.607	1,2

Setiembre	13.686.546	11.664.402	1,17
Octubre	14.481.118	11.667.663	1,24
Noviembre	13.438.220	11.860.480	1,13
Diciembre	15.007.272	15.050.936	1
Total Año 2016	158.336.547	139.051.853	1,14

Tabla 4.4: Índice de rotación histórico

Es importante volver a aclarar que la capacidad de almacenamiento en bodegas propias es de 36.000 pallets, el resto del stock total es almacenado en depósitos de terceros. Es posible estimar la cantidad de pallets totales al mes desde y hasta estos depósitos si tenemos en cuenta los índices de rotación mensuales. Esta cantidad de pallets que se envían y salen mensualmente desde terceros varían en función de la venta mensual y la necesidad de almacenamiento.

De acuerdo al escenario con el cálculo original de pallets y el índice de rotación las cantidades de pallets que salen desde depósitos de terceros mensualmente son las siguientes:

Stock 2017	Ene	Feb	Mar	Abl	Mayo	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Stock (NS 98,81%) original	47.197	61.482	47.408	48.225	44.275	45.755	46.092	50.466	54.906	59.167	70.440	58.671
Capac. de almacen'to propia	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000
Stock en Terceros (pallets)	11.197	25.482	11.408	12.225	8.275	9.755	10.092	14.466	18.906	23.167	34.440	22.671
Índice de rotación	1,24	1,05	1,06	1,12	1,14	1,14	1,23	1,20	1,17	1,24	1,13	1,00
Output Terceros	13.922	26.849	12.048	13.697	9.395	11.138	12.395	17.299	22.183	28.754	39.022	22.605

Tabla 4.5: Output de pallets de terceros con inventario tradicional

El mismo tratamiento para el stock recalculado anteriormente con el mismo nivel de servicio arroja los siguientes valores:

Stock 2017	Ene	Feb	Mar	Abl	Mayo	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Stock (NS 98,81%)	45.542	59.306	45.721	46.455	42.640	44.170	44.361	48.327	52.565	56.615	67.510	56.258
Capac. de almacen'to propia	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000
Stock en Terceros	9.542	23.306	9.721	10.455	6.640	8.170	8.361	12.327	16.565	20.615	31.510	20.258
Índice de refloteo	1,24	1,05	1,06	1,12	1,14	1,14	1,23	1,20	1,17	1,24	1,13	1,00
Output Terceros	11.864	24.555	10.266	11.713	7.539	9.328	10.270	14.741	19.436	25.586	35.702	20.200

Tabla 4.6: Output de pallets de terceros con inventario optimizado.

Por lo que el diferencial de flujo de pallets a considerar es el siguiente:

	Ene	Feb	Mar	Abl	Mayo	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Diferencial de output (escenario actual vs original)	-2.058	-2.293	-1.782	-1.983	-1.856	-1.810	-2.125	-2.558	-2.747	-3.168	-3.320	-2.405

Tabla 4.7: Diferencial de Output de terceros

Si consideramos la siguiente distribución de los centros desde donde sale la venta:

Centro de suministro	% Venta
MEGA	35%
PARRAL	5%
NORTE	18%
PILAR	6%
ALCORTA	36%

Tabla 4.8: Distribución de venta por Centro de suministro

Por lo que los reflejos se reducen en la siguiente cantidad de tramos:

Reflejos	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
MEGA	-710	-792	-615	-685	-641	-625	-734	-883	-948	-1.094	-1.146	-830	-9.703
PARRAL	-110	-122	-95	-106	-99	-97	-113	-137	-147	-169	-177	-128	-1.500
NORTE	-370	-413	-321	-357	-334	-326	-382	-460	-494	-570	-597	-433	-5.057
PILAR	-133	-148	-115	-128	-120	-117	-137	-165	-177	-204	-214	-155	-1.814
ALCORTA	-734	-818	-636	-708	-663	-646	-758	-913	-980	-1.131	-1.185	-858	-10.030

Tabla 4.9: Reducción estimada de tramos por triangulaciones

Esto quiere decir por ejemplo, para el caso de la Unidad Operativa Mega en el mes de Agosto obtendríamos un ahorro de 883 tramos evitando la siguiente triangulación:



Figura 4.1: Triangulación entre bodegas de terceros y unidad operativa propia.

Teniendo en cuenta el cuadro tarifario por tramos adjunto en el Anexo se obtiene el siguiente diferencial de ahorros por tramos:

Ahorros por refleteos (USD)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
MEGA	2.794	3.114	2.419	2.693	2.521	2.457	2.885	3.473	3.730	4.302	4.508	3.266	38.162
PARRAL	396	441	343	382	357	348	409	492	529	610	639	463	5.408
NORTE	1.225	1.365	1.061	1.181	1.105	1.078	1.265	1.523	1.635	1.886	1.977	1.432	16.733
PILAR	1.339	1.492	1.159	1.290	1.208	1.177	1.382	1.664	1.787	2.061	2.160	1.565	18.282
ALCORTA	2.126	2.369	1.841	2.049	1.918	1.870	2.195	2.642	2.838	3.273	3.430	2.485	29.034
Total	7.880	8.781	6.823	7.594	7.109	6.930	8.137	9.794	10.518	12.131	12.713	9.210	107.620

Tabla 4.10: Ahorros por refletoes

2. Ahorro por Renta de Inmueble:

Este ahorro abarca el ahorro por espacio físico ocupado y por diferencia de movimientos “in” y “out” (movimientos de carga y descarga en dichos depósitos).

Datos:

	m2	\$ 78,7	USD 5,08
	In/out	\$ 30,0	USD 1,94
Factor de incidencia por pallet sobre m2	1,7		

Ahorro por Renta Inmueble (USD)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Diferencial en stock de pallets (Original-Nuevo)	1.655	2.176	1.687	1.770	1.635	1.585	1.731	2.139	2.341	2.552	2.930	2.413	24.614
Diferencial en metros cuadrados	2.814	3.699	2.868	3.009	2.780	2.695	2.943	3.636	3.980	4.338	4.981	4.102	41.844
In/Outs	4.116	4.586	3.564	3.966	3.713	3.620	4.250	5.115	5.493	6.336	6.640	4.810	56.209
Total	22.251	27.659	21.459	22.955	21.299	20.687	23.167	28.363	30.839	34.291	38.142	30.138	321.249

Tabla 4.11: Ahorros por renta de inmuebles

3. Roturas y mermas de producto terminado

El histórico de mermas de producto terminado se mantiene en un valor de 0,65%, mientras que el costo por pallet de producto terminado ronda los \$ 5.568²⁰:

Datos:

Merma de producto terminado	0,65%
Costo de pallet de producto terminado	\$ 5.568; USD 359

Costo de producto terminado promedio (USD)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Diferencial en stock de pallets (Original-Nuevo)	1.655	2.176	1.687	1.770	1.635	1.585	1.731	2.139	2.341	2.552	2.930	2.413	24.614
Total	3.864	5.081	3.939	4.133	3.818	3.701	4.042	4.994	5.466	5.959	6.841	5.634	57.473

²⁰ El costo del pallet de producto terminado puede verse en detalle en el Anexo

Tabla 4.12: Ahorros por mermas de producto terminado

4. Reprocesos de producto terminado:

No sólo se reducen las mermas de producto por vencimientos sino que también se reducen los reprocesos o retrabajos. Esto se refiere a pallets que deben ser nuevamente conformados y envueltos para encontrarse aptos para su movimiento y estibaje.

Datos:

Reproceso de producto terminado	0,80%
Costo de reproceso de pallet de producto terminado	\$ 385; USD 25

Reprocesos de producto terminado (USD)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Diferencial en stock de pallets (Original-Nuevo)	1.655	2.176	1.687	1.770	1.635	1.585	1.731	2.139	2.341	2.552	2.930	2.413	24.614
Total	329	433	336	352	325	315	344	426	466	508	583	480	4.897

Tabla 4.13: Ahorros por reprocesos.

5. Ahorro por reducción y costo financiero de mantenimiento de inventario

Naturalmente el ahorro de stock de producto terminado a lo largo de los 12 meses genera una reducción en las necesidades de capital de trabajo. Estas necesidades se ven reflejadas en una baja promedio de stock de producto terminado de 2.000 pallets mensuales de acuerdo al Escenario 1. Además, el costo por pallet es de USD 359 en promedio²¹ lo que genera una reducción en la necesidad de capital de trabajo de:

$$\Delta \text{Capital de Trabajo} = \Delta \text{Stock de Producto Terminado} \times \text{Valorización de stock}$$

$$\Delta \text{Capital de Trabajo} = -2051 \text{ pallets} \times 359 \frac{\text{USD}}{\text{pallet}}$$

$$\Delta \text{Capital de Trabajo} = -\text{USD } 736.832$$

Actualmente, el valor económico agregado (E.V.A) es del 12,5%. Este valor no es ni más ni menos que lo generado por la empresa antes de descontar intereses (pero

²¹ Ver detalle en Tabla de Valorización de Stocks en Anexo

sí impuestos) menos el costo de financiar todo el activo (es decir el capital de trabajo) más los bienes de uso. (Lelic, 2008). Por lo que, llevado a porcentaje:

$$E.V.A = EBIT (1 - \alpha) - WACC(KT + BU) = 12,5\%$$

El impacto financiero anual por la reducción de este stock y los ahorros operativos generados de manera recurrente se pueden resumir en el siguiente cuadro:

Concepto	Ahorros recurrentes y efecto financiero
Refileteos	USD 107.620
Renta de Inmueble	USD 321.249
Merma de producto	USD 57.473
Reprocesos	USD 4.897
Inventario (12,5%)	USD 92.104
Impacto Total	USD 583.342
Ahorro por reducción de stock (1er año)	USD 736.832

Tabla 4.14: Impacto financiero total por reducción de stock

Adicionalmente, es posible establecer un análisis de flujo de fondos y retorno de inversión si consideramos a ésta última como las horas hombre dedicadas al desarrollo y la implementación de esta nueva política de stocks.

Cargo jerárquico	Horas Hombre	Costo total empresa
Gerente	100	USD 4.482
Jefe	200	USD 6.328
Analista de Planeamiento	250	USD 5.273
Consultoría y Capacitación		USD 25.000
Software de desarrollo		USD 75.000

Tabla 4.15: Horas Hombre dedicadas

Como contrapartida hay que considerar los ahorros mencionados en la tabla 4.14. Vale aclarar que la reducción de stock de producto terminado y su consecuente ahorro en capital de trabajo es válido solamente por una vez durante el primer año, luego lógicamente sí se capturan los impactos financieros y los ahorros recurrentes del mismo a lo largo de los años de estudio del análisis con lo cual se conforma un flujo de fondos de la siguiente estructura:

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Egresos	-USD 116.084					
Ingresos por efectos recurrentes y financieros	0	USD 583.342	USD 583.342	USD 583.342	USD 583.342	USD 583.342
Ingresos por reducción de stock	0	USD 736.832				
Total	-USD 116.084	USD 1.320.174	USD 583.342	USD 583.342	USD 583.342	USD 583.342
Impuesto a las ganancias	35%	USD 462.061	USD 204.170	USD 204.170	USD 204.170	USD 204.170
Cash flow	-USD 116.084	USD 858.113	USD 379.173	USD 379.173	USD 379.173	USD 379.173
VPN (WACC 15%)	USD 1.571.431					
Período de repago (meses)	1,9					
TIR	687%					

Tabla 4.16: Flujo de fondos e indicadores financieros

Al ser una inversión netamente operativa que no requiere inversión fuerte de capital naturalmente los indicadores financieros son abrumadoramente buenos y el proyecto logra repagarse muy rápidamente, en aproximadamente dos meses.

Inclusive haciendo un análisis de sensibilidad es posible verificar la robustez de la inversión. Si proyectamos una reducción del stock de la mitad de lo estimado para el Escenario 1, entonces los ahorros e impactos financieros se reducen a la mitad de manera tal que:

Concepto	Ahorros recurrentes y efecto financiero
Refleteos	USD 53.810
Renta de Inmueble	USD 160.625
Merma de producto	USD 28.736
Reprocesos	USD 2.448
Inventario (12,5%)	USD 46.052
Impacto Total	USD 291.671
Ahorro por reducción de stock (1er año)	USD 368.416

Tabla 4.17: Impacto financiero con análisis de sensibilidad al 50% de reducción de stock

A pesar de esta reducción los indicadores financieros siguen siendo muy sólidos en este análisis según:

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Egresos	-USD 116.084					

Ingresos por efectos recurrentes y financieros	0	USD 291.671				
Ingresos por reducción de stock	0	USD 368.416				
Total	-USD 116.084	USD 660.087	USD 291.671	USD 291.671	USD 291.671	USD 291.671
Impuesto a las ganancias	35%	USD 231.031	USD 102.085	USD 102.085	USD 102.085	USD 102.085
Cash flow	-USD 116.084	USD 429.057	USD 189.586	USD 189.586	USD 189.586	USD 189.586
VPN (WACC 15%)	USD 727.674					
Período de repago (meses)	3,7					
TIR	320%					

Tabla 4.18: Flujo de fondos con reducción del 50% del stock

El VAN se mantiene altamente positivo para ambos escenarios y, en concordancia con esto, la tasa interna de retorno (también para ambos casos) es muy superior a la tasa de corte o WACC (15% en dólares). Naturalmente el período de repago, se extiende a casi cuatro meses por lo que el proyecto mantiene su atractivo resultando altamente rentable para Coca Cola Femsa.

CAPÍTULO III: CONCLUSIONES FINALES

A lo largo de la presente tesis se ha desarrollado un sistema stocks que reemplaza un modelo que la compañía utiliza, basado más en la experiencia del usuario, que en rigor matemático/estadístico.

Gracias a la recolección de datos históricos y proyecciones de ventas a futuro se ha perfeccionado un modelo que permite mejorar la calidad de mi stock para cada SKU en particular. Esta mejora en la estructura del inventario de producto terminado posibilitó reducir el mismo mes a mes para una misma tasa de abasto.

Esta reducción de stocks impacta de manera positiva en distintos aspectos operativos ya que implican menores costos de refloteo de producto terminado, así como también en menores costos de mermas y reprocesos. Asimismo, al rentar espacio a terceros durante todo el año, este rubro también se resulta beneficiado por la reducción de stocks dado que disminuyen los metros cuadrados y la cantidad de in/outs que se realizan todos los meses.

Más allá de lo anterior, el impacto más fuerte y tangible es la reducción en la necesidad de capital de trabajo que se genera al reducir en promedio aproximadamente dos mil pallets todos los meses del año. Este capital inmovilizado que antes cubría imperfecciones en la estructura del inventario de la empresa ahora es posible reinvertirlo en el negocio y obtener una ganancia de acuerdo al valor económico agregado de la empresa.

BIBLIOGRAFÍA

- Ballou, R. H. (2004). *Administración de la cadena de suministro*. Mexico: Pearson.
- Chase, R. B. (2014). *Administración de Operaciones. Producción y Cadena de Suministros*. Mc Graw Hill.
- Lee J. Krajewski, L. P. (2000). *Administración de Operaciones. Estrategia y Análisis*. Mexico: Pearson.
- Lelic, R. (2008). *Lecciones de Ingeniería Económica y Finanzas*. Nueva librería.
- Levi, D. S. (2003). *Designing and managing the supply chain : concepts, strategies, and case studies*. Boston: McGraw-Hill/Irwin.
- Levi, D. S. (2010). *Operations Rules*. En *Delivering Customer Value Through Flexible Operations*. Boston: MIT Press.
- Roy D. Schapiro, J. H. (2013). *Managing Inventory*. Harvard Business Publishing.
- Roy D. Shapiro, V. G. (2013). *Supply Chain Management*. Harvard Business Publishing.

(Chase, 2014)

ANEXOS

Capacidad de líneas de producción

Cálculo de Capacidad

Línea	tamaño	% Ocup Línea	bpm	ef.op	bpmez	ucefmin	Dias	Feridos	Mantenimiento	Días Netos	Hs Netas	Hs Cambio	Hs Netas Cambio	Hs Netas Cambio	UC	EL
ALCL1	1,25	70%	500	60%	300	52,3	30	1	2	27	642	290	352	352	1.105.285	49%
	0,35	30%	550	60%	330											
ALCL2	1,50	50%	320	60%	192	39,6	30	1	2	27	642	94	548	548	1.302.924	51%
	0,60	50%	450	60%	270											
ALCL3	2,00	100%	450	53%	239	84,0	30	1	2	27	642	48	594	594	2.994.061	49%
ALCL4	2,25	90%	320	60%	192	74,5	30	1	2	27	642	76	566	566	2.529.954	53%
	1,50	10%	380	60%	228											
ALCL5	2,00	100%	340	35%	119	41,9	30	1	2	27	642	48	594	594	1.493.892	32%
ALCL6	2,25	100%	350	80%	280	111,0	30	1	2	27	642	44	630	630	4.194.082	75%
ALC8	3,00	30%	285	88%	251	137,4	30	1	2	27	642	68	574	574	4.731.830	79%
	2,50	0%	360	88%	317											
	2,25	70%	400	88%	352											
ALCL9	0,60	60%	1200	75%	900	100,5	30	1	2	27	642	91	551	551	3.322.085	64%
	0,25	5%	1100	75%	825											
	1,50	35%	600	75%	450											
Línea	tamaño	% Ocup Línea	bpm	ef	bpmez	ucefmin	Dias	Feridos	Mantenimiento	Días Netos	Hs Netas	Hs Cambio	Hs Netas Cambio	Hs Netas Cambio	UC	
MGL1	0,30	15%	420	69%	290	30,2	30	1	2	27	648	180	468	468	847.622	50%
	0,48	5%	420	69%	290											
	0,50	30%	420	69%	290											
	1,00	15%	300	69%	207											
	1,45	5%	300	69%	207											
MGL2	0,35	75%	750	89%	668	41,0	30	1	2	27	648	80	568	568	1.397.570	78%
	0,25	25%	1000	89%	890											
MGL3	0,50	60%	360	90%	324	36,1	30	1	2	27	648	94	554	554	1.201.277	77%
	1,50	40%	200	90%	180											
MGL5	1,00	100%	250	91%	228	40,1	30	1	2	27	648	80	568	568	1.365.481	80%
MGL6	0,20	100%	400	98%	392	13,8	30	1	2	27	648	80	568	568	470.566	86%
MGL7	2,00	20%	180	87%	157	53,0	30	1	2	27	648	80	568	568	1.805.451	76%
	1,50	50%	230	87%	200											
	2,25	30%	150	87%	131											

Vida útil de bebidas

Producto	Tamaño	Empaque	Tiempo sugerido en Depósito de Producción (máx)	Tiempo sugerido en Depósito de Terceros (máx)	Tiempo sugerido en Depósito de Distribución (máx)	Edad primaria (Vida útil en punto de venta - Estándar de la Cía)	Fecha Consumo Preferente (codif. Legal)
CARBONATADAS							
Familia Coca-Cola							
Coca-Cola	250 cc	LATA	30	60	90	180	180
	354 cc	LATA	30	60	90	180	180
	237 cc	VIDRIO	30	60	90	180	180
	350 cc	VIDRIO	30	60	90	180	180
	1250 cc	VIDRIO	30	60	90	180	180
	250 cc	NR Pet	10	No pasa por terceros	15	50	60
	600 cc	NR Pet	10		15	50	60
	1500 cc	NR Pet	10	15	25	60	90
	2250 cc	NR Pet	10	15	25	60	90
	3000 cc	NR Pet	10	20	30	90	120
2000 cc	REF PET	20	40	60	90	120	
Post- Mix	(BIB y Bulk)	30		40	75	75	
Coca-Cola Light y Coca-Cola Zero	250 cc	LATA	20	40	60	90	120
	354 cc	LATA	10	20	30	90	120
	237 cc	VIDRIO	20	40	60	90	120
	350 cc	VIDRIO	20	40	60	90	120
	600 cc	NR Pet	10	No pasa por terceros	15	50	60
	1500 cc	NR Pet	10		15	25	60
	2250 cc	NR Pet	10	15	25	60	90
	3000 cc	NR Pet	10	20	30	90	120
	2000 cc	REF PET	20	40	60	90	120
	Post- Mix ⁽¹⁾	BIB	30		30	30 ⁽²⁾	30
Carbonatadas - Sabores							
Sin aspartamo (Sabores)	Todos los tamaños	Vidrio y Latas	30	60	90	180	180
	Tamaños ≥ 1 Lt	NR Pet y Ref Pet	20	40	60	90	120
	Tamaños ≥ 500 cc y < 1 Lt	NR Pet	10	20	30	60	90
	Tamaños < 500 cc	NR Pet	10	20	30	50	60
	Post- Mix (10 y 20 lt)	BIB	30	NO	40	75	75
Con Aspartamo (Sabores)	Todos los tamaños	Vidrio y Latas	20	40	60	90	120
	Tamaños ≥ 1 Lt.	NR Pet y Ref Pet	20	40	60	90	120
	Tamaños ≥ 500 cc y < 1 L.	NR Pet	10	20	30	60	90
	Tamaños < 500 cc	NR Pet	10	20	30	50	60
	Post- Mix ⁽¹⁾	BIB	30	NO	30	30 ⁽²⁾	30
Aquarius Gasificada	Tamaños ≥ 1 Lt.	Pet	20	40	60	90	120
Todos los sabores	Tamaños < 1 L.	Pet	10	20	30	60	90

AGUAS CARBONATADAS							
Agua Mineralizada Mineral con gas (Bonaqua) Soda Kin	todos los tamaños	Vidrio y Latas	120	150	180	270	270
	Tamaños ≥ 1 L.	NR Pet	20	40	60	90	120
	Tamaños ≥ 500 cc y < 1 L.	NR Pet	10	20	30	60	90
	Tamaños < 500 cc	NR Pet	10	20	30	60	60
NO CARBONATADAS							
"Dilutables" (Carioca)	todos los tamaños	NR Pet	30	40	60	120	120
Cepita Tetra Pack Aséptico (Sin Aspartamo)	todos los tamaños	Tetra Brik	60	75	90	180	180
Cepita Tetra Pack Aséptico (Con Aspartamo)	todos los tamaños	Tetra Brik	30	45	60	90	120
Cepita Hot Fill (Botella)	todos los tamaños	NR Pet	30	40	60	120	120
Powerade (todos los sabores)	todos los tamaños	NR Pet	60	75	90	180	180
Fuze Tea (todos los sabores)	todos los tamaños	NR Pet	60	75	90	180	180
Hi-C (todos los sabores)	todos los tamaños	NR Pet	60	75	90	180	180
AGUAS NO CARBONATADAS							
Agua Mineralizada Mineral sin gas Agua de Mesa	Todos los tamaños	Vidrio Pet	90	120	150	240	240
AGUAS SABORIZADAS NO CARBONATADAS							
Aquarius todos los sabores Aquarius Delight by cepita	Todos los tamaños	Pet	30	60	90	180	180
G'Eau (Vitamin Water) todos los sabores	Todos los tamaños	Pet	30	60	90	180	180

Cuarentenas

Producto	Sabor	Cuarentena
Cepita HF Botella	Manzana Roja	7 días
Cepita HF Botella	Naranja, Durazno, Ananá	10 días
Fuze	Todos los sabores	7 días
Powerade	Manzana, Mountain Blast, Frutas tropicales	7 días
Powerade	Naranja – Pomelo (Zero)	10 días
Glaceau - Vitamin Water	Essential – Multi V	10 días
Glaceau - Vitamin Water	Sabores restantes	7 días
Carioca	Todos los sabores	5 días
Hi-C	Todos los sabores	5 días

Aquarius	Todos los sabores	5 días
Cepita Tetra	Todos los sabores	Sin cuarentena

Ejemplo de pronóstico diario: (se muestra sólo una parte del total del portafolio)

Prod Code	UM	20170417	20170418	20170419	20170420	20170421	20170422	20170423	20170424	20170425	20170426	20170427	20170428	20170429
12 BOT		4.560	6.120	5.088	5.712	6.408	3.504	0	4.416	6.000	5.040	5.904	6.456	3.840
16 BOT		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26 CJ		115	122	176	200	138	100	0	106	120	164	188	143	102
27 CJ		126	113	119	107	104	105	0	131	123	109	111	92	98
39 BOT		18.640	19.680	20.472	21.136	20.536	16.616	0	24.672	24.696	27.480	27.752	28.056	20.768
41 BOT		96.543	94.482	98.343	98.010	92.223	68.139	0	108.711	105.975	110.376	114.327	99.927	73.962
44 BOT		11.412	11.406	11.802	11.280	13.218	9.942	0	12.330	13.038	12.498	12.708	13.272	11.166
45 BOT		4.344	3.860	5.120	3.948	5.888	5.032	0	4.716	4.748	5.632	5.024	7.004	5.028
46 CJ		203	213	202	205	193	126	0	187	219	201	185	180	142
47 BOT		243.504	238.941	233.847	239.472	217.224	177.858	0	314.289	311.481	292.995	283.437	268.758	246.402
48 BOT		11.952	9.312	9.390	8.874	9.894	7.488	0	11.496	11.058	11.232	11.568	11.418	9.438
60 BOT		27.135	25.659	26.325	24.885	22.365	16.920	0	30.222	28.854	33.579	29.538	23.823	20.664
61 BOT		42.912	32.076	33.564	33.942	38.364	29.616	0	38.118	43.302	38.592	43.758	42.180	34.134
68 CJ		21	21	20	18	18	13	0	26	21	24	18	17	16
69 CJ		150	205	207	228	226	120	0	130	184	199	224	213	117

Rolling 0+12: (se muestra sólo una parte del total del portafolio)

VOLUMEN - MUC													
UNIT CASES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
CSD													
PET 250													
COCA COLA	12	12	14	8	8	7	8	8	8	9	9	10	111,6
TOTAL PET 250	12	12	14	8	8	7	8	8	8	9	9	10	111,6
MINI LATA 250													
COCA COLA x 12	87	89	97	79	82	67	36	38	40	44	47	58	764,9
COCA COLA LIGHT x 12	16	18	19	16	16	14	7	8	9	9	10	12	152,6
COCA COLA ZERO x 12	13	14	15	12	12	10	5	6	6	7	7	9	118,2
SPRITE x 12	18	19	21	18	18	15	8	9	9	10	11	13	171,6
FANTA x 12	13	14	16	13	13	11	6	7	7	8	8	10	127,1
COCA COLA x 6	14	17	18	15	14	15	11	10	11	12	13	15	165,3
COCA COLA LIGHT x 6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COCA COLA ZERO x 6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SPRITE x 6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FANTA x 6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL MINI LATA 250	162	171	186	154	155	133	74	78	82	91	96	117	1.499,7

Ejemplo de cambio en política de stocks:

- Producto: Pet CC 250
- Política original, stock en salidas:

ABC	Frecuencia	SS	Cuarentena	Stock Prom	SS	STOCK PROM
-----	------------	----	------------	------------	----	------------

C	2	4	No tiene	11,5	2,6	10,1
---	---	---	----------	------	-----	------

- Nuevo cálculo con Escenario 1 (NS 98,81%)

Descripción	T. de pedidos	σ T. de pedido	T. orden de producción	σ T. de orden	t. de producción	σ T. de Producción	Cuarentena	σ T. de cuarentena	T. de Distribución	σ T. de dist	LT avg	σ Total	SS
Pet CC 250	2	0	2	1	1	0,5	2	0	0,5	0,25	7,50	1,15	4,28

- Nuevo cálculo con Escenario 1 (NS 99,5%)

Descripción	T. de pedidos	σ T. de pedido	T. orden de producción	σ T. de orden	t. de producción	σ T. de Producción	Cuarentena	σ T. de cuarentena	T. de Distribución	σ T. de dist	LT avg	σ Total	SS
Pet CC 250	2	0	2	1	1	0,5	2	0	0,5	0,25	7,50	1,15	4,87