

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



INSTITUTO DE CIENCIAS MATEMÁTICAS
ESCUELA DE GRADUADOS

TESIS DE GRADUACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
“MAGÍSTER EN CONTROL DE OPERACIONES
Y GESTIÓN LOGÍSTICA”

TEMA

“DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO DE
PLANIFICACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE CAPACIDADES
ENFOCADO A LA INDUSTRIA DE CERVEZAS”

AUTOR:

ING. CARLOS ERNESTO CEVALLOS QUIROZ

Guayaquil- Ecuador

AÑO

2010

AGRADECIMIENTO

A Dios, a mi Familia y a todas las personas que de uno u otro modo me apoyaron y colaboraron tanto en la realización de este trabajo como en mi formación integral.

DEDICATORIA

Les dedico esta tesis a mis padres y hermana por la entrega y apoyo constantes que me han brindado en todo momento de mi vida, y por guiar mi camino hacia la realización de mis metas profesionales y personales.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

MSc. Pedro Echeverría Briones
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ph.D. Kleber Barcia Villacreses
DIRECTOR DE TESIS

MSc. Xavier Cabezas García
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por los hechos y doctrinas expuestas en este Proyecto de Graduación, así como el Patrimonio Intelectual del mismo, corresponde exclusivamente al **ICM (Instituto de Ciencias Matemáticas)** de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

Ing. Carlos E. Cevallos Quiroz

ÍNDICE GENERAL

	<u>PAG</u>
INDICE GENERAL	I
ABREVIATURAS	II
INDICE DE FIGURAS	III
INDICE DE TABLAS	IV
INTRODUCCIÓN	
Importancia de la Tesis	
Planteamiento del Problema	
Objetivos	
Metodología Usada	
Estructura de la Tesis	
CAPÍTULO 1	
1.1 Estado del Arte	1
1.2 Conceptos y Técnicas	4
CAPÍTULO 2	
2.1 Descripción de la empresa	16
2.2 Descripción de los procesos a afectar	17
2.2.1 Procesos	18
2.2.2 Red a Modelar	19
CAPÍTULO 3	
3.1 Descripción del modelo de Optimización	23
3.2 Descripción de la Herramienta de Cálculo de Requerimientos de Capacidad	32
3.3 Ejemplo de uso	52
3.4 Análisis de Resultados	55
CAPÍTULO 4	
4.1 Conclusiones	57
4.2 Recomendaciones	59
APÉNDICES	
BIBLIOGRAFÍA	

ABREVIATURAS

CD1	Centro de Distribución Primario
CD2	Centro de Distribución Secundario
T1	Transporte Primario entre Plantas y CDs
T2	Transporte Primario entre CDs y Distribuidores
POS	Puntos de Ventas
FE	Factor de Estacionalidad

ÍNDICE DE FIGURAS

	<u>PAG.</u>	
FIGURA	DIAGRAMA DE LA METODOLOGÍA DE LA TESIS	
FIGURA 1.1.	PLANIFICACIÓN DE OPERACIONES	3
FIGURA 1.2.	DIAGRAMA DE JERARQUÍA DE PLANIFICACIÓN	7
FIGURA 1.3.	REPRESENTACIÓN DE UNA RED DE SUMINISTRO	12
FIGURA 2.1.	MARCAS DE LA CERVECERÍA NACIONAL	17
FIGURA 2.2.	ORGANIGAMA CERVECERÍA NACIONAL	17
FIGURA 2.3.	RED PRIMARIA DE SUMINISTRO	22
FIGURA 3.1.	MAPA DE RED PRIMARIA DE SUMINISTRO	24
FIGURA 3.2.	BOSQUEJO DE LA RED MODELADA	25
FIGURA 3.3.	PANTALLA DEL MODELO EN EXCEL	27
FIGURA 3.4.	PANTALLA DE LA HERRAMIENTA DE CÁLCULO DE REQUERIMIENTOS EN EXCEL	33

ÍNDICE DE TABLAS

	<u>PAG.</u>
TABLA 1.1. DESCRIPCIÓN DE RESOURCE PLANNING	9
TABLA 1.2. DESCRIPCIÓN DE ROUGHT-CUT CAPACITY PLANNING	9
TABLA 1.3. DESCRIPCIÓN DE CAPACITY REQUIREMENT PLANNING	10
TABLA 3.1. DETALLE DE NODOS RED PRIMARIA	25
TABLA 3.2. TABLA VOLÚMENES DE DEMANDA	29
TABLA 3.3. TABLA DE COSTOS UNITARIOS Y CAPACIDADES	30
TABLA 3.4. RESUMEN DE RESULTADOS DE OPTIMIZACIÓN	31
TABLA 3.5. VALORES RESULTANTES PARA LAS VARIABLES DE DECISIÓN	31
TABLA 3.6. RESTRICCIONES DEL MODELO DE OPTIMIZACIÓN	32
TABLA 3.7. VOLÚMENES DE DEMANDA	34
TABLA 3.8. RESUMEN DE VOLÚMENES Y COSTOS DE OPERACIÓN	35
TABLA 3.9. CUADRO ESTANDAR DE PLANIFICACIÓN DE RECURSOS	38
TABLA 3.10. ETAPA BREWHOUSE	38
TABLA 3.11. ETAPA CELLARS	40
TABLA 3.12. ETAPA FILTRATION	41
TABLA 3.13. ETAPA BBT's	42
TABLA 3.14. ETAPA PACKAGING	43
TABLA 3.15. RESUMEN DE RESULTADOS DE RESOURCE PLAN POR PLANTA	44
TABLA 3.16. INSTANCIA FULLS STORAGE	45
TABLA 3.17. INSTANCIA EMPTIES STORAGE	46
TABLA 3.18. INSTANCIA TRUCK LOADING T3	47
TABLA 3.19. INSTANCIA TRUCK STAGING & TRUCKS T3 REQUIRED	48
TABLA 3.20. INSTANCIA TRUCKS T1/T2 REQUIRED	49

TABLA 3.21. INSTANCIA TRUCKS LOADING T1/T2	49
TABLA 3.22. INSTANCIA GATE AREA	50
TABLA 3.23. RESUMEN DE RESULTADOS DE RESOURCE PLAN POR CENTRO DE DISTRIBUCIÓN	50
TABLA 3.24. ANÁLISIS FINANCIERO	51
TABLA 3.25. RESULTADOS DE OPTIMIZACIÓN – EJEMPLO	52
TABLA 3.26. RESULTADOS DE REQUERIMIENTO DE RECURSOS PRODUCTIVOS	54
TABLA 3.27. RESULTADOS DE REQUERIMIENTO DE RECURSOS DE DISTRIBUCIÓN	54
TABLA 3.28. RESULTADOS FINANCIEROS – ESCENARIO 1	55
TABLA 3.29. RESULTADOS FINANCIEROS – ESCENARIO 2	56
TABLA 3.30. ANÁLISIS FINANCIERO DE ESCENARIOS	56

INTRODUCCIÓN

IMPORTANCIA DE LA TESIS

La presente tesis busca desarrollar un modelo práctico de planificación de capacidades que permita simular distintas alternativas para:

- ✓ Balancear las capacidades actuales de manera integrada que incluya las capacidades de producción, almacenamiento y transporte, mediante un análisis detallado de las restricciones en la cadena de suministro.
- ✓ Optimizar el capital de trabajo y de inversión a través de los años de planificación mediante el uso de herramientas de modelación matemática.
- ✓ Evaluar escenarios cambiantes de demanda a largo plazo
- ✓ Evaluar distintos escenarios de utilización de capacidades y estrategias de saltos de capacidad

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Área de enfoque de la Tesis

El área de enfoque de la tesis es la simulación y optimización aplicadas a la planificación estratégica de capacidades

Preguntas que responde la tesis

Las preguntas que se responden con el desarrollo de la tesis son:

- ✓ Se encuentran balanceadas las capacidades en la cadena de suministro del negocio?
- ✓ Se están considerando de manera integrada todos procesos del negocio?
- ✓ Existe la oportunidad de simular cambios en la demanda?

- ✓ Existe la oportunidad de simular cambios en los parámetros de planificación?
- ✓ Existe la oportunidad de simular aplazamientos de inversiones?
- ✓ Para cada alternativa evaluada, se muestran resultados óptimos en costos de capital y recursos?
- ✓ El modelo de simulación traduce la estrategia competitiva escogida por la compañía en planes de capacidades a largo plazo?

Supuestos para el desarrollo de la tesis

Los supuestos más importantes que se tienen son los siguientes:

- ✓ Se logrará optimizar la red primaria de suministro
- ✓ Se lograrán incluir todos los aspectos y parámetros técnicos para el cálculo de capacidades de producción y distribución a largo plazo
- ✓ Los cálculos integrarán toda la cadena de suministro
- ✓ Se podrán simular variaciones en la demanda y en utilización de capacidad y generar información que ayude a la toma de decisiones
- ✓ El modelo presentará una interfaz amigable para el usuario

OBJETIVOS

Objetivo General

Diseñar y construir un modelo de planificación que optimice las capacidades a través de la red primaria de suministro de una compañía de cervezas.

Objetivos Específicos

1. Diseñar y construir un modelo de optimización para la asignación de volúmenes por Centro de Distribución y por Planta Productora.
2. Analizar los cuellos de botella en la red primaria de suministro
3. Construir una herramienta para el cálculo automático de los requerimientos de capacidad
4. Analizar las inversiones en términos de costos e impacto financiero
5. Analizar los resultados

METODOLOGÍA USADA

Para la realización de la presente tesis se utilizará una metodología de Optimización de la red primaria de suministro, Análisis de cuellos de botella en la cadena, Cálculo de los requerimientos y Simulación tanto de las variables principales como de los parámetros de planificación más importantes. Finalmente se evaluarán los Costos de operación e inversión de las alternativas de saltos de capacidad seleccionadas. A continuación se muestra la metodología a emplear en la tesis a manera de diagrama de flujo de procesos:

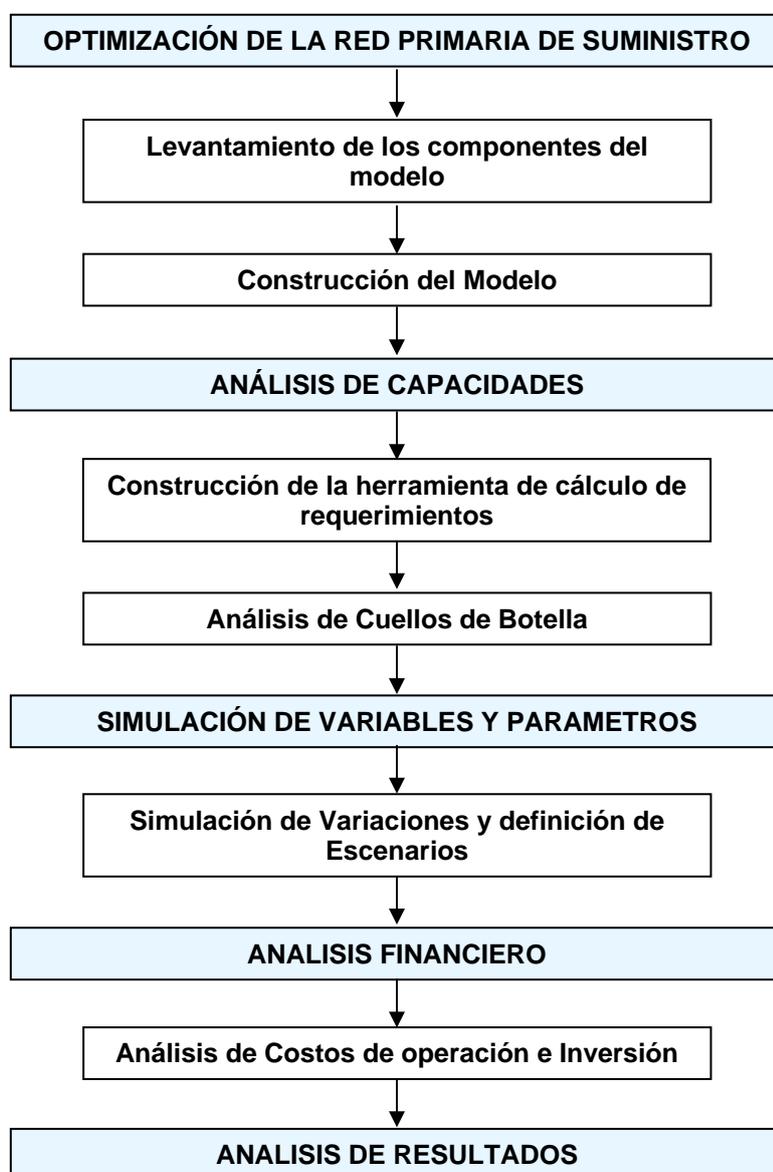


FIGURA: DIAGRAMA DE LA METODOLOGÍA DE LA TESIS

Optimización de la Red Primaria de Suministro

Se ha considerado como primer paso a desarrollar en la tesis a la Optimización de la red primaria de suministro, debido a que los volúmenes deben ser balanceados eficiente a través de todos los puntos o nodos en la red que incluyen Plantas de Producción, Centros de Distribución y Distribuidores, previo al análisis de las capacidades de operación y de la definición de los recursos requeridos. Este desarrollo representa un INPUT fundamental dentro de la Planificación de Capacidades de largo plazo.

Levantamiento de los componentes del modelo

Para optimizar la red primaria de suministro se diseñará un modelo matemático de Programación lineal el cual incluirá todos los componentes que serán declarados de manera detallada en esta sección de la tesis. Entre los componentes se identificarán todas las variables y parámetros necesarios.

Construcción del Modelo

Para la construcción se decidirá el mejor modelo de programación matemática que se ajuste a los resultados requeridos. Se evaluará entre los modelos de Asignación y los de Optimización de redes. Una vez sea seleccionado el modelo más acorde, se procederá a definir las restricciones y la función objetivo de optimización.

Análisis de Capacidades

Dentro del análisis de las capacidades de la red se analizarán las capacidades de producción, de transporte y de almacenamiento de manera integrada. Se construirá una herramienta de cálculo basada en Excel que permita identificar los cuellos de botella y determinar los requerimientos de capacidad al detalle.

Construcción de la herramienta de cálculo de requerimientos

Se construirá una herramienta que calcule los requerimientos de cada etapa de producción y distribución con un alto nivel de detalle acerca de los parámetros de planificación. La herramienta además contará con la posibilidad de simular mejoras en los parámetros más importantes y también variaciones en las utilidades de capacidades máximas por año.

Análisis de Cuellos de Botella

La herramienta dará visibilidad clara de los cuellos de botella en los sistemas de producción y distribución.

Simulación de Variables y Parámetros

Como parte de los objetivos de la tesis, se entregará la funcionalidad de simular variaciones en los parámetros críticos de planificación. Las simulaciones tenderán a reflejar posibles mejoras que ayudarán a definir metas para la operación en aquellos parámetros claves, de tal manera que se ajuste al plan estratégico (largo plazo) definido por la compañía.

Simulación de Variaciones y definición de Escenarios

La funcionalidad de simulación variaciones se dará para los volúmenes de demanda (variable), mejoramientos de los parámetros claves de planificación, y para variaciones en las utilizaciones de capacidad en el caso de querer observar movimientos en el tiempo de los requerimientos de capacidad (postergar vs. adelantar inversiones).

Análisis Financiero

Esta sección de la herramienta permitirá evaluar los distintos escenarios planteados desde el punto de vista financiero incluyendo los costos de operación y los de inversión.

Análisis de Costos de Operación e Inversión

Del modelo de Optimización se obtendrán los costos de operación para el periodo definido del plan de capacidades, mientras que de la herramienta de determinación de requerimientos se obtendrán varios escenarios que contarán con sus estimaciones de inversión en recursos de producción y distribución. Con toda esta información se procederá a resumir los escenarios y evaluar financieramente la mejor alternativa en relación a su NPV (Net Present Value).

Análisis de Resultados

Se mostrará un ejemplo del uso del modelo completo de planificación y optimización de capacidades. Para este ejemplo se utilizarán todas las funcionalidades y se realizará un análisis de los resultados.

ESTRUCTURA DE LA TESIS

La estructura de la tesis está conformada por:

- ✓ Estado del Arte y Conceptos
- ✓ Descripción de la empresa y de los procesos a afectar
- ✓ Descripción del Modelo de Planificación y Optimización de Capacidades
- ✓ Conclusiones y Recomendaciones

Estado del Arte y Conceptos

En este capítulo se realizará una introducción a los desarrollos en el campo de la planificación de capacidades, se expondrán los trabajos relacionados y aplicaciones reales que se han llevado a cabo en otras industrias y también se profundizará en los conceptos que serán la base del desarrollo de la tesis.

Descripción de la empresa y de los procesos a afectar

Se describirá la empresa donde se levantó información y que sirvió de modelo para la preparación de la tesis. En este capítulo también se mencionarán los procesos operacionales que serán afectados positivamente por la Planificación de Capacidades.

Descripción del Modelo de Planificación y Optimización de Capacidades

Este será el capítulo medular de la tesis donde se describirán los modelos construidos tanto para la Optimización de la red primaria de suministro como también para la Determinación de Requerimientos y Simulación. También se expondrá un ejemplo que servirá para mostrar la aplicación de todas las funcionalidades que el modelo completo incluye y analizar los resultados obtenidos.

Conclusiones y Recomendaciones

Se presentarán las conclusiones de la tesis y de su aplicación en la industria de cervezas así como también las recomendaciones respectivas para futuros desarrollos o mejoramientos.

CAPÍTULO 1

1.1. ESTADO DEL ARTE

La industria de cervezas se caracteriza por ser una de las industrias de productos de consumo donde se destina el mayor capital intensivo de negocio. Como principal diferencia entre las otras industrias de bebidas, se tiene que para montar plantas de producción es necesario comprometer una gran cantidad de fondos en activos sumamente especializados. La existencia de economías a escala y la alta tecnología cambiante se traducen en ventajas de costos, lo cual incide en que la toma de decisiones relacionadas a capacidades de operación, sea una tarea particularmente compleja.

Parte de la complejidad se deriva en que las decisiones en planificación de capacidades no son aisladas al resto de decisiones estratégicas del negocio. Las decisiones en capacidades de operación requieren de una alta integración con las estrategias del negocio como por ejemplo, las inversiones en innovación de productos, la distribución, el desarrollo de canales de distribución y el abastecimiento de materias primas e insumos escasos.

El panorama económico cambiante y la globalización, en conjunto con la crisis mundial, obligan a que las decisiones de inversión en activos costosos, como son los de la industria cervecera, sean previamente analizadas en función del establecimiento de múltiples opciones que simulen y optimicen los resultados de varios tipos de estrategias que a su vez estén alineadas a la visión y estrategia general del negocio. La simulación de los parámetros más importantes del negocio de cervezas, permitirá optimizar recursos que maximicen los beneficios y que impacten a los resultados de la compañía en sus propios indicadores claves. Entre las situaciones que son de interés para la simulación se tienen:

- Conductas de la demanda
- Reasignación de facilidades y distribución de la cadena de suministro
- Fases y posición del negocio en la industria
- Estrategias de negocio y financieras

La tesis se centrará en la planeación estratégica de la capacidad que provea el enfoque para determinar el nivel de capacidad general de los recursos con la utilización intensiva del capital, instalaciones y equipos que respalden de forma eficiente la estrategia competitiva del negocio. El nivel de capacidad seleccionado luego de evaluar y simular las mejores alternativas, tendrá un impacto crítico en el ritmo de respuesta del negocio, en su estructura de costos, en sus políticas de inventarios y en los requisitos de apoyo al personal y a la gerencia. Si la capacidad es insuficiente, una compañía puede perder clientes por lentitud en el servicio o por permitir que los competidores ingresen al mercado. Si la capacidad es excesiva, el negocio puede verse en la necesidad de reducir los precios para estimular la demanda, o de lo contrario subutilizar su fuerza laboral, mantener un inventario excesivo o buscar otros productos menos rentables para poder permanecer en el mercado.

Para mostrar la ubicación de la planificación de capacidades, como proceso, a través de la jerarquía de decisiones, se muestra la siguiente figura:

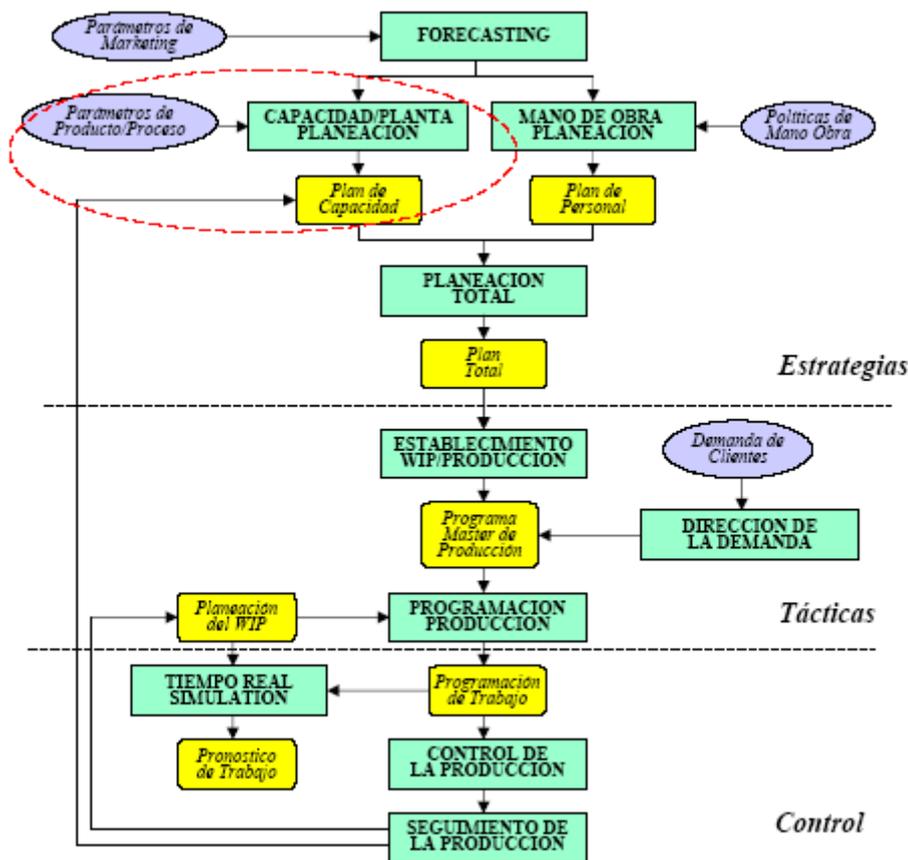


FIGURA 1.1. PLANIFICACIÓN DE OPERACIONES

Se realizó una investigación acerca de los estudios que se han desarrollado referentes a la planificación de capacidades en la industria de cervezas. Entre los más importantes se tienen los trabajos realizados por Ian Jones quien desarrollo estudios relacionados a la planificación de capacidades y a la optimización de las operaciones de la cadena de suministro en la multinacional cervecera SABMiller.

Sus estudios detallan la planificación de capacidades de producción basada en volúmenes de demanda previstos y en la estrategia estática de que la capacidad lidera la demanda. En este sentido se pudo observar que un análisis de optimización de capital, recursos y la integración con las demás operaciones dentro de la cadena de suministros, es una oportunidad a ser explorada en la presente tesis. Cabe recalcar que tampoco se hace clara la interrelación entre la planificación de capacidades y la estrategia propia de la empresa sin embargo lo interesante del estudio es el grado de detalle técnico y el

conocimiento de la industria cervecera al momento de incorporar factores importantes como la estacionalidad y los horizontes de tiempos propios de la planificación estratégica de largo plazo.

Otro estudio investigado, se refiere a la planificación de capacidades en una cervecería de Fort Collins. Este trata acerca de la simulación de procesos para eliminar los cuellos de botellas. Esta publicación es rica al igual que la anterior, en el grado de detalle técnico, pero evalúa las capacidades con horizontes de tiempos cortos y la simulación se basa en la localización y en el aprovechamiento de las capacidades de los cuellos de botella, lo cual permite simular la producción como tal, más no la operación extendida de la cadena de valor y sus implicaciones en los resultados de la compañía a L/P.

Algunos otros estudios de capacidades, no solo aplicados a la industria de cervezas, añaden valor a la teoría en cuanto analizan la interrelación directa entre la planificación de capacidades y los ingresos de las compañías, así como a su vez la planificación de capacidades puede influir en la estrategia de fijación de precios para maximizar los ingresos y beneficios de las empresas. Lo destacado del journal investigado, es el entendimiento de que la planificación de las capacidades esta relacionada directamente a las otras decisiones estratégicas de las compañías.

1.2. CONCEPTOS Y TÉCNICAS

1.2.1 Administración de Capacidades

La Administración de Capacidades (Capacity Management) se refiere a la función de planificación, definición, medición, monitoreo, y ajuste de los niveles de capacidad de tal forma que esté disponible la capacidad suficiente para permitir la ejecución de las operaciones industriales. La Planificación de Capacidad es el proceso de medir la cantidad de trabajo programado y entonces determinar los recursos físicos que se necesitan para lograrlo. El Control de la Capacidad involucra el monitoreo tanto de las entradas que se refieren al volumen de trabajo como también las salidas que se refieren al

throughput de operación (producción/ distribución) para asegurar que los planes de capacidad se estén ejecutando o llevando a cabo de maneja correcta y que se estén tomando las acciones correctivas si hay variaciones significativas en las entradas y/o throughputs.

La eficiente Administración de Capacidades hace posible que el producto se encuentre disponible cuando y donde el cliente lo exige. Debido a que el proceso de la producción normalmente se extiende a través de varias fases, desde las materias primas hasta los sub-ensambles o productos terminados, un retraso en cualquiera de estas fases puede significar que un producto no esté disponible cuando se necesita. Si se visualiza el proceso del suministro como una serie de cañerías a través de las que el producto debe fluir, cualquier condición que estorbe el movimiento libre a través de la tubería del suministro creará un cuello de botella y será la causa del atraso en la entrega de un producto. Así, el aspecto de mayor importancia en la Administración de Capacidades es la planificación tomando en cuenta los cuellos de botella reales y potenciales.

Componentes de la Administración de Capacidades

La administración de capacidades se encarga de planificar y controlar la capacidad con el objetivo de poder ejecutar los programas de suministro. En función de eso, la Administración de Capacidades abarca los siguientes 4 componentes:

- ✓ Establecer el nivel de Capacidad
- ✓ Medir los Recursos
- ✓ Monitorear el desempeño
- ✓ Ajustar el nivel de capacidad

Establecer el nivel de Capacidad

El establecimiento o definición del nivel de capacidad se basa en el nivel de planificación que se esté realizando, el mismo que puede ser Estratégico –

Táctico (largo plazo) u Operacional (corto plazo). Por ejemplo, al desarrollar el plan de producción de largo plazo para la organización, se usará “Resource Planning” para determinar la capacidad. A este nivel, la capacidad es calculada en términos de familias del producto en lugar de los SKUs que se usan durante el proceso de la planificación maestra (MPS).

Medir los recursos

Se refiere a la medición de los recursos empleados, y sus salidas producidas (Outputs - Throughput) son ajustadas mediante la comparación de las capacidades de las personas, procesos y equipos reales-actuales. El resultado de esta medición será la *Capacidad Disponible*.

Monitorear el desempeño

El monitoreo del desempeño de los componentes del Plan de Capacidad se desarrolla mediante el uso de reportes de control para las entradas (inputs) y las salidas (Outputs – Throughput).

Ajustar el nivel de capacidad

El ajuste del nivel de capacidad o la cantidad de trabajo a desarrollar asegura que los programas de suministro puedan ejecutarse con los recursos disponibles. Los niveles de capacidad pueden ajustarse con una perspectiva a corto plazo o a largo plazo. Desde una perspectiva a corto plazo, la capacidad puede ser ajustada por horas de sobretiempo, contratando o despidiendo mano de obra y subcontratando. Desde una perspectiva de largo plazo, la adquisición de equipos adicionales, infraestructura adicional, o fuerza de trabajo extra, puede proporcionar la capacidad adicional requerida. El resultado del ajuste será la *Capacidad Requerida*.

Balanceo de la Capacidad

Para que un plan para sea factible, la Capacidad Disponible y la Capacidad Requerida deben ser bastante parecidas. Si ambas no son parecidas, hay un desequilibrio que necesita ser resuelto.

- ✓ Si la Capacidad Disponible es significativamente menor que la Capacidad Requerida, el trabajo no se realizará a tiempo.
- ✓ Si la Capacidad Disponible es significativamente mayor que la Capacidad Requerida, hay capital que se está gastando en recursos que no se usarán.

Hay sólo dos maneras de resolver un desequilibrio significativo. Una manera es cambiar la Capacidad Disponible. Esto requiere adicionar o liberar recursos. Y la otra manera es cambiar el trabajo a ser realizado. Esto puede ser logrado reprogramando el trabajo o cambiando el trabajo desde uno hacia otro recurso.

Niveles de Capacidad

Existen varios niveles de Planificación de Capacidades. Para describirlos, a continuación se muestra el Diagrama de Jerarquía de Planificación, el mismo que explicará cómo la estrategia de capacidad debe manejarse de manera Top-down, es decir, a manera de cascada desde el nivel más alto.

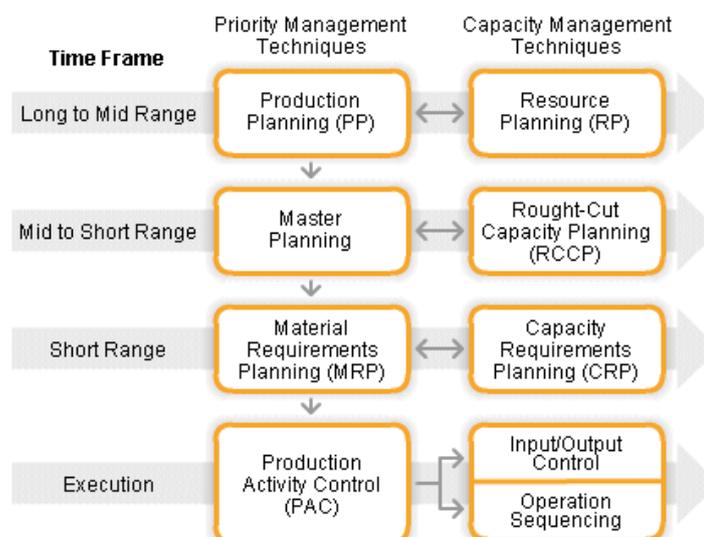


FIGURA 1.2. DIAGRAMA DE JERARQUÍA DE PLANIFICACIÓN

Al ser la estrategia de Capacidad definida de manera Top-down, la arquitectura será jerarquizada y los planes generados en cada nivel establecerán los límites para los niveles más bajos. Esto significa que la planificación de Largo Plazo debe preceder esfuerzos del Mediano Plazo, y los esfuerzos del Mediano Plazo deben preceder a aquellos del Corto Plazo. Por ejemplo, el *Rough Cut Capacity Planning* se realiza durante el desarrollo del MPS (Master Production Schedule), con el resultado final de alimentar el MRP (Material Requirement Planning).

Los procesos situados en cada nivel están integrados y hay retroalimentación cuando hay desviaciones significativas de los planes. Los procesos son iterativos y desarrollados sobre una base habitual. Un Plan de prioridades y otro de Capacidades son producidos en cada nivel, y estos deben ser factibles antes de que se liberen al siguiente nivel. En cada nivel, las actividades de capacidad son similares, pero hay algunas diferencias en términos de periodo de tiempo, inputs, outputs, y el detalle del método de administración de recursos.

Resource Planning (RP)

En el nivel más alto se encuentra Resource Planning (también conocido como Resource Requirement Planning), el mismo que evalúa el Plan de Operación con un horizonte de 12 meses a varios años y se enfoca en familias de productos o grupos. Debido al largo horizonte de planificación, no es necesario programar los requerimientos al detalle para el horizonte definido. A este nivel alto de agregación, *Resource Planning* proporciona una evaluación general de todos los recursos e identifica aquéllos que pueden, cuando se analice de manera más desagregada, presentar problemas de disponibilidad, ya sea de cantidad o de fechas (timing).

A continuación se muestra una tabla que describe este nivel:

Componentes	Resource Requirements Planning Descripción
Horizonte de Planificación	De 12 meses a varios años
Nivel de Detalle	Grupos de productos o familias en buckets mínimo de meses
Tipo y número de recursos requeridos	Recursos, personas, procesos y equipos críticos
Precisión Requerida	Bastante baja
Alternativas factibles para resolver desbalances	Para Planificación: cambios en cantidades, mix, o timing de producción. Para Capacidades: cambios en fuerza laboral, Equipos, diseño de producto, Infraestructura.
Técnicas empleadas	Modificar las variables actuales relacionadas a personas, procesos y Equipos

TABLA 1.1. DESCRIPCIÓN DE RESOURCE PLANNING

Rough-Cut Capacity Planning

En el mediano plazo, el *Rough-Cut Capacity Planning* (RCCP) se usa para evaluar la viabilidad del MPS (Master Production Schedule). El RCCP evalúa la capacidad necesaria para todos los recursos claves, incluso los componentes y materias primas, capital, mano de obra, tiempos de máquina, almacenamiento, y otros. El proceso de Rough-Cut es el nivel más alto de planificación en el que se puede afirmar que lo programado es factible. A continuación su descripción:

Componentes	Rough-Cut Capacity Planning Descripción
Horizonte de Planificación	De 6 meses a 2 años
Nivel de Detalle	SKUs en buckets semanales
Tipo y número de recursos requeridos	Capacidad en Centros de trabajo claves o líneas de producción
Precisión Requerida	Baja
Alternativas factibles para resolver desbalances	Para Planificación: cambios en cantidades, mix, o timing de producción. Para Capacidades: Evaluación de cuellos de botellas, eficiencias y utilización. También equipos y herramientas.
Técnicas empleadas	Modificar las variables actuales relacionadas a personas, procesos y Equipos

TABLA 1.2. DESCRIPCIÓN DE ROUGHT-CUT CAPACITY PLANNING

Capacity Requirement Planning

Capacity Requirement Planning (CRP) se usa para evaluar el plan de requerimiento de materiales en el Corto Plazo. Material Requirements Planning (MRP) define las órdenes, internas para la planta y externas para los proveedores, que son necesarias alcanzar el MPS. CRP traduce estas órdenes en compromisos de centro de trabajo por un periodo de tiempo definido. Otras capacidades también son verificadas, incluyendo espacio disponible del almacén, ajustes para mermas, y disponibilidad de materiales/componentes.

Componentes	Capacity Requirement Planning Descripción
Horizonte de Planificación	Lead-time de los componentes
Nivel de Detalle	Nivel de componentes por orden, programa y tiempos estimados
Tipo y número de recursos requeridos	Capacidad en específicas células de trabajo (work cells)
Precisión Requerida	Moderada
Alternativas factibles para resolver desbalances	Para Planificación: reprogramación de trabajos, o partición de órdenes de producción. Para Capacidades: Programación de Sobretiempo, subcontratación, definición de turnos de trabajo o alternado de rutas.
Técnicas empleadas	Alternar centros de trabajo, sobretiempo o recursos.

TABLA 1.3. DESCRIPCIÓN DE CAPACITY REQUIREMENT PLANNING

Una de las cosas más importantes de esta sección es que para cada nivel de Administración de Capacidad se deberá contestar las siguientes cuatro preguntas claves:

1. Cuánto volumen se necesita?
2. Dónde se necesitará el volumen?
3. Cuándo se necesitará el volumen?
4. Cómo se fabricará el producto o servicio?

Finalmente, los procesos pueden ser desarrollados secuencialmente o concurrentemente, pero normalmente son revisados de manera secuencial.

A manera de introducción, es necesario comentar que la presente tesis se enfocará en el nivel más alto de Planificación de Capacidades, es decir, “Resource Planning” y para esto se aplicarán otras técnicas que complementen el desarrollo de la misma, entre los que se dará mucha importancia a la Optimización de la Red de Suministro previamente al análisis y planificación de capacidades.

Para contestar a las preguntas claves en Planificación de Capacidades se realizará lo siguiente:

1. Cuánto volumen se necesita?

Se tomará del Plan de Demanda de Largo Plazo, pero se desarrollará un simulador para poder hacer escenarios de crecimientos distintos.

2. Dónde se necesitará el volumen?

Se construirá un modelo de Optimización de Redes para distribuir correctamente los volúmenes en la Red de Suministro de la compañía en estudio.

3. Cuándo se necesitará el volumen?

Los volúmenes serán cubiertos por el plan de capacidades, el mismo que tendrá un split a lo largo del horizonte de planificación definido.

4. Cómo se fabricará el producto o servicio?

El cómo será respondido con la planificación más detallada de los recursos, la misma que tomará en cuenta el análisis de cuellos de botella tanto de Producción como de Distribución Primaria.

1.2.2 Modelos de Optimización de Redes

Los problemas de redes surgen en una gran variedad de situaciones. La representación de redes se utiliza ampliamente en áreas diversas como: Supply Chain, Producción, Distribución, Planificación de proyectos, Localización de instalaciones, Administración de recursos y Planificación financiera entre otros. A continuación un ejemplo de la representación de una Red de Suministro:

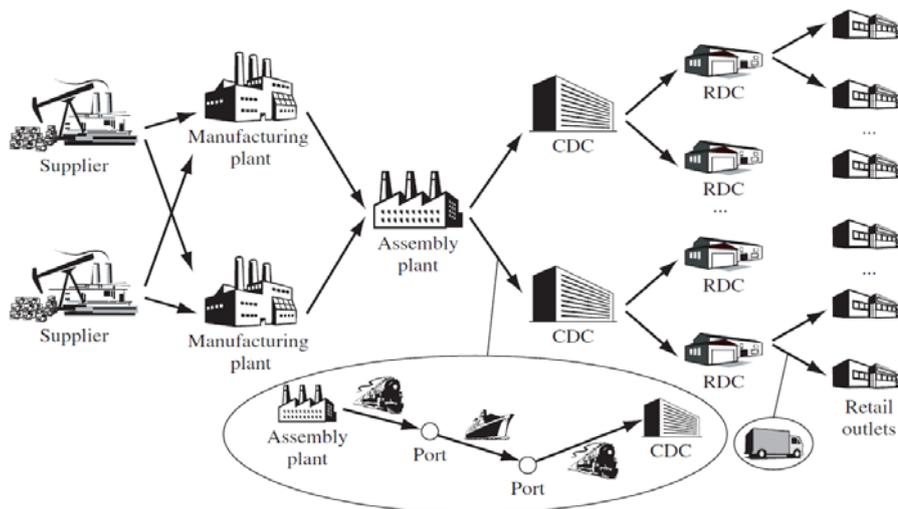


FIGURA 1.3. REPRESENTACIÓN DE UNA RED DE SUMINISTRO

Uno de los mayores avances recientes en Investigación de Operaciones (IO) ha sido el rápido avance tanto en la metodología como en la aplicación de modelos de Optimización de redes.

Muchos modelos de optimización de redes son en realidad tipos especiales de problemas de programación lineal. Estos modelos muchas de las veces constituyen sistemas de soporte de decisiones (DSS) basados en la optimización.

Existen 4 tipos importantes de problemas de redes:

- ✓ **El problema de la ruta más corta:** Busca minimizar la distancia total tomada
- ✓ **El problema del árbol de mínima expansión:** Busca minimizar la distancia de manera que se obtenga interconexión entre cualquier par de estaciones (nodos).
- ✓ **El problema de Flujo máximo:** Busca maximizar el número de viajes sin tomar en cuenta las distancias pero sí las restricciones de cada ruta posible.
- ✓ **El problema del Flujo de costo mínimo:** Busca la minimización de costos de la red, cumpliendo con las demandas requeridas y restricciones planteadas.

Terminología de Redes

En la construcción de modelos de Optimización de redes se utilizan varios elementos fundamentales, cada uno con su terminología, significado y función. En esta sección de la teoría de Redes se describirán aquellos elementos que serán empleados en la modelización del problema de la presente tesis.

Los principales elementos de Modelización de Redes son los siguientes:

Nodos.- Son vértices que representan a las ecuaciones.

Arcos.- Son los caminos o tramos que representan a las variables.

Arcos dirigidos.- Son los arcos que van en una sola dirección

Arcos no dirigidos.- Son los arcos que van en ambas direcciones, también llamados ligadura.

Red dirigida.- Es aquella que cuenta con arcos dirigidos, y también con arcos mezclados.

Red no dirigida.- Es aquella que sólo cuenta con arcos no dirigidos.

Trayectoria.- Es la sucesión de arcos distintos.

Ciclo.- Es la trayectoria que comienza y termina en el mismo nodo.

Red conexa.- Es aquella en la que cada par de nodos está conectado.

Capacidad del Arco.- capacidad máxima del flujo que puede circular en un arco dirigido.

Nodos Fuente.- son los nodos en los que se cumple la propiedad de que el flujo saliente es mayor que el flujo entrante.

Nodos Demanda.- son los nodos en los que se cumple la propiedad de que el flujo saliente es menor que el flujo entrante.

Nodo Traslado.- son los nodos en los que se cumple la propiedad de que el flujo saliente es igual al flujo entrante.

Un ejemplo de los elementos de modelización de redes aplicado a la tesis es el siguiente:

- ✓ Nodos Fuente: Plantas de Producción
- ✓ Nodos Traslado: Centros de Distribución Primarios y Secundarios
- ✓ Nodos Demanda: Distribuidores
- ✓ Arcos: Rutas
- ✓ Flujo: Hectolitros

Problema del Flujo de Costo Mínimo

Este es el Modelo a emplear en la tesis debido a su forma de ajustarse a la necesidad de minimizar los costos de operación en la Red de Suministro de la compañía de cervezas en estudio. Cabe recalcar que también fue seleccionado el modelo gracias a la simplicidad y solución eficiente de su estructura, lo cual es percibido como importante por los usuarios que están ligados a las funciones de Planificación de Capacidades.

La razón por la que el problema de flujo de costo mínimo se puede resolver de modo tan eficiente es que se puede formular como un problema de programación lineal. A continuación se describe el problema de costo mínimo:

- ✓ La red es una red dirigida y conexa
- ✓ Al menos uno de los nodos es un nodo fuente
- ✓ Al menos uno de los nodos es un nodo demanda
- ✓ El resto de los nodos son nodos de trasbordo
- ✓ Se permite el flujo a través de un arco sólo en la dirección indicada por la flecha, donde la cantidad máxima del flujo está dada por la capacidad del arco.
- ✓ La red tiene suficientes arcos con suficiente capacidad para permitir que todos los flujos generados por los nodos fuentes lleguen a los nodos demanda.
- ✓ El costo del flujo a través del arco es proporcional a la cantidad de ese flujo, donde se conoce el costo por unidad.
- ✓ El objetivo es minimizar el costo total de enviar el suministro disponible a través de la red para satisfacer la demanda dada.

Formulación del modelo

Se debe considerar una red conexa dirigida en la que los n nodos incluyen al menos un nodo origen (fuente) y al menos un nodo destino (demanda). Las variables de decisión son:

X_{ij} = flujo a través del arco $i \rightarrow j$,

Y la información dada incluye:

C_{ij} = costo por unidad de flujo a través del arco $i \rightarrow j$,

U_{ij} = capacidad del arco $i \rightarrow j$

b_i = flujo neto generado en el nodo i

El valor de b_i depende de la naturaleza del nodo i , en donde

$b_i > 0$, si i es un nodo fuente,

$b_i < 0$, si i es un nodo demanda,

$b_i = 0$, si i es un nodo de transbordo.

El objetivo es minimizar el costo total de mandar recursos disponibles. La formulación de programación lineal de este problema es:

$$\text{Minimizar } Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij},$$

Sujeta a

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} - \sum_{j=1}^n X_{ji} = b_i, \text{ para cada nodo } i$$

Y

$$0 \leq X_{ij} \leq U_{ij}, \text{ para cada arco } i \rightarrow j$$

$$\sum_{i=1}^n b_i = 0$$

CAPÍTULO 2

2.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

La presente tesis se basa en la implementación de un modelo de planificación y optimización de capacidades que se desarrolló en la compañía Cervecería Nacional, la misma que se constituye como una de las empresas más importantes del Ecuador. La Cervecería Nacional se dedica a la fabricación y comercialización de cervezas y bebidas refrescantes. Esta empresa es la líder en el mercado cervecero de Ecuador contando con una participación de mercado del 95% aproximadamente. Su principal marca es Pilsener y posee la primera cerveza premium del Ecuador llamada Club.

La Cervecería Nacional es una empresa subsidiaria de SABMiller PLC desde el año 2005, momento en el cual la compañía pasa a pertenecer a uno de los mayores grupos cerveceros del mundo con intereses y acuerdos de distribución en más de 60 países a lo largo de los seis continentes. SABMiller opera en los siguientes países de América Latina: Honduras, El Salvador, Colombia, Perú, Ecuador y Panamá. Tiene 18 cervecerías con una capacidad de producción de 44,8 millones de hectolitros de cerveza, maltas, aguas y jugos.

En Ecuador, Cervecería Nacional tiene dos plantas ubicadas en Quito y Guayaquil que se dedican a la elaboración y comercialización de cervezas, maltas y aguas de mesa. La capacidad de producción supera los 5.5 millones de hectolitros anuales, los cuales se distribuyen a través de los 130,000 puntos de ventas a nivel nacional. Además, es la primera contribuyente del país, tras el pago de 22 millones de dólares en impuestos anualmente.

La Cervecería Nacional ofrece un amplio portafolio de bebidas que van desde cervezas hasta refrescos. Las marcas que se encuentran en el mercado son:

- ✓ Cervezas: Pilsener, Club, Pilsener Light, Conquer, Dorada
- ✓ Maltas: Pony Malta

✓ Aguas: Agua Manantial



FIGURA 2.1. MARCAS DE LA CERVECERÍA NACIONAL

Estructura Organizacional

El organigrama de la compañía es el siguiente:

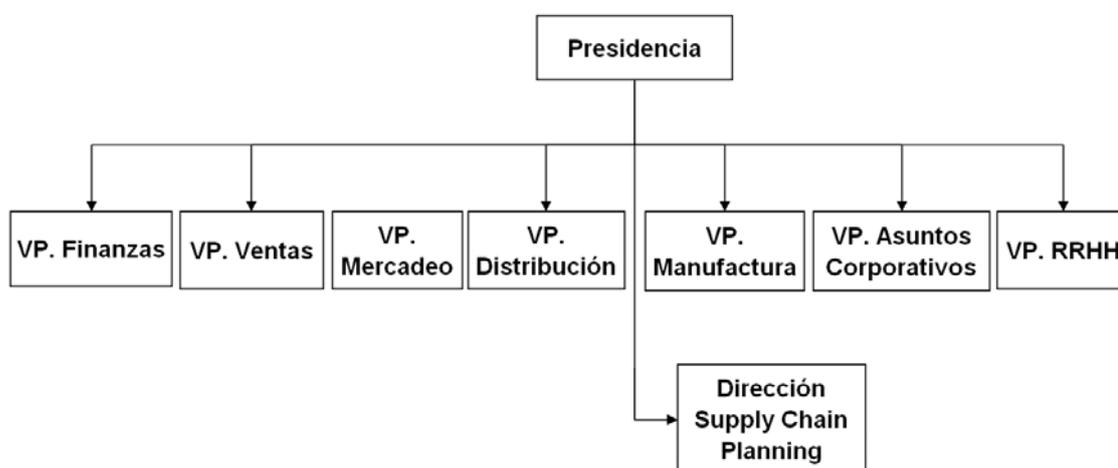


FIGURA 2.2. ORGANIGAMA CERVECERÍA NACIONAL

Como se puede observar cada vicepresidencia representa un bloque o departamento funcional. Para el caso de Supply Chain Planning, debido a su rol de coordinación de los planes con los demás departamentos, se encuentra como un departamento autónomo.

La compañía cuenta con aproximadamente 1,700 empleados directos que dependiendo de la función, se encuentran ubicados en ambas Plantas (Guayaquil y Quito) y para el caso de Ventas están dispersos a lo largo de todo el país.

2.2. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS A AFECTAR

2.2.1 Procesos

Haciendo un recuento, se ha realizado una introducción acerca de la metodología y las técnicas a emplear para el desarrollo de la tesis. Ahora se analizará el impacto del trabajo a realizar en la Compañía seleccionada, que incluye entender los procesos y entender la Red de Suministro, para de esa forma, hacer encajar nuestro modelo en la Planificación de la Cía. y aportar valor a las operaciones.

El departamento de Supply Chain Planning es el ente de planificación de la Compañía. Esta planificación se realiza a tres niveles:

- ✓ Operativo
- ✓ Táctico
- ✓ Estratégico

A su vez los bloques en los que se divide la planificación en Cervecería Nacional son: Demanda, Suministro (Producción y Distribución primaria) y Materiales. Para todos los niveles de planificación se toman en cuenta los bloques descritos.

El nivel operativo se refiere a la programación de las operaciones como por ejemplo la programación de producción por día y por turno, la programación del transporte por día, la programación de las entregas de materiales por proveedor por día. A este nivel también se monitorean las ventas a diario y se realiza la respectiva gestión para cumplir con el Forecast de demanda mensual.

El nivel Táctico se refiere a la planificación de las operaciones con un horizonte de tiempo más amplio. Para el presente caso, se realizan planificaciones a 24 meses con buckets semanales y mensuales. El ejemplo para este nivel de planificación es el Forecast de Demanda de 2 años, el Rough Cut Capacity Planning (se explica en el capítulo 1, página 9), los planes de distribución, la revisión de Políticas de Inventario (Inventory Planning) y un análisis general de la Red primaria que incluye la asignación de productos por cada Centro de Distribución primario y secundario. También se analiza el cargue de los Distribuidores por cada Centro de Distribución.

Para el nivel estratégico, en la compañía se realiza la planificación conocida como 5YP (five year plan o plan de 5 años), que se refiere a la Planificación de largo plazo de la demanda que incluye crecimientos, estrategias de mercado, incorporación de nuevas marcas, incursión en nuevos segmentos de consumo, indicadores macroeconómicos y de esa forma se estima un Forecast de demanda de largo plazo. Con esos volúmenes de demanda, que se encuentran por zona y por año, se realiza una planificación de largo plazo llamada Resource Planning (se explica en el capítulo 1, página 8), que incluye un análisis completo del Network Optimization (Optimización de la Red Primaria de Suministro) para asignar volúmenes a los centros de distribución y a las plantas productivas. Luego de asignados los volúmenes se hace la estimación de los requerimientos de capacidad en términos de adquisición, o por el lado contrario, de venta de activos productivos como plantas, centros de distribución, líneas de producción, tanques, camiones y demás.

Cabe señalar que se ha venido realizando este ejercicio pero de manera heurística, sin la integración completa de las distintas etapas productivas y de distribución, lo cual es un requerimiento de servicio de los departamentos funcionales de Manufactura y Distribución. Debido a esto se identificó la necesidad de desarrollar un modelo de planificación con características de simplicidad y robustez, el mismo que es el objetivo de la presente tesis.

2.2.2 Red a modelar

La Cervecería Nacional cuenta con una Red de Suministro expandida a lo largo de todo el territorio nacional. Para fines prácticos se va a separar la red en dos:

- ✓ Red Primaria
- ✓ Red Secundaria

La Red Primaria de Suministro es aquella que va desde las Plantas de Producción hasta las bodegas de los Distribuidores, mientras que la Red Secundaria de suministro va desde las bodegas de los distribuidores hasta los puntos de ventas (POS). La presente tesis se va a desarrollar exclusivamente para la Red Primaria de Suministro.

Los elementos que forman parte de la Red Primaria son descritos a continuación:

Plantas Productivas

La red cuenta con 2 plantas de producción, ubicadas en los sectores de Pascuales (ciudad de Guayaquil) y Cumbayá (ciudad de Quito). La planta de Pascuales es la de mayor capacidad con 4.2 millones de hectolitros al año, mientras que la Planta de Cumbayá maneja 1.6 millones de hectolitros anuales. La Planta Pascuales produce todos los SKUs que suman 40 en 3 líneas de producción, y la Planta Cumbayá es una planta dedicada en la que se producen 2 SKUs en 1 línea. Para nuestra tesis se evaluarán los requerimientos de recursos en todas las etapas de producción que son características en la industria de cervezas. Estas etapas son las siguientes:

- ✓ Brewing (etapa de cocimiento del mosto)
- ✓ Cellars (etapa de fermentación y maduración del mosto)
- ✓ Filtration (etapa de filtración de la cerveza)
- ✓ BBT (tanques buffers y de estabilización de la cerveza previo al envasado)
- ✓ Packaging (etapa de envasado de la cerveza)

Centros de Distribución

La distribución de Cervecería Nacional inicia en los Centros de Distribución Primarios (CD1) cuyas características principales son, que pertenecen a la Compañía y están asociados a una Planta de producción. En la red se cuenta con 2 CD1 ubicados, al igual que las plantas, en Guayaquil y en Quito. Estos CD1 son utilizados para la atención de los Centros de Distribución secundarios (CD2), Distribuidores de Provincia, y el reparto a POS de ambas ciudades principales (Guayaquil y Quito). Los Centros de Distribución secundarios (CD2) también pertenecen a la Cía. pero no tienen una planta asociada. Para este caso se cuenta con 1 CD2 ubicado en la ciudad de Sto. Domingo de los Tsachilas y atiende a los 2 distribuidores de esa zona.

Más adelante en la tesis se mencionará el transporte, por lo que se cree conveniente explicar la clasificación del mismo. El transporte primario T1 es aquel que se realiza entre CD1's y CD2's, mientras que el primario T2 es el que se realiza desde CD1/CD2 hacia los Distribuidores. El transporte

secundario, capilar o de reparto (T3) es aquel que va de CD1/ Distribuidores hacia los puntos de ventas (POS)

Al igual que se detallaron las etapas de producción, por el lado de Distribución también se diseñará un modelo con el siguiente nivel de detalle:

- ✓ Fulls Storage (almacenamiento de producto terminado)
- ✓ Empties Storage (almacenamiento de envases retornables vacíos)
- ✓ Truck Staging & Trucks T3 (área de parqueo y número de camiones para el transporte T3)
- ✓ Truck Loading T3 (área de cargue de camiones T3 con producto)
- ✓ Trucks T1/T2 (número de camiones para el transporte T1 y T2)
- ✓ Truck Loading T1/T2 (área de cargue de camiones T1 y T2 con producto)
- ✓ Gate Area (garitas operativas)

Distribuidores

Los distribuidores son considerados como los últimos puntos de distribución en la Red Primaria de Suministro. Estos cumplen la función de distribución en el resto de provincias del Ecuador. En la actualidad se cuenta aproximadamente con 60 distribuidores prestando su servicio a la Cía.

Los **POS** no entran en nuestro estudio debido a que pertenecen a la Red secundaria, sin embargo es interesante mencionar que suman aproximadamente 130,000 POS a lo largo del País.

A continuación un gráfico que resume la Red Primaria de Suministro de la Cervecería Nacional:

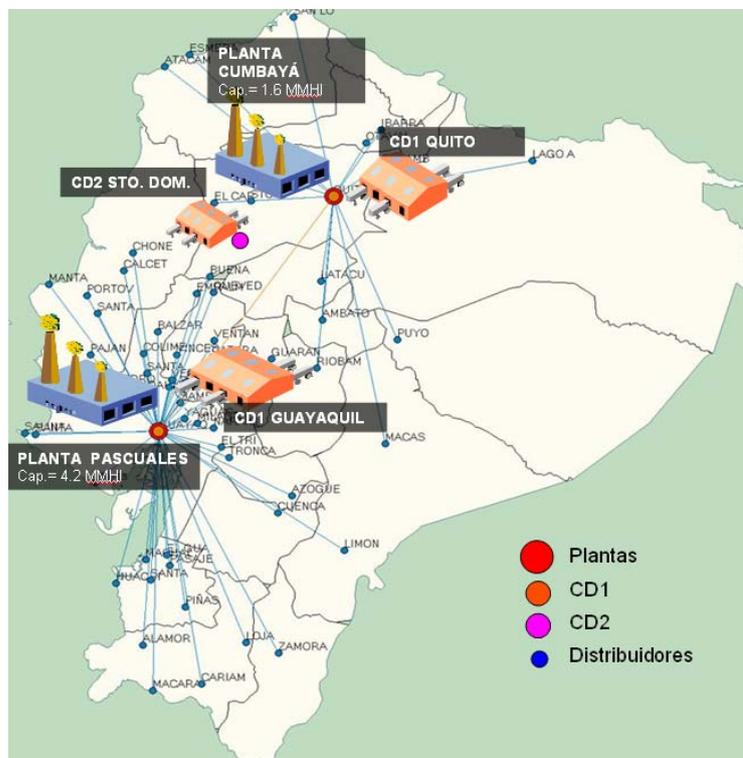


FIGURA 2.3. RED PRIMARIA DE SUMINISTRO

En el siguiente capítulo 3, se profundizará el modelo diseñado, pero cabe señalar que no se tomarán volúmenes reales ni ubicaciones reales de los distribuidores debido a que la Compañía lo ha considerado como información confidencial y esto es parte del acuerdo para desarrollar la tesis en la misma.

CAPÍTULO 3

Tal como se había mencionado anteriormente, el capítulo 3 representa el capítulo medular y el cuerpo de la presente tesis. Para este capítulo se llevó a cabo un gran trabajo de varios meses en el que se levantaron todos aquellos parámetros necesarios para calcular los requerimientos de recursos para cada etapa de producción y para cada instancia de distribución, que incluía Almacenamiento y Transporte. Para esto se contó con la colaboración de los expertos de cada una de las áreas de Manufactura y Distribución, dando como resultado una Herramienta de cálculo de requerimientos de capacidades. Pero luego de construir la herramienta se pudo constatar que los volúmenes de producción y distribución que se recibirían para realizar los cálculos de los recursos, podrían estar incorrectos, incurriendo en un gran problema, ya que se invertiría de manera errónea una gran suma de capital. Teniendo en cuenta este riesgo, se decidió complementar la herramienta construida con el diseño y construcción de un Modelo de Optimización que asigne eficientemente los volúmenes en la Red.

3.1. DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE OPTIMIZACIÓN

Para iniciar, se describirá al detalle el Modelo de Optimización de la Red Primaria de Suministro, el mismo que consideró la aplicación de la metodología y las técnicas explicadas en el capítulo 1.

El tipo de planificación de capacidades a desarrollar es el de mayor horizonte de tiempo, el mismo que permite tener una visualización estratégica de las operaciones. Esta planificación de largo plazo adoptada se llama RESOURCE PLANNING, como se mencionó previamente y debido a sus características, se va a considerar un horizonte de tiempo de 5 años con buckets de información anuales.

El modelo de Optimización propiamente dicho, fue desarrollado en base al algoritmo de Redes llamado “Problema del Flujo de Costo Mínimo” y como se explicó en el párrafo anterior, el modelo optimizará en base a volúmenes

anuales. Este modelo es uno de los más sencillos, pero a su vez es muy robusto y eficiente en su resolución.

Para la construcción y modelamiento se utilizó una herramienta de optimización llamada “What’s Best” de LINGO la cual usa como plataforma el Excel.

El modelo de Optimización desarrollado incluye los siguientes elementos:

- ✓ Nodos Fuente: Planta Pascuales y Planta Cumbayá
- ✓ Nodos de Transbordo: CD1 Guayaquil, CD1 Quito y CD2 Sto. Domingo
- ✓ Nodos de Demanda: Los Distribuidores

Cabe recalcar que la demanda se encuentra dividida en Cervezas, Maltas y Aguas, pero el tipo de planificación exige que se agreguen los volúmenes, por lo que la optimización se realizará de manera agregada. Más adelante, en el modelo de determinación de requerimientos de capacidad, se desagregará el volumen debido a que al nivel de plantas productoras existen recursos dedicados por categoría de productos.

A continuación se mostrará el mapa de la red modelada:

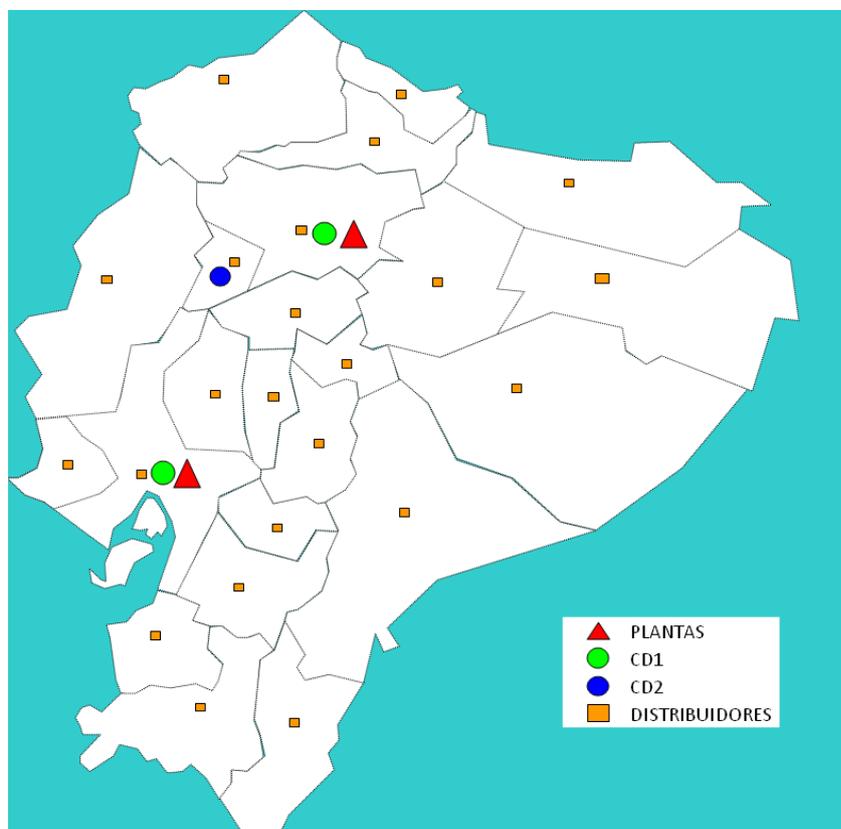


FIGURA 3.1. MAPA DE RED PRIMARIA DE SUMINISTRO

Se pueden observar claramente los elementos (nodos), que en total suman 30, los mismos que se encuentran distribuidos a lo largo del territorio ecuatoriano. Es importante señalar que los distribuidores en este caso están ubicados de manera teórica cumpliendo con la confidencialidad requerida por la compañía. Además del mapa, se tiene bosquejado el modelo de redes así como también se encuentran detallados sus nodos. A continuación los elementos de la red y su bosquejo:

NODOS:				
	 Fuente	 Trasbordo	 Trasbordo	 Demanda
PLANTAS	CD1	CD2	DISTRIBUIDORES	
Pascuales	Guayaquil	Sto. Domingo	Guayas	
Cumbaya	Quito		Sta. Elena	
	CD Ficticio		Manabí	
			Esmeraldas	
			Los Rios	
			Bolivar	
			Tungurahua	
			Chimborazo	
			Cotopaxi	
			Sto. Domingo	
			Pichincha	
			Imbabura	
			Carchi	
			Cañar	
			Azuay	
			El Oro	
			Loja	
			Zamora	
			Morona	
			Pastaza	
			Napo	
			Orellana	
			Sucumbios	
			D. Ficticio	

TABLA 3.1. DETALLE DE NODOS RED PRIMARIA

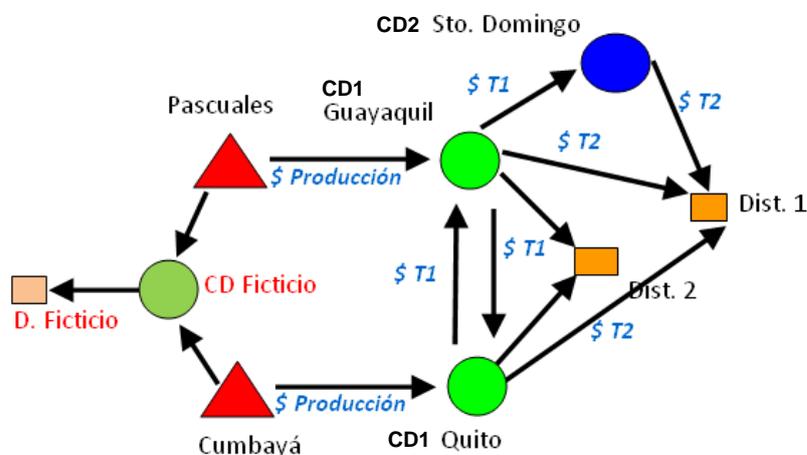


FIGURA 3.2. BOSQUEJO DE LA RED MODELADA

Explicando de mejor manera el bosquejo, tenemos un problema de redes donde el objetivo principal es asignar los volúmenes de tal manera que se minimicen los costos totales de la red, es decir, los distribuidores serán asignados a los CD1s y CD2 minimizando los costos de T2, luego los volúmenes de los CD1s y CD2 serán asignados a las plantas, de forma que se minimicen los costos de T1 y de producción de manera simultánea. Como se pudo observar en la figura, fueron creados tanto un CD como un Distribuidor ficticios, debido a que no siempre la demanda es igual al suministro (capacidad de producción de las plantas), por tal motivo, surgió la necesidad de crear estos nodos que servirán para balancear la red. Los arcos entre nodos fueron llamados rutas entre nodos (origen y destino) para usar términos que sean familiares en la operación. A cada ruta se le asoció su costo respectivo y a cada nodo su demanda o suministro respectivo también. A los nodos ficticios se les dio costo "0" y su demanda fue calculada como la diferencia o el excedente del suministro vs. la demanda.

Tomando en cuenta lo descrito en el párrafo anterior, la formulación del modelo es la siguiente:

Variables de decisión:

X_{ij} = flujo a través de la ruta $i \rightarrow j$, donde i representa al origen y j el destino

Parámetros:

C_{ij} = costo por unidad de flujo a través de la ruta $i \rightarrow j$.

Se incluyen por separado Costos de Producción, T1 y T2.

Para los nodos ficticios el costo será "0".

b_i = flujo neto generado en el nodo i , donde:

$b_i > 0$, si i es una Planta (nodo fuente)

$b_i < 0$, si i es un Distribuidor (nodo demanda)

$b_i = 0$, si i es un CD1 o CD2 (nodo transbordo)

Función Objetivo:

$$\text{Minimizar } Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij},$$

Sujeto a las siguientes

Restricciones:

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} - \sum_{j=1}^n X_{ji} = b_i, \text{ para cada nodo } i$$

Y

$$\sum_{i=1}^n b_i = 0$$

Luego de haber explicado el modelo de optimización junto con la formulación, resulta conveniente hacer un recorrido por el archivo de Excel construido para la tesis, mostrando los contenidos de cada hoja.

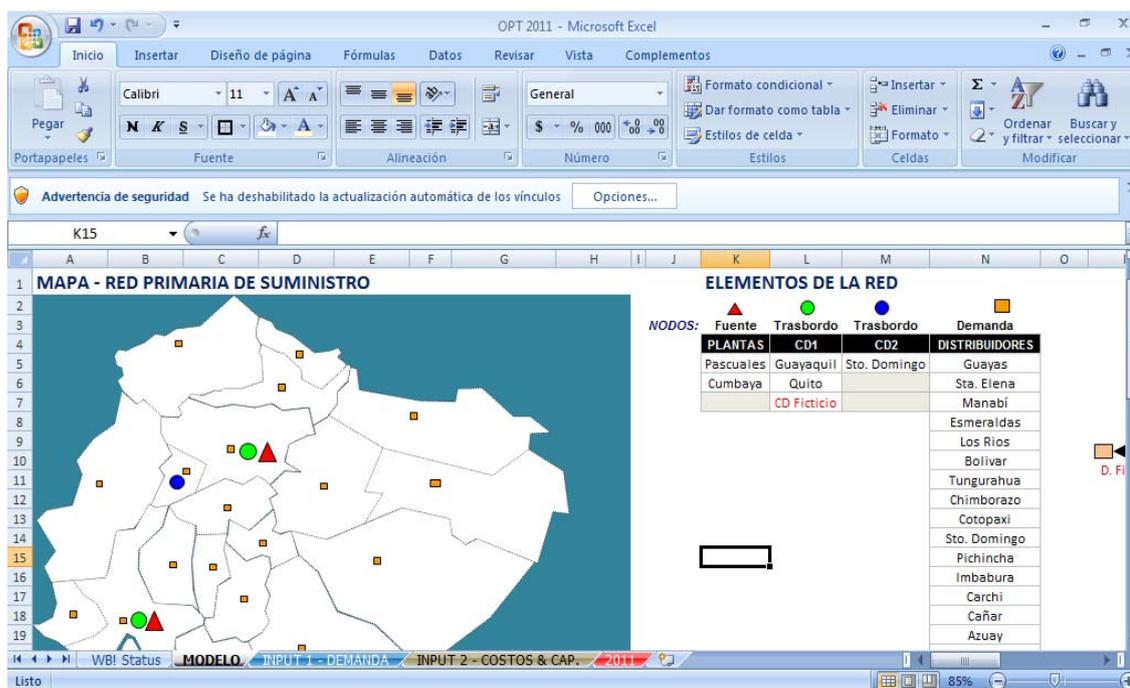


FIGURA 3.3. PANTALLA DEL MODELO EN EXCEL

Es importante mencionar que va a existir un archivo por cada año de optimización, sin embargo el formato y el modelo serán los mismos, es decir, será un archivo estándar donde sólo se actualizarán los volúmenes de demanda por año. Una de las ventajas de llevar archivos separados por año, es la oportunidad de controlar de mejor forma los parámetros, por ejemplo, para los costos se puede hacer una estimación que año tras año se

incrementan proporcionalmente a la inflación y esto necesita ser manejado de manera diferenciada y hacer seguimiento a cada año por separado.

El archivo fue concebido para mostrar 5 hojas principales que son las siguientes:

- ✓ WB! Status
- ✓ MODELO
- ✓ INPUT 1 DEMANDA
- ✓ INPUT 2 COSTOS & CAP
- ✓ AÑO (2011, 2012, 2013, 2014, 2015)

La hoja **WB! Status** muestra los resultados de la corrida de optimización realizada mediante la herramienta What's Best! de LINGO. Entre los resultados de la corrida aparecerán: el número de variables, restricciones, tipo de modelo (en este caso es Lineal), el resultado de la función objetivo y la duración de la corrida.

La hoja **MODELO** describe el modelo de Optimización construido, sus elementos y, de manera gráfica, muestra el Mapa y el bosquejo del modelo (figura 3.1 y 3.2.).

La hoja **INPUT 1 DEMANDA** contiene la demanda que servirá de input para el modelo de optimización. La demanda va a tener un detalle anual y por distribuidor. Para este nivel de optimización se agregarán todas las categorías de productos que incluyen Cervezas, Maltas y Aguas. La determinación de esta demanda vendrá del proceso de Planificación de Demanda de largo plazo, y es importante comentar que no será parte del alcance de este proyecto, sin embargo hay la posibilidad de realizar simulaciones de crecimientos a través de los años e incluso simular dichos incrementos por distribuidor, entendiéndose un distribuidor como una zona de consumo en el Plan de demanda. A continuación se muestra la imagen de la tabla de volúmenes:

VOLÚMENES DE DEMANDA POR DISTRIBUIDOR						
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
TOTAL	5,000,000	5,250,000	5,512,500	5,788,125	6,077,531	6,381,408
CERVEZA	4,650,000	4,882,500	5,126,625	5,382,956	5,652,104	5,934,709
MALTAS	250,000	262,500	275,625	289,406	303,877	319,070
AGUAS	100,000	105,000	110,250	115,763	121,551	127,628
TOTAL	5,000,000	5,250,000	5,512,500	5,788,125	6,077,531	6,381,408
Guayas	1,250,000	1,312,500	1,378,125	1,447,031	1,519,383	1,595,352
Sta. Elena	150,000	157,500	165,375	173,644	182,326	191,442
Manabí	550,000	577,500	606,375	636,694	668,528	701,955
Esmeraldas	500,000	525,000	551,250	578,813	607,753	638,141
Los Ríos	100,000	105,000	110,250	115,763	121,551	127,628
Bolivar	50,000	52,500	55,125	57,881	60,775	63,814
Tungurahua	250,000	262,500	275,625	289,406	303,877	319,070
Chimborazo	100,000	105,000	110,250	115,763	121,551	127,628
Cotopaxi	25,000	26,250	27,563	28,941	30,388	31,907
Sto. Domingo	200,000	210,000	220,500	231,525	243,101	255,256
Pichincha	400,000	420,000	441,000	463,050	486,203	510,513
Imbabura	50,000	52,500	55,125	57,881	60,775	63,814
Carchi	25,000	26,250	27,563	28,941	30,388	31,907
Cañar	25,000	26,250	27,563	28,941	30,388	31,907
Azuay	250,000	262,500	275,625	289,406	303,877	319,070
El Oro	500,000	525,000	551,250	578,813	607,753	638,141
Loja	400,000	420,000	441,000	463,050	486,203	510,513
Zamora	25,000	26,250	27,563	28,941	30,388	31,907
Morona	25,000	26,250	27,563	28,941	30,388	31,907
Pastaza	25,000	26,250	27,563	28,941	30,388	31,907
Napo	25,000	26,250	27,563	28,941	30,388	31,907
Orellana	25,000	26,250	27,563	28,941	30,388	31,907
Sucumbios	50,000	52,500	55,125	57,881	60,775	63,814

TABLA 3.2. TABLA VOLÚMENES DE DEMANDA

Todos estos volúmenes por Distribuidor se encuentran en Hectolitros y serán los valores que adoptarán los nodos de demanda y su cumplimiento será parte de las restricciones del modelo.

La hoja **INPUT 2 COSTOS & CAP** es aquella que contiene el input de los costos unitarios que se emplearán para la optimización. Estos costos unitarios incluyen el siguiente detalle:

- ✓ Costos de Producción por Planta
- ✓ Costos de T1 por ruta entre CDs
- ✓ Costos de T2 por ruta entre CDs y Distribuidores

En esta hoja también se incluyen las capacidades de producción por cada planta en unidades de Hectolitros. Estos valores de capacidad serán asumidos por los nodos fuente e incluidos en las restricciones.

Es importante acotar que los costos unitarios se refieren a dólares por Hectolitro, representados en el archivo como \$/HI. A continuación se muestra la tabla de costos y capacidades como se encuentra en la hoja descrita:

	COSTOS		RUTAS		COSTO UNITARIO [\$/HI]	CAPACIDAD
	TIPO DE COSTO	ORIGEN	DESTINO			
PRODUCCIÓN	Costo de Producción	PLANTA Pascuales			12.0	5,250,000
	Costo de Producción	PLANTA Cumbayá			10.0	5,250,000
DISTRIBUCIÓN	Costo T1 - Ficticio	PLANTA Pascuales	CD1 Ficticio		-	
	Costo T1 - Ficticio	PLANTA Cumbayá	CD1 Ficticio		-	
	Costo T1	CD1 Guayaquil	CD1 Quito		3.62	
	Costo T1	CD1 Quito	CD1 Guayaquil		3.62	
	Costo T1	CD1 Guayaquil	CD2 Sto. Dom		2.49	
	Costo T1	CD1 Quito	CD2 Sto. Dom		1.04	
	Costo T2	CD1 Ficticio	DIS. Ficticio		-	
	Costo T2	CD1 Guayaquil	DIS. Guayas		0.20	
	Costo T2	CD1 Guayaquil	DIS. Sta. Elena		1.52	
	Costo T2	CD1 Guayaquil	DIS. Manabí		1.77	
	Costo T2	CD1 Guayaquil	DIS. Esmeraldas		4.52	
	Costo T2	CD1 Guayaquil	DIS. Los Rios		0.64	
	Costo T2	CD1 Guayaquil	DIS. Bolívar		1.86	
	Costo T2	CD1 Guayaquil	DIS. Tungurahua		2.80	
	Costo T2	CD1 Guayaquil	DIS. Chimborazo		2.43	
	Costo T2	CD1 Guayaquil	DIS. Cotopaxi		3.20	
	Costo T2	CD1 Guayaquil	DIS. Sto. Domingo		2.71	
	Costo T2	CD1 Guayaquil	DIS. Pichincha		3.95	
	Costo T2	CD1 Guayaquil	DIS. Imbabura		5.39	
	Costo T2	CD1 Guayaquil	DIS. Carchi		6.67	
	Costo T2	CD1 Guayaquil	DIS. Cañar		2.11	
	Costo T2	CD1 Guayaquil	DIS. Azuay		1.93	
	Costo T2	CD1 Guayaquil	DIS. El Oro		1.78	
	Costo T2	CD1 Guayaquil	DIS. Loja		4.03	
	Costo T2	CD1 Guayaquil	DIS. Zamora		4.61	
	Costo T2	CD1 Guayaquil	DIS. Morona		3.57	
	Costo T2	CD1 Guayaquil	DIS. Pastaza		3.57	
	Costo T2	CD1 Guayaquil	DIS. Napo		4.36	
	Costo T2	CD1 Guayaquil	DIS. Orellana		6.12	
	Costo T2	CD1 Guayaquil	DIS. Sucumbios		6.66	
Costo T2	CD1 Quito	DIS. Guayas		3.95		
Costo T2	CD1 Quito	DIS. Sta. Elena		5.68		
Costo T2	CD1 Quito	DIS. Manabí		3.33		
Costo T2	CD1 Quito	DIS. Esmeraldas		3.04		
Costo T2	CD1 Quito	DIS. Los Rios		3.31		
Costo T2	CD1 Quito	DIS. Bolívar		2.06		
Costo T2	CD1 Quito	DIS. Tungurahua		1.12		
Costo T2	CD1 Quito	DIS. Chimborazo		1.67		
Costo T2	CD1 Quito	DIS. Cotopaxi		0.71		
Costo T2	CD1 Quito	DIS. Sto. Domingo		1.13		
Costo T2	CD1 Quito	DIS. Pichincha		0.20		
Costo T2	CD1 Quito	DIS. Imbabura		1.13		

TABLA 3.3. TABLA DE COSTOS UNITARIOS Y CAPACIDADES

Por último se tiene la hoja **AÑO** que incluye el modelo de optimización con toda la formulación respectiva, los resultados obtenidos para la función objetivo y los valores resultantes para las variables, los mismos que representan las asignaciones de los volúmenes por ruta. Se incluye además un resumen de los volúmenes a producir por Planta y a distribuir por CD, así como también los costos asociados. A continuación se expone lo antes mencionado que se encuentra incluido en la hoja:

		VOLUMEN [HI]	COSTO [\$]	COSTO UNIT. [\$/HI]	2011
PRODUCCIÓN	PASCUALES	2,808,750	\$ 33,705,000	\$ 12.00	
	CUMBAYA	2,441,250	\$ 24,412,500	\$ 10.00	
	TOTAL	5,250,000	\$ 58,117,500	\$ 11.07	
DISTRUBUCIÓN					
T1	CD1 Guayaquil	0	\$ 0	\$ 0.00	
	CD1 Quito	1,102,500	\$ 1,145,166	\$ 1.04	
	TOTAL	1,102,500	\$ 1,145,166	\$ 1.04	
T2	CD1 Guayaquil	2,808,750	\$ 3,825,894	\$ 1.36	
	CD1 Quito	1,338,750	\$ 1,566,104	\$ 1.17	
	CD2 Sto. Dom	1,102,500	\$ 2,124,080	\$ 1.93	
	TOTAL	5,250,000	\$ 7,516,079	\$ 1.43	
RED PRIMARIA SUMINISTRO		5,250,000	\$ 66,778,744	\$ 12.72	

TABLA 3.4. RESUMEN DE RESULTADOS DE OPTIMIZACIÓN

RUTAS					
	ORIGEN	DESTINO	VOLUMEN	COSTO UNITARIO [\$/HI]	TIPO
1	PLANTA Pascuales	CD1 Guayaquil	2,808,750	12.0	\$ Producción
2	PLANTA Cumbayá	CD1 Quito	2,441,250	10.0	\$ Producción
3	PLANTA Pascuales	CD1 Ficticio	2,441,250	-	\$ Producción
4	PLANTA Cumbayá	CD1 Ficticio	2,808,750	-	\$ Producción
5	CD1 Guayaquil	CD1 Quito	0	3.6	\$ T1
6	CD1 Quito	CD1 Guayaquil	0	3.6	\$ T1
7	CD1 Guayaquil	CD2 Sto. Dom	0	2.5	\$ T1
8	CD1 Quito	CD2 Sto. Dom	1,102,500	1.0	\$ T1
9	CD1 Ficticio	DIS. Ficticio	5,250,000	-	\$ T2
10	CD1 Guayaquil	DIS. Guayas	1,312,500	0.2	\$ T2
11	CD1 Guayaquil	DIS. Sta. Elena	157,500	1.5	\$ T2
12	CD1 Guayaquil	DIS. Manabí	0	1.8	\$ T2
13	CD1 Guayaquil	DIS. Esmeraldas	0	4.5	\$ T2
14	CD1 Guayaquil	DIS. Los Rios	105,000	0.6	\$ T2
15	CD1 Guayaquil	DIS. Bolivar	0	1.9	\$ T2
16	CD1 Guayaquil	DIS. Tungurahua	0	2.8	\$ T2
17	CD1 Guayaquil	DIS. Chimborazo	0	2.4	\$ T2
18	CD1 Guayaquil	DIS. Cotopaxi	0	3.2	\$ T2
19	CD1 Guayaquil	DIS. Sto. Domingo	0	2.7	\$ T2
20	CD1 Guayaquil	DIS. Pichincha	0	3.9	\$ T2
21	CD1 Guayaquil	DIS. Imbabura	0	5.4	\$ T2
22	CD1 Guayaquil	DIS. Carchi	0	6.7	\$ T2
23	CD1 Guayaquil	DIS. Cañar	0	2.1	\$ T2
24	CD1 Guayaquil	DIS. Azuay	262,500	1.9	\$ T2
25	CD1 Guayaquil	DIS. El Oro	525,000	1.8	\$ T2
26	CD1 Guayaquil	DIS. Loja	420,000	4.0	\$ T2
27	CD1 Guayaquil	DIS. Zamora	26,250	4.6	\$ T2
28	CD1 Guayaquil	DIS. Morona	0	3.6	\$ T2
29	CD1 Guayaquil	DIS. Pastaza	0	3.6	\$ T2
30	CD1 Guayaquil	DIS. Napo	0	4.4	\$ T2
31	CD1 Guayaquil	DIS. Orellana	0	6.1	\$ T2
32	CD1 Guayaquil	DIS. Sucumbios	0	6.7	\$ T2
33	CD1 Quito	DIS. Guayas	0	3.9	\$ T2
34	CD1 Quito	DIS. Sta. Elena	0	5.7	\$ T2
35	CD1 Quito	DIS. Manabí	0	3.3	\$ T2
36	CD1 Quito	DIS. Esmeraldas	0	3.0	\$ T2
37	CD1 Quito	DIS. Los Rios	0	3.3	\$ T2
38	CD1 Quito	DIS. Bolivar	52,500	2.1	\$ T2
39	CD1 Quito	DIS. Tungurahua	262,500	1.1	\$ T2

TABLA 3.5. VALORES RESULTANTES PARA LAS VARIABLES DE DECISIÓN

NODOS		FLUJO NETO	REST.	DEMANDA/SUMINISTRO	TIPO/ Nodo
PLANTA	Pascuales	5,250,000	=	5,250,000	Suministro
PLANTA	Cumbayá	5,250,000	=	5,250,000	Suministro
CD1	Guayaquil	0	=	-	Trasbordo
CD1	Quito	0	=	-	Trasbordo
CD1	Ficticio	0	=	-	Trasbordo
CD2	Sto. Dom	0	=	-	Trasbordo
DIS.	Guayas	(1,312,500)	=	(1,312,500)	Demanda
DIS.	Sta. Elena	(157,500)	=	(157,500)	Demanda
DIS.	Manabí	(577,500)	=	(577,500)	Demanda
DIS.	Esmeraldas	(525,000)	=	(525,000)	Demanda
DIS.	Los Rios	(105,000)	=	(105,000)	Demanda
DIS.	Bolivar	(52,500)	=	(52,500)	Demanda
DIS.	Tungurahua	(262,500)	=	(262,500)	Demanda
DIS.	Chimborazo	(105,000)	=	(105,000)	Demanda
DIS.	Cotopaxi	(26,250)	=	(26,250)	Demanda
DIS.	Sto. Domingo	(210,000)	=	(210,000)	Demanda
DIS.	Pichincha	(420,000)	=	(420,000)	Demanda
DIS.	Imbabura	(52,500)	=	(52,500)	Demanda
DIS.	Carchi	(26,250)	=	(26,250)	Demanda
DIS.	Cañar	(26,250)	=	(26,250)	Demanda
DIS.	Azuay	(262,500)	=	(262,500)	Demanda
DIS.	El Oro	(525,000)	=	(525,000)	Demanda
DIS.	Loja	(420,000)	=	(420,000)	Demanda
DIS.	Zamora	(26,250)	=	(26,250)	Demanda
DIS.	Morona	(26,250)	=	(26,250)	Demanda
DIS.	Pastaza	(26,250)	=	(26,250)	Demanda
DIS.	Napo	(26,250)	=	(26,250)	Demanda
DIS.	Orellana	(26,250)	=	(26,250)	Demanda
DIS.	Sucumbios	(52,500)	=	(52,500)	Demanda
DIS.	Ficticio	(5,250,000)	=	(5,250,000)	Demanda

TABLA 3.6. RESTRICCIONES DEL MODELO DE OPTIMIZACIÓN

De esta manera se ha descrito detalladamente el Modelo de Optimización construido, el mismo que cumple el objetivo de entregar volúmenes optimizados por Plantas y por Centros de Distribución para el siguiente desarrollo de la tesis que comprende el diseño y construcción de una herramienta para el cálculo automático de los requerimientos de recursos que serán parte del Plan de Capacidades a largo plazo. Así mismo esta herramienta servirá para simular el comportamiento de los parámetros de planificación más importantes.

3.2. DESCRIPCIÓN DE LA HERRAMIENTA DE CÁLCULO DE REQUERIMIENTOS DE CAPACIDAD

Una vez que se obtienen los volúmenes resultantes del modelo de optimización, estos son utilizados para determinar los requerimientos específicos de capacidad para cada una de las etapas productivas y de las

diferentes instancias de distribución. La herramienta construida para este fin se basa en una hoja de cálculo que mediante formulaciones determina los requerimientos, y tendrá dos bloques de planificación: uno para producción y otro para distribución.

En el proceso de diseño de la herramienta se consideró separar la información en varias hojas que contienen los Inputs y las formulaciones para la planificación de recursos. Las hojas en mención son las siguientes:

1. INPUT 1 – DEMANDA
2. RESUMEN VOL & COSTO
3. RESOURCE PLAN por Planta
4. RESOURCE PLAN por CD
5. ANALISIS Financiero

La Herramienta fue construida en Excel y la imagen de su diseño final se muestra a continuación junto con la descripción detallada de su contenido:

		2010	2011	2012	2013	2014	2015
PLANTA PASCUALES		2010	2011	2012	2013	2014	2015
MAX. UTILIZACION DE CAPACIDAD %		90%	90%	90%	90%	90%	90%
Crecimiento Adic. Demanda - Simulación		0%	0%	0%	0%	0%	0%
VOLUMEN A PRODUCIR	Cerv. + Malt [MHL]	2.61	2.75	2.89	3.03	3.19	3.35
	Crecimientos %		5.3%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%
	Agua [MHL]	0.053	0.056	0.059	0.062	0.065	0.068
BREWHOUSE	Utilización [%]	76%	80%	84%	88%	74%	78%
	Suministro [MHL]	3.44	3.44	3.44	3.44	4.29	4.29
CELLARS	Utilización [%]	84%	89%	87%	87%	86%	86%
	Suministro [MHL]	3.11	3.11	3.31	3.50	3.70	3.89
FILTRATION	Utilización [%]	92%	81%	85%	89%	70%	73%
	Suministro [MHL]	2.83	3.40	3.40	3.40	4.58	4.58
BBT'S	Utilización [%]	80%	85%	89%	82%	86%	81%
	Suministro [MHL]	3.25	3.25	3.25	3.69	3.69	4.13
TOTAL PACKAGING	Utilización [%]	95%	72%	75%	79%	83%	87%
	Suministro [MHL]	2.76	3.84	3.84	3.84	3.84	3.84

FIGURA 3.4. PANTALLA DE LA HERRAMIENTA DE CÁLCULO DE REQUERIMIENTOS EN EXCEL

La hoja **INPUT 1 – DEMANDA** contiene los volúmenes de demanda planificados por año para un horizonte de 5 años. Es importante señalar que de ésta hoja se alimenta la demanda del modelo de optimización por año.

La demanda se encuentra repartida por distribuidor y por categoría. Adicionalmente se cuenta con una sección formulada para simular crecimientos de volúmenes por año, cambios en la participación de las categorías y cambios en la participación por Distribuidor, este último punto se refiere a que existe la posibilidad de diferenciar el crecimiento de los distribuidores (o zonas) a través de los años. Estas diferencias en crecimientos afectarán directamente al modelo de optimización y por lo tanto a los requerimientos de capacidad calculados por la herramienta.

PESOS							VOLÚMENES DE DEMANDA POR DISTRIBUIDOR						
	2010	2011	2012	2013	2014	2015		2010	2011	2012	2013	2014	2015
Crecimiento %		5%	5%	5%	5%	5%	TOTAL	5,000,000	5,260,000	5,512,500	5,788,125	6,077,531	6,381,408
CERVEZA	93%	93%	93%	93%	93%	93%	CERVEZA	4,650,000	4,882,500	5,126,625	5,382,956	5,652,104	5,934,709
MALTAS	5%	5%	5%	5%	5%	5%	MALTAS	260,000	262,500	275,625	289,406	303,877	319,070
AGUAS	2%	2%	2%	2%	2%	2%	AGUAS	100,000	105,000	110,250	115,763	121,551	127,628
TOTAL	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	TOTAL	5,000,000	5,250,000	5,512,500	5,788,125	6,077,531	6,381,408
Guayas	25.0%	25.0%	25.0%	25.0%	25.0%	25.0%	Guayas	1,250,000	1,312,500	1,378,125	1,447,031	1,519,383	1,595,352
Sta. Elena	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	Sta. Elena	150,000	157,500	165,375	173,644	182,326	191,442
Manabí	11.0%	11.0%	11.0%	11.0%	11.0%	11.0%	Manabí	550,000	577,500	606,375	636,694	668,528	701,955
Esmeraldas	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	Esmeraldas	500,000	525,000	551,250	578,813	607,753	638,141
Los Rios	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	Los Rios	100,000	105,000	110,250	115,763	121,551	127,628
Bolivar	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	Bolivar	50,000	52,500	55,125	57,881	60,775	63,814
Tungurahua	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	Tungurahua	250,000	262,500	275,625	289,406	303,877	319,070
Chimborazo	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	Chimborazo	100,000	105,000	110,250	115,763	121,551	127,628
Cotopaxi	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	Cotopaxi	25,000	26,250	27,563	28,941	30,388	31,907
Sto. Domingo	4.0%	4.0%	4.0%	4.0%	4.0%	4.0%	Sto. Domingo	200,000	210,000	220,500	231,525	243,101	255,256
Pichincha	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%	Pichincha	400,000	420,000	441,000	463,050	486,203	510,513

TABLA 3.7. VOLÚMENES DE DEMANDA

La hoja **RESUMEN VOL & COSTO** es la hoja donde se encuentran resumidos los resultados del modelo de optimización para cada uno de los años del horizonte de planificación definido. Estos resultados representan el Input principal de la herramienta e incluyen los volúmenes a producir por planta y los volúmenes a manejar o distribuir por Centro de Distribución. También se detallan los costos de operación que son de vital importancia para el análisis financiero que se realizará posteriormente. A continuación se muestra la tabla tal como se encuentra en la herramienta:

VOLÚMENES		2011	2012	2013	2014	2015
PRODUCCIÓN	PASCUALES	2,808,750	2,949,188	3,096,647	3,251,479	3,414,053
	Cervezas & Maltas	2,752,575	2,890,204	3,034,714	3,186,450	3,345,772
	Aguas	56,175	58,984	61,933	65,030	68,281
	CUMBAYA	2,441,250	2,563,313	2,691,478	2,826,052	2,967,355
	Cervezas & Maltas	2,392,425	2,512,046	2,637,649	2,769,531	2,908,008
	Aguas	48,825	51,266	53,830	56,521	59,347
	TOTAL	5,250,000	5,512,500	5,788,125	6,077,531	6,381,408
DISTRIBUCIÓN	CD1 Guayaquil	2,808,750	2,949,188	3,096,647	3,251,479	3,414,053
	CD1 Quito	1,338,750	1,405,688	1,475,972	1,549,770	1,627,259
	CD2 Sto. Dom	1,102,500	1,157,625	1,215,506	1,276,282	1,340,096
	TOTAL	5,250,000	5,512,500	5,788,125	6,077,531	6,381,408
	TOTAL	5,250,000	5,512,500	5,788,125	6,077,531	6,381,408

COSTOS (OPEX)		2011	2012	2013	2014	2015
PRODUCCIÓN	PASCUALES	\$ 33,705,000	\$ 35,390,250	\$ 37,159,763	\$ 39,017,751	\$ 40,968,638
	CUMBAYA	\$ 24,412,500	\$ 25,633,125	\$ 26,914,781	\$ 28,260,520	\$ 29,673,546
	Costo Producción	\$ 58,117,500	\$ 61,023,375	\$ 64,074,544	\$ 67,278,271	\$ 70,642,184
	DISTRIBUCIÓN	\$ T1	\$ 1,145,166	\$ 1,202,424	\$ 1,262,545	\$ 1,325,672
	\$ T2	\$ 7,516,079	\$ 7,891,883	\$ 8,286,477	\$ 8,700,801	\$ 9,135,841
	Costo Distribución	\$ 8,661,244	\$ 9,094,307	\$ 9,549,022	\$ 10,026,473	\$ 10,527,797
	COSTOS TOTAL	\$ 66,778,744	\$ 70,117,682	\$ 73,623,566	\$ 77,304,744	\$ 81,169,981

TABLA 3.8. RESUMEN DE VOLÚMENES Y COSTOS DE OPERACIÓN

La hoja **RESOURCE PLAN por Planta** es la que contiene toda la formulación para la determinación de los requerimientos de capacidad por Planta y por cada una de las etapas productivas. Las etapas productivas a nivel de cervecerías son las siguientes: Brewhouse, Cellars, Filtration, BBT's y Packaging.

Se construyó un cuadro de cálculo común para todas las etapas en el que se detalla lo siguiente:

- ✓ **Factor de Estacionalidad:** este campo se llena con un factor que permite traducir las estacionalidades durante un año en disponibilidad de tiempo efectivo para cubrir las mismas. Para un mejor entendimiento, se sabe que cuando hay un pico de consumo existen 2 alternativas, o se tiene la capacidad de producción para cubrir esos picos en el mismo tiempo cuando se da, o se tiene una menor capacidad pero que cubra el pico trabajando con anticipación y construyendo inventarios. La primera alternativa es muy costosa y la utilización de los activos es baja ya que la mayoría del tiempo los recursos estarían subutilizados, mientras que la segunda alternativa es la más usada. En este caso, como la capacidad de producción es menor que los picos de consumo cuando los mismos se dan, se entendería que en aquella época aunque se trabaje todo el tiempo

disponible, este no alcanzaría a cubrir las necesidades, es por tal motivo que se calcula un Factor de Estacionalidad que estime en cuanto tiempo se debería producir el volumen anual, que no necesariamente es igual al tiempo calendario. No es el alcance de este proyecto su calculo, pero un ejemplo real es que actualmente en la Cervecería Nacional se trabaja con un factor de 45 semanas anuales, es decir que el volumen total del año se debería producir en 45 semanas en lugar de las 52 disponibles para cubrir las estacionalidades que se presentan en el año. El factor será menor mientras el pico de consumo sea más pronunciado, es decir, cuando el volumen en esa época pico sea muy alto y se dé en un periodo de tiempo corto. Revisar Apéndice B.

- ✓ **Min. Incremento de Volumen (HI/ sem):** este campo se llena con el volumen incremental estándar para cada incremento de capacidad, es decir, cada unidad de incremento o actualización de capacidad aumentará la capacidad total en esa cantidad. Por ejemplo, en la etapa de cellars, cada tanque que sea necesario comprar, aumentará la capacidad en 4,357 Hls.
- ✓ **CAPEX x Incremento:** este campo, al igual que el anterior, se llena con el costo estándar de cada unidad incremental de capacidad, es decir, representa el costo cada vez que se incremente la capacidad. Usando el mismo ejemplo anterior, por cada tanque que se requiera se tendrá que pagar \$1.25 millones de dólares. Este costo unitario representa al costo de capital que también es conocido por "Capital Expenditure" o por sus siglas CAPEX.
- ✓ **CAPEX x Mejoramiento:** este campo se debe completar con el valor teórico de cuanto costaría en promedio un mejoramiento de los parámetros claves. Para este caso, la decisión sería aumentar la capacidad mejorando el sistema mediante sus parámetros en lugar de comprar más capacidad incremental.
- ✓ **Max. Utilización:** este campo muestra la máxima utilización de capacidad permitida. Este campo no es rígido y permite realizar simulaciones de utilidades con el fin de ver las implicaciones en adelantos o atrasos que requerimientos de capacidad. Adicionalmente cumple una función de gatillo para que los campos calculados generen requerimientos.

- ✓ **% Utilización:** este es un campo formulado donde muestra la utilización de capacidad resultante de las actualizaciones de capacidad ya sea por incremento (compra) o mejoramiento.
- ✓ **Volumen a Producir [Semana]:** este es un campo formulado que calcula el volumen semanal que se requiere producir a partir del volumen anual de producción dado por el modelo de optimización, dividido para el factor de estacionalidad descrito anteriormente.
- ✓ **Capacidad [Semana]:** este también es un campo formulado que calcula la capacidad resultante de la actualización de todos los parámetros más la capacidad adicional.
- ✓ **Capacidad Adic x Incremento:** este campo calcula automáticamente la capacidad adicional requerida a comprar para cubrir los volúmenes necesarios de producir y la restricción de la máxima utilización de capacidad.
- ✓ **Capacidad Adic x Mejoramiento:** este campo muestra el resultado, en términos de capacidades adicionales, de mejorar los parámetros claves de planificación. Ha sido calificado como de mucha utilidad porque permite identificar metas de mejoramiento de productividad que ayuden a aumentar la capacidad sin necesidad de invertir en nuevos equipos, a la vez que maximiza la utilización de los activos.
- ✓ **# Incrementos de Cap.:** este campo muestra el número de incrementos de capacidad, es decir, para el ejemplo de cellars vendría a ser el número de tanques requeridos.
- ✓ **CAPEX Relacionado promedio:** este campo muestra el costo total de capital requerido. El costo total de capital se determina multiplicado el costo unitario (CAPEX x Incremento) por el número total de incrementos para cada año, que se explicó en el punto anterior.

La herramienta construida tiene la funcionalidad de simular escenarios en los que se puede aumentar la capacidad de tres maneras, la primera es comprando o invirtiendo en capacidad adicional (Capacidad Adic x Incremento), la segunda es mejorando la productividad con enfoque en los parámetros claves (Capacidad Adic x Mejoramiento) y la tercera es la combinación de ambas alternativas, es decir, comprando capacidad y mejorando productividad.

Cabe señalar que los mejoramientos son menos costosos pero requieren de esfuerzo y disciplina en la ejecución de metas.

A continuación se muestra la tabla que contiene todos los elementos descritos:

FACTOR de Estacionalidad	45	Min. Incremento Volumen (HI/Sem)	4,357	CAPEX x Incremento	\$ 1.25	CAPEX x Mejoramiento	\$ 0.10
CELLARS	UNIDAD	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Max. Utilización	%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
Utilización	%	84%	89%	87%	87%	86%	86%
Volumen a Producir [Semana]	HI	58,110	61,168	64,227	67,438	70,810	74,350
Capacidad [Semana]	HI	69,094	69,094	73,451	77,808	82,165	86,522
Capacidad Adic x Incremento	HI		-	4,357	4,357	4,357	4,357
Capacidad Adic x Mejoramiento	HI		-	-	-	-	-
# Incrementos de Cap.	Tanques			1	1	1	1
CAPEX Relacionado promedio	\$ Millones	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 1.25	\$ 1.25	\$ 1.25	\$ 1.25

TABLA 3.9. CUADRO ESTANDAR DE PLANIFICACIÓN DE RECURSOS

Hasta este momento se han explicado todos los contenidos comunes- estándar de la hoja **RESOURCE PLAN por Planta**, pero a continuación se explicarán y describirán las particularidades de cada etapa de producción ya mencionadas.

BREWHOUSE

Esta es la primera etapa de producción de la cerveza donde se lleva a cabo el cocimiento del primer mosto que luego de un proceso de fermentación y maduración se convertirá en cerveza terminada lista para ser filtrada y envasada. A continuación se muestra su contenido:

PLANTA PASCUALES		2010	2011	2012	2013	2014	2015
MAX. UTILIZACION DE CAPACIDAD %		90%	90%	90%	90%	90%	90%
BREWHOUSE							
FACTOR de Estacionalidad	45	Min. Incremento Volumen (HI/M)	18,962	CAPEX x Incremento	\$ 2.00	CAPEX x Mejoramiento	\$ 0.50
BREWHOUSE	UNIDAD	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Max. Utilización	%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
Utilización	%	76%	80%	84%	88%	74%	78%
Volumen a Producir [Semana]	HI	58,110	61,168	64,227	67,438	70,810	74,350
Capacidad [Semana]	HI	76,377	76,377	76,377	76,377	95,340	95,340
Capacidad Adic x Incremento	HI		-	-	-	18,962	-
Capacidad Adic x Mejoramiento	HI		-	-	-	-	-
# Incrementos de Cap.	Brewhouse					1	
CAPEX Relacionado promedio	\$ Millones	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 2.00	\$ 0.00
Tamaño de Cocinada	HI	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Tiempo de Ciclo	Hr/Coc	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Horas Totales	Hr/Sem	168	168	168	168	168	168
Limpiezas y CIP	Hr/Sem	16	16	16	16	16	16
Otros Tiempos	Hr/Sem	0	0	0	0	0	0
Horas Disponibles	Hr/Sem	152	152	152	152	152	152
Eficiencia	%	98%	98%	98%	98%	98%	98%
Cocinadas x Semana	Coc/Sem	49,65	49,65	49,65	49,65	49,65	49,65
Hls x Semana	HI/Sem	49,653	49,653	49,653	49,653	49,653	49,653
Factor de Dilución	%	161%	161%	161%	161%	161%	161%
Perdidas - Mermas	%	4.2%	4.2%	4.2%	4.2%	4.2%	4.2%
Capacidad [Semana]	HI/Sem	76,377 HL	76,377 HL	76,377 HL	76,377 HL	76,377 HL	76,377 HL

TABLA 3.10. ETAPA BREWHOUSE

Como se puede observar, luego del cuadro estandar se encuentran detallados todos los parámetros de planificación para la determinación de la capacidad, sin embargo, se han escogido los parámetros clave que vendrían a ser los más importantes y en los que se centrarían la fijación de metas operacionales. Para el caso de Brewhouse se determinaron como parámetros claves:

- ✓ Tiempo de Ciclo: es el tiempo de cada cocimiento. Si se encuentran mejoras se reduciría el tiempo del ciclo incrementando el número de cocimientos que se podrían hacer por semana.
- ✓ Eficiencia: se refiere al porcentaje del uso del tiempo disponible. Este factor se ve afectado por las paradas, los tiempos de limpieza y mantenimientos preventivos y correctivos.

Es importante señalar que los incrementos o saltos de capacidad están dados por número de cocinas a instalar.

CELLARS

Cellars es la segunda etapa del proceso productivo de la cerveza. Esta etapa incluye la Fermentación que es el proceso donde se genera el alcohol y la Maduración que es el proceso donde se estabilizan todos los compuestos de la cerveza. Ambos procesos se logran mediante el reposo del mosto en tanques especiales, los mismos que representarán las unidades de incremento.

Los parámetros claves identificados para esta etapa son:

- ✓ Tiempo de proceso: es el tiempo que toma para fermentar y madurar la cerveza. Hay un tiempo mínimo necesario para cumplir los requisitos de calidad, pero se pueden encontrar mejoras al proceso que ayuden a reducir estos tiempos y de esa forma incrementar la producción por semana.
- ✓ Eficiencia: tiene el mismo concepto comentado en la etapa de brewhouse.

A continuación se muestra la tabla de ejemplo para esta etapa:

CELLARS							
FACTOR de Estacionalidad	45	Min. Incremento Volumen (Hl/Sem)	4,357	CAPEX x Incremento	\$ 1.25	CAPEX x Mejoramiento	\$ 0.10
CELLARS	UNIDAD	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Max. Utilización	%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
Utilización	%	84%	89%	87%	87%	86%	86%
Volumen a Producir [Semana]	HI	58,110	61,168	64,227	67,438	70,810	74,350
Capacidad [Semana]	HI	69,094	69,094	73,451	77,808	82,165	86,522
Capacidad Adic x Incremento	HI		-	4,357	4,357	4,357	4,357
Capacidad Adic x Mejoramiento	HI		-	-	-	-	-
# Incrementos de Cap.	Tanques			1	1	1	1
CAPEX Relacionado promedio	\$ Millones	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 1.25	\$ 1.25	\$ 1.25	\$ 1.25
FERMENTATION							
Tamaño de Cocinada	HI	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
No. de Tanques	Tanques	14	14	14	14	14	14
No. de Cocinadas	Coc	4	4	4	4	4	4
Capacidad Disponible	HI	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
No. de Tanques	Tanques	1	1	1	1	1	1
No. de Cocinadas	Coc	8	8	8	8	8	8
Capacidad Disponible	HI	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000
Tiempo de Proceso	Días	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40
Capacidad Disponible Total	HI	47,678	47,678	47,678	47,678	47,678	47,678
Eficiencia	%	98%	98%	98%	98%	98%	98%
Factor de Dilución	%	161%	161%	161%	161%	161%	161%
Perdidas - Mermas	%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%
Hls x Semana	HI/ Sem	74,266 HL	74,266 HL	74,266 HL	74,266 HL	74,266 HL	74,266 HL
MATURATION							
Tamaño de Cocinada	HI	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
No. de Tanques	Tanques	5	5	5	5	5	5
No. de Cocinadas	Coc	8	8	8	8	8	8
Capacidad Disponible	HI	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000
No. de Tanques	Tanques	0	0	0	0	0	0
No. de Cocinadas	Coc	4	4	4	4	4	4
Capacidad Disponible	HI	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
Tiempo de Proceso	Días	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24
Capacidad Disponible Total	HI	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000
Eficiencia	%	97%	97%	97%	97%	97%	97%
Factor de Dilución	%	161%	161%	161%	161%	161%	161%
Perdidas - Mermas	%	1.6%	1.6%	1.6%	1.6%	1.6%	1.6%
Hls x Semana	HI/ Sem	69,094 HL	69,094 HL	69,094 HL	69,094 HL	69,094 HL	69,094 HL
Cellars Capacidad [Semana]	HI/Sem	69,094 HL	69,094 HL	69,094 HL	69,094 HL	69,094 HL	69,094 HL

TABLA 3.11. ETAPA CELLARS

FILTRATION

Luego del proceso de maduración, la cerveza se encuentra lista para la siguiente etapa de filtración. En esta etapa se filtra la cerveza, que hasta ese momento se encuentra concentrada, con el objetivo de quitar todos elementos sobrantes de los procesos anteriores. En esta etapa también se diluye la cerveza concentrada, es decir, se le adiciona la cantidad de agua necesaria según su receta respectiva. Los saltos de capacidad están dados por filtros adicionales y los mejoramientos se lograrían modificando los siguientes parámetros claves:

- ✓ Tasa de Filtración: es la tasa de producción por hora. Esta es la tasa efectiva de producción, no la nominal dada por los fabricantes, por tal motivo se puede mejorar con mejores practicas y también invirtiendo en mantenimientos preventivos especializados.

- ✓ **Eficiencia:** al igual que en brewhouse y cellars, representa al porcentaje del uso del tiempo disponible.

FACTOR de Estacionalidad	45	Min. Incremento Volumen (HI/Sem)	26,204	CAPEX x Incremento	\$ 2.68	CAPEX x Mejoramiento	\$ 0.10
FILTRATION	UNIDAD	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Max. Utilización	%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
Utilización	%	92%	81%	85%	89%	70%	73%
Volumen a Producir [Semana]	HI	58,110	61,168	64,227	67,438	70,810	74,350
Capacidad [Semana]	HI	82,945	75,534	75,534	75,534	101,737	101,737
Capacidad Adic x Incremento	HI		-	-	-	26,204	-
Capacidad Adic x Mejoramiento	HI		12,589	-	-	-	-
# Incrementos de Cap.	Filtros					1	
CAPEX Relacionado promedio	\$ Millones	\$ 0.00	\$ 0.10	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 2.68	\$ 0.00
Tasa de Filtración	HI/Hr	500	600	600	600	600	600
Factor de Dilución		160%	160%	160%	160%	160%	160%
Horas Totales	Hr/Sem	168	168	168	168	168	168
Limpiezas y CIP	Hr/Sem	54	54	54	54	54	54
Otros Tiempos	Hr/Sem	0	0	0	0	0	0
Horas Disponibles	Hr/Sem	114	114	114	114	114	114
Eficiencia	%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%	70.0%
Perdidas - Mermas	%	1.5%	1.5%	1.5%	1.5%	1.5%	1.5%
Capacidad [Semana]	Hr/Sem	62,945 HL	75,534 HL	75,534 HL	75,534 HL	75,534 HL	75,534 HL

TABLA 3.12. ETAPA FILTRATION

BBT's

BBTs son las siglas de “Bright Beer Tanks” que son aquellos tanques donde se almacena la cerveza y la malta ya filtradas. Esta es una etapa antes del envasado y tiene dos funciones, la de estabilizador del sabor y del cuerpo de la cerveza (o malta) y también la de buffer entre los filtros y las líneas de envasado, de tal manera que se logre la continuidad en el proceso de producción. Los incrementos están dados por número de tanques adicionales y el mejoramiento por los siguientes parámetros claves:

- ✓ **Ocupación del tanque promedio:** se refiere al tiempo en promedio que permanece la cerveza o malta en los tanques. En la mayoría de los casos se logra reducir estos tiempos de permanencia mediante mejoras en la exactitud de la programación de producción. Una mejora en tiempos, significa que se puede procesar más volumen en el mismo periodo de tiempo.
- ✓ **Eficiencia:** se refiere al mismo concepto explicado en las anteriores etapas.

FACTOR de Estacionalidad	45	Min. Incremento Volumen (HI/Sem)	9,800	CAPEX x Incremento	\$ 1.00	CAPEX x Mejoramiento	\$ 0.10
BBT's	UNIDAD	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Max. Utilización	%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
Utilización	%	80%	85%	89%	82%	86%	81%
Volumen a Producir [Semana]	HI	58,110	61,168	64,227	67,438	70,810	74,350
Capacidad [Semana]	HI	72,267	72,267	72,267	82,067	82,067	91,867
Capacidad Adic x Incremento	HI		-	-	9,800	-	9,800
Capacidad Adic x Mejoramiento	HI		-	-	-	-	-
# Incrementos de Cap.	Tanques				1		1
CAPEX Relacionado promedio	\$ Millones	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 1.00	\$ 0.00	\$ 1.00
Ocupación de Tanque Prom.	Hr	40	40	40	40	40	40
No. de Tanques		3	3	3	3	3	3
Capacidad x Tanque	HI	2,950	2,950	2,950	2,950	2,950	2,950
Capacidad Disponible	HI	8,850	8,850	8,850	8,850	8,850	8,850
No. de Tanques		2	2	2	2	2	2
Capacidad x Tanque	HI	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060
Capacidad Disponible	HI	2,120	2,120	2,120	2,120	2,120	2,120
No. de Tanques		3	3	3	3	3	3
Capacidad x Tanque	HI	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500
Capacidad Disponible	HI	7,500	7,500	7,500	7,500	7,500	7,500
Capacidad Disponible TOTAL	HI	18,470	18,470	18,470	18,470	18,470	18,470
Eficiencia	%	94%	94%	94%	94%	94%	94%
Perdidas - Mermas	%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Capacidad [Semana]	HI/Sem	72,267 HL	72,267 HL	72,267 HL	72,267 HL	72,267 HL	72,267 HL

TABLA 3.13. ETAPA BBT's

PACKAGING

Packaging es la última etapa de producción, donde se envasa la cerveza, malta y agua en distintos formatos. Desde Brewhouse hasta BBT's se consideró solamente el volumen agregado de cervezas y maltas, pero en packaging se ha incorporado, de manera separada, el agua debido a que usa líneas de envasado dedicadas para ello. En esta etapa se incluyen todas las líneas de envasado y sus parámetros de planificación entre los que se tienen los siguientes claves:

- ✓ **Eficiencia de máquina:** en packaging este representa el parámetro o indicador más importante. Se refiere a la utilización del tiempo disponible y se ve afectado por fallas en las máquinas, paradas no programadas, mantenimientos correctivos, fallas en el suministro de materiales y servicios y mala calidad de los insumos. A diferencia de las otras etapas, la fallas y las paradas son más frecuentes, por lo que es un buen parámetro para fijar metas de operación donde por lo general no solo participa Manufactura sino también Supply Chain Planning, Distribución – Bodegas y Compras.
- ✓ **Arranques:** es el tiempo se toma para el arranque de una línea de envasado, también es conocido como “Setup time”.

✓ **Cambios de Tamaño:** es el tiempo que se toma para cambiar los formatos o referencias. Este tiempo incluye los cambios de los tamaños de las botellas, ajustes a las etiquetadoras, cambios de los materiales y ajustes a las llenadoras. También es conocido como “Changeover time”.

Las técnicas para reducir tanto el tiempo de arranque como el de cambio de formato son varias, entre las que se tienen: SMED, TPM y Lean Manufacturing.

FACTOR de Estacionalidad	45	Min. Incremento Volumen (HI/Sem)	24,000	CAPEX x Incremento	\$ 25.00	CAPEX x Mejoramiento	\$ 0.50
PACKAGING							
	UNIDAD	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Max. Utilización	%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
Utilización	%	95%	72%	75%	79%	83%	87%
Volumen a Producir [Semana]	HI	58,110	61,168	64,227	67,438	70,810	74,350
Capacidad [Semana]	HI	61,422	85,422	85,422	85,422	85,422	85,422
Capacidad Adic x Incremento	HI		24,000	-	-	-	-
Capacidad Adic x Mejoramiento	HI		-	-	-	-	-
#Incrementos de Cap.	Línea Envasado		1				
CAPEX Relacionado promedio	\$ Millones	\$ 0.00	\$ 25.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00
Packaging Weekly Capacity							
	HIv	61,422 HL	61,422 HL	61,422 HL	61,422 HL	61,422 HL	61,422 HL
Línea Envasado 1							
Tamaño Promedio	cc	590	590	590	590	590	590
Tasa de Envasado	BPH	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000
Tasa Final	HI/Hr	354	354	354	354	354	354
Eficiencia de Máquina		85%	85%	85%	85%	85%	85%
Horas x Semana	Hr	168	168	168	168	168	168
MTTO y Limpiezas	Hr	16	16	16	16	16	16
Arranques	Hr	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
Paradas	Hr	0	0	0	0	0	0
Cambios de Tamaño	Hr	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Cambios de Marca	Hr	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Horas Disponibles	Hr	148	148	148	148	148	148
Eficiencia Resultante	%	75.01%	75.01%	75.01%	75.01%	75.01%	75.01%
HIx Semana	HI/Sem	44,608 HL	44,608 HL	44,608 HL	44,608 HL	44,608 HL	44,608 HL
Línea Envasado 2							
Tamaño Promedio	cc	310	310	310	310	310	310
Tasa de Envasado	BPH	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000
Tasa Final	HI/Hr	140	140	140	140	140	140
Eficiencia de Máquina		85%	85%	85%	85%	85%	85%
Horas x Semana	Hr	168	168	168	168	168	168
MTTO y Limpiezas	Hr	16	16	16	16	16	16
Arranques	Hr	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Paradas	Hr	0	0	0	0	0	0
Cambios de Tamaño	Hr	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
Cambios de Marca	Hr	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Horas Disponibles	Hr	142	142	142	142	142	142
Eficiencia Resultante	%	71.74%	71.74%	71.74%	71.74%	71.74%	71.74%
HIx Semana	HI/Sem	16,814 HL	16,814 HL	16,814 HL	16,814 HL	16,814 HL	16,814 HL

TABLA 3.14. ETAPA PACKAGING

Para terminar de describir esta hoja, se tiene un cuadro de resumen que muestra los volúmenes a producir, los porcentajes de utilización y las capacidades de cada etapa, la capacidad de planta total que está dada por la capacidad del cuello de botella y finalmente el CAPEX relacionado que es un total del costo de capital a invertir por año y por el periodo. Un adicional es el indicador de \$/HI que sirve de referencia para comparaciones regionales con otros países. A continuación la imagen de este resumen:

PLANTA PASCUALES		2010	2011	2012	2013	2014	2015
MAX. UTILIZACION DE CAPACIDAD %		90%	90%	90%	90%	90%	90%
Crecimiento Adic. Demanda - Simulación		0%	0%	0%	0%	0%	0%
VOLUMEN A PRODUCIR	Cerv. + Malt [MHL]	2.61	2.75	2.89	3.03	3.19	3.35
	Crecimientos %		5.3%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%
	Agua [MHL]	0.053	0.056	0.059	0.062	0.065	0.068
BREVHOUSE	Utilización [%]	76%	80%	84%	88%	74%	78%
	Suministro [MHL]	3.44	3.44	3.44	3.44	4.29	4.29
CELLARS	Utilización [%]	84%	89%	87%	87%	86%	86%
	Suministro [MHL]	3.11	3.11	3.31	3.50	3.70	3.89
FILTRATION	Utilización [%]	92%	81%	85%	89%	70%	73%
	Suministro [MHL]	2.83	3.40	3.40	3.40	4.58	4.58
BBT'S	Utilización [%]	80%	85%	89%	82%	86%	81%
	Suministro [MHL]	3.25	3.25	3.25	3.69	3.69	4.13
TOTAL PACKAGING	Utilización [%]	95%	72%	75%	79%	83%	87%
	Suministro [MHL]	2.76	3.84	3.84	3.84	3.84	3.84
PACKAGING - WATER	Utilización [%]	38%	40%	42%	44%	46%	48%
CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN	[MHL]	2.76	3.11	3.25	3.40	3.69	3.84
UTILIZACIÓN DE CAPACIDAD	[%]	95%	89%	89%	89%	86%	87%
CUELLO DE BOTELLA	[Process]	PACKAGING	CELLARS	BBT'S	FILTRATION	BBT'S	PACKAGING
CAPACIDAD INCREMENTAL	[MHL]		0.35	0.14	0.15	0.29	0.15
CAPEX RELACIONADO	[\$MILLION]		\$25.10	\$1.25	\$2.25	\$5.93	\$2.25
CAPEX - KPI	[\$/H]				\$34.06		

TABLA 3.15. RESUMEN DE RESULTADOS DE RESOURCE PLAN POR PLANTA

La hoja **RESOURCE PLAN por CD** es la que contiene la formulación para la determinación de los requerimientos de capacidad por cada Centro de Distribución y por cada una de las instancias de Distribución. Estas instancias son: Fulls Storage, Empties Storage, Truck Staging T3, Truck Loading T3, Truck Loading T1 y T2, Gate area y Trucks required T3, T1 y T2. Así como en la sección anterior se realizaban los cálculos por Planta de Producción, en esta sección se realizarán por cada uno de los Centros de Distribución CD1 y CD2. es importante señalar que a este nivel los recursos a planificar están divididos en Recursos de Almacenamiento y Recursos de Flota.

Para esta Planificación de Recursos de Distribución se mantuvo el mismo cuadro de calculo que en la planificación de recursos de producción, es decir, un cuadro estandar. A continuación se van a describir cada una de las instancias de Distribución:

FULLS STORAGE

Fulls storage se refiere a la instancia de almacenamiento de los productos terminados en un CD. Dentro de estos CDs propios de la compañía, se atienden a los T3 que son los camiones para reparto capilar y a los T1/T2 que

son los camiones de distribución primaria que se dirigen a otros CDs o a bodegas de distribuidores. Para esta instancia se identificaron los siguientes parámetros claves de planificación:

- ✓ Stock Operacional (Cl. Direct): este parámetro se refiere al stock promedio se de mantiene almacenado en el CD, expresado en días de cobertura. Este dato proviene de la definición de la política de inventarios para clientes directos (T3) y mientras mayor sea el stock, más se requerirá de recursos de almacenamiento. Revisar Apéndice A.
- ✓ Stock Operacional (CD-Dist): este parámetro tiene el mismo significado que el anterior con la diferencia de que proviene de la definición de la política para CDs (T1) y Distribuidores (T2). Revisar Apéndice A.
- ✓ HI x Palet (promedio): este parámetro es muy importante debido a que afecta a la mayoría de las instancias de Distribución, es decir, si se encuentran mejoras que permitan movilizar o almacenar más Hectolitros por cada palet se estaría incrementando la productividad en varias etapas a la vez.

Los saltos de capacidad en Fulls Storage están dados por galpones techados, cuyo estándar se ha definido como de 1,800 m².

FACTOR de Estacionalidad	45	Min. Incremento Cap. (m2)	1,800	CAPEX x Incremento	\$ 1.00	CAPEX x Mejoramiento	\$ 0.20
FULLS STORAGE	UNIDAD	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Max. Utilización	%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
Utilización	%	100%	76%	80%	84%	88%	79%
Volumen a Distribuir [Semana]	HI	59,296	62,417	65,538	68,814	72,255	75,868
Capacidad Almac. Req.	m ²	8,790	8,050	8,452	8,875	9,319	9,785
Capacidad Almac. Actual	m ²	8,790	10,590	10,590	10,590	10,590	12,390
Capacidad Adic x Incremento	m ²		1,800	-	-	-	1,800
Capacidad Adic x Mejoramiento	m ²		1,203	-	-	-	-
#Incrementos de Cap.	Galpón Techado		1				1
CAPEX Relacionado promedio	\$ Millones	\$ 0.00	\$ 1.20	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 1.00
Volumen a Clientes Directos	%	38%	38%	38%	38%	38%	38%
Volumen a CD2 y Distribuidores	%	62%	62%	62%	62%	62%	62%
Stock Operacional (Cl. Direct)	Días de Cob.	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Stock Operacional (CD-Dist)	Días de Cob.	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Stock Estratégico	Días de Cob.	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Días Operativos en CD x Semana	Días	6	6	6	6	6	6
Stock Operacional (Cl. Direct)	HI	11,142	11,729	12,315	12,931	13,578	14,257
Stock Operacional (CD-Dist)	HI	18,505	19,479	20,453	21,476	22,550	23,677
Stock Estratégico mantenido en CD		100%	100%	100%	100%	100%	100%
Stock Estratégico	HI	19,765	20,806	21,846	22,938	24,085	25,289
HI Almacenados en CD	HI	49,413	52,014	54,615	57,345	60,213	63,223
HI x Palet (promedio)	HI/palet	5.22	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Palets Almacenados		9,466	8,669	9,102	9,558	10,035	10,537
Palets x Pila (promedio)	Palet	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
Pilas - Palets Requeridas		3,381	3,096	3,251	3,413	3,584	3,763
Área de Pila - Palet	m ² /Pila	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
Coefficiente combinado		0.15	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
Variación en Coeficiente			-0.02	-	-	-	-

TABLA 3.16. INSTANCIA FULLS STORAGE

EMPTIES STORAGE

Empties Storage se refiere al espacio necesario para el almacenamiento de envases retornables vacíos, los mismos que ocupan un espacio considerable dentro de los CDs en este tipo de compañías. Del total del volumen a producir, el porcentaje de productos retornables es alto y se considera como un parámetro de planificación.

Los saltos de capacidad están dados por piso a construir en m2 y los parámetros clave para el mejoramiento son:

- ✓ **Stock operacional:** este parámetro se refiere al stock promedio de envases vacíos que viene de la planificación de envases y depende de las frecuencias de producción y de las estacionalidades. También está expresado en días de cobertura.
- ✓ **HI x Palet (promedio):** son los hectolitros que se pueden almacenar y movilizar por cada palet.

FACTOR de Estacionalidad	45	Min. Incremento Cap. (m2)	1,800	CAPEX x Incremento	\$ 0.18	CAPEX x Mejoramiento	\$ 0.10
EMPTIES STORAGE	UNITS	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Max. Utilización	%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
Utilización	%	79%	83%	88%	63%	67%	70%
Volumen a Distribuir [Semana]	HI	59,296	62,417	65,538	68,814	72,255	75,868
Capacidad Almac. Req.	m ²	3,168	3,335	3,502	3,677	3,861	4,054
Capacidad Almac. Actual	m ²	4,000	4,000	4,000	5,800	5,800	5,800
Capacidad Adic x Incremento	m ²	-	-	-	1,800	-	-
Capacidad Adic x Mejoramiento	m ²	-	-	-	-	-	-
# Incrementos de Cap.	Piso	-	-	-	1	-	-
CAPEX Relacionado promedio	\$ Millones	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.18	\$ 0.00	\$ 0.00
% Botellas Retornables		88%	88%	88%	88%	88%	88%
Stock Operacional	Días de Cob.	2.86	2.86	2.86	2.86	2.86	2.86
Stock Estratégico	Días de Cob.	-	-	-	-	-	-
Días Operativos en CD x Semana	Días	6	6	6	6	6	6
Stock Operacional	HI	24,807	26,113	27,419	28,790	30,229	31,741
Stock Estratégico mantenido en CD		100%	100%	100%	100%	100%	100%
Stock Estratégico	HI	-	-	-	-	-	-
HI Almacenados en CD		24,807	26,113	27,419	28,790	30,229	31,741
HI x Palet (promedio)	HI/palet	5.22	5.22	5.22	5.22	5.22	5.22
Palets Almacenados		4,752	5,002	5,253	5,515	5,791	6,081
Palets x Pila (promedio)	Palet	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Pilas - Palets Requeridas		1,584	1,667	1,751	1,838	1,930	2,027
Área de Pila - Palet	m ² Pila	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Coefficiente combinado		0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Variación en Coeficiente		-	-	-	-	-	-

TABLA 3.17. INSTANCIA EMPTIES STORAGE

TRUCK STAGING & TRUCKS T3 / TRUCK LOADING T3

En esta sección se planifican los recursos necesarios para el manejo de los camiones de reparto T3 que incluyen: los espacios necesarios para el parqueo de estos camiones dentro del CD, ya que son de la compañía, los espacios necesarios para el cargue y descargue de estos camiones con producto y

envases, y la determinación del número de camiones requerido para cubrir los volúmenes. Para TRUCK STAGING & TRUCKS T3 se identificaron los siguientes parámetros claves de mejoramiento:

- ✓ Palets x Camión: este parámetro es importante para mejorar la productividad en la distribución ya que se incrementa el volumen a movilizar por cada viaje de reparto a realizar.
- ✓ HI x Palet (promedio)
- ✓ Viajes x Camión x Día: este parámetro afecta directamente a la productividad, ya que además de mejorar el volumen a movilizar por camión también se pueden mejorar la productividad incrementando la frecuencia de uso del camión. Esto se logra en la mayoría de las veces mejorando la precisión de la programación de la distribución.

Para TRUCK LOADING T3 fueron:

- ✓ Tiempo total cargue y descargue: en la sección de Loading es de mucha importancia este parámetro de los tiempos que toma cargar y descargar cada camión porque de esto dependerá el espacio requerido.
- ✓ Eficiencia: al igual que en la sección de recursos productivos, este parámetro se refiere al porcentaje del uso del tiempo disponible y se ve afectado por los tiempos perdidos por avería de camiones, por pérdidas de tiempo por cargues erróneos o equivocaciones de despachos, entre otros.

FACTOR de Estacionalidad	45	Min. Incremento Cap. (m2)	500	CAPEX x Incremento	\$ 0.10	CAPEX x Mejoramiento	\$ 0.04
TRUCK LOADING T3	UNITS	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Max. Utilización	%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
Utilización	%	94%	70%	73%	77%	81%	85%
Volumen a Distribuir [Semana]	HI	59,296	62,417	65,538	68,814	72,255	75,868
Capacidad Almac. Req.	m ²	1,129	1,189	1,248	1,311	1,376	1,445
Capacidad Almac. Actual	m ²	1,200	1,700	1,700	1,700	1,700	1,700
Capacidad Adic x Incremento	m ²		500	-	-	-	-
Capacidad Adic x Mejoramiento	m ²		-	-	-	-	-
# Incrementos de Cap.	Piso especial		1				
CAPEX Relacionado promedio	\$ Millones	\$ 0.00	\$ 0.10	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00
% Cargues pico x Día	%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
Cargues x Día	loads/day	79	83	87	92	96	101
Cargues pico x Día		8	8	9	9	10	10
Tiempo total cargue y descargue	min	40	40	40	40	40	40
Eficiencia	%	70%	70%	70%	70%	70%	70%
Muelles de Cargue Requeridos		8	8	8	9	9	10
Área x Muelle de Cargue	m ²	150	150	150	150	150	150
Coefficiente combinado		14.29	14.29	14.29	14.29	14.29	14.29
Variación en Coeficiente			-	-	-	-	-

TABLA 3.18. INSTANCIA TRUCK LOADING T3

FACTOR de Estacionalidad	45	Min. Incremento Cap. (m2)	1,000	CAPEX x Incremento	\$ 0.10	CAPEX x Mejoramiento	\$ 0.02
TRUCK STAGING T3	UNITS	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Max. Utilización	%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
Utilización	%	86%	90%	83%	87%	81%	85%
Volumen a Distribuir [Semana]	HI	59,296	62,417	65,538	68,814	72,255	75,868
Capacidad Almac. Req.	m ²	6,000	6,300	6,600	6,975	7,275	7,650
Capacidad Almac. Actual	m ²	7,000	7,000	8,000	8,000	9,000	9,000
Capacidad Adic x Incremento	m ²	-	-	1,000	-	1,000	-
Capacidad Adic x Mejoramiento	m ²	-	-	-	-	-	-
#Incrementos de Cap.	Piso	-	-	1	-	1	-
CAPEX Relacionado promedio	\$ Millones	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.10	\$ 0.00	\$ 0.10	\$ 0.00
TRUCKS T3	UNITS	Min. Incremento Cap. (Camión)	1	CAPEX x Incremento	\$ 0.08		
Camiones Requeridos	Camiones	80	84	88	93	97	102
Camiones Actuales	Camiones	80	84	88	93	97	102
Capacidad Adic x Incremento	Camiones	-	4	4	5	4	5
CAPEX Relacionado promedio	\$ Millones	\$ 0.00	\$ 0.32	\$ 0.32	\$ 0.40	\$ 0.32	\$ 0.40
Volumen a Clientes Directos		38%	38%	38%	38%	38%	38%
Palets x Camión	palet/ camion	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
HI x Palet (promedio)	HI/ palet	5.22	5.22	5.22	5.22	5.22	5.22
HI x Camión	HI/ camion	47	47	47	47	47	47
Días Operativos en CD x Semana	Días	6	6	6	6	6	6
Cargues x Semana	cargues/ sem	474	499	524	550	578	607
Cargues x Día	cargues/ día	79	83	87	92	96	101
Viajes x Camión x Día	#	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
Utilización de Camiones	%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
Área Requerida x Camión	m ²	75	75	75	75	75	75
Coefficiente combinado		0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Variación en Coeficiente		-	-	-	-	-	-

TABLA 3.19. INSTANCIA TRUCK STAGING & TRUCKS T3 REQUIRED

TRUCKS & TRUCK LOADING / T1 / T2

Esta instancia de Distribución es muy similar a la anterior con la diferencia de que en ésta se refiere al manejo de la distribución primaria que incluye la flota de camiones para realizar los transportes T1 y T2. También a diferencia de la instancia anterior, en esta no se cuenta con un área de parqueo ya que los camiones permanecerán constantemente viajando las 24H y en determinados casos permanecerán en las bodegas de los distribuidores por política de la Cía. Para la determinación de los camiones necesarios y para Truck loading se tienen los mismos parámetros claves que la instancia anterior, esto es:

- ✓ Palets x Camión
- ✓ HI x Palet (promedio)
- ✓ Viajes x Camión x Día
- ✓ Tiempo total cargue y descargue

A continuación se muestran las tablas como se encuentran contenidas en la hoja de cálculo:

FACTOR de Estacionalidad	45	Min. Incremento Cap. (Camión)	1	CAPEX x Incremento	\$ 0.12	CAPEX x Mejoramiento	
TRUCKS T1 / T2	UNITS	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Max. Utilización	%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
Utilización	%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Volumen a Distribuir [Semana]	HI	59,296	62,417	65,538	68,814	72,255	75,868
Camiones Requeridos	Camiones	55	58	60	63	67	70
Camiones Actuales	Camiones	55	58	60	63	67	70
Capacidad Adic x Incremento	Camiones		3	2	3	4	3
CAPEX Relacionado promedio	\$ Millones	\$ 0.00	\$ 0.36	\$ 0.24	\$ 0.36	\$ 0.48	\$ 0.36
Volumen a CD2 y Distribuidores	%	62%	62%	62%	62%	62%	62%
Palets x Camión	palet/ camion	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0
HI x Palet (promedio)	HI/ palet	5.22	5.22	5.22	5.22	5.22	5.22
HI x Camión	HI/ camion	125	125	125	125	125	125
Días Operativos en CD x Semana	Días	6	6	6	6	6	6
Cargues x Semana	cargues/ sem	295	311	327	343	360	378
Cargues x Día	cargues/ día	49	52	54	57	60	63
Viajes x Camión x Día	#	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Utilización de Camiones	%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
Área Requerida x Camión	m ²	75	75	75	75	75	75
Coefficiente combinado		0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Variación en Coeficiente		-	-	-	-	-	-

TABLA 3.20. INSTANCIA TRUCKS T1/T2 REQUIRED

FACTOR de Estacionalidad	45	Min. Incremento Cap. (m2)	500	CAPEX x Incremento	\$ 0.10	CAPEX x Mejoramiento	\$ 0.04
INTERDEPOT TRUCK LOADING / T1 / T2	UNITS	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Max. Utilización	%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
Utilización	%	92%	65%	68%	71%	75%	79%
Volumen a Distribuir [Semana]	HI	59,296	62,417	65,538	68,814	72,255	75,868
Capacidad Almac. Req.	m ²	923	972	1,020	1,071	1,125	1,181
Capacidad Almac. Actual	m ²	1,000	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
Capacidad Adic x Incremento	m ²		500	-	-	-	-
Capacidad Adic x Mejoramiento	m ²		-	-	-	-	-
# Incrementos de Cap.	Bodegas		1				
CAPEX Relacionado promedio	\$ Millones	\$ 0.00	\$ 0.10	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00
Palets x Camión	palet/ camion	24	24	24	24	24	24
HI x Palet (promedio)	HI/ palet	5.22	5.22	5.22	5.22	5.22	5.22
HI x Camión	HI/ camion	125	125	125	125	125	125
Volumen a CD2 y Distribuidores	%	62%	62%	62%	62%	62%	62%
Cargues x Semana	cargues/ sem	295	311	327	343	360	378
Días Operativos en CD x Semana	Días	6	6	6	6	6	6
Cargues x Día	cargues/ día	49	52	54	57	60	63
Horas Operativas x Día	hrs	20	20	20	20	20	20
Cargues x Hora	cargues/ hr	2	3	3	3	3	3
Tiempo total cargue y descargue	min	45	45	45	45	45	45
Eficiencia	%	70%	70%	70%	70%	70%	70%
Muelles de Cargue Requeridos		2.64	2.78	2.92	3.06	3.21	3.37
Área x Muelle de Cargue	m ²	350	350	350	350	350	350
Coefficiente combinado		0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Variación en Coeficiente		-	-	-	-	-	-

TABLA 3.21. INSTANCIA TRUCKS LOADING T1/T2

GATE AREA

En esta instancia se calcula el espacio requerido para el área de control así como también el número de garitas a necesitar. Para esta instancia se identificó el siguiente parámetro clave:

- ✓ Tiempo de chequeo: se refiere al tiempo que se toma para realizar el chequeo de los camiones que ingresan y salen del centro de distribución.

FACTOR de Estacionalidad	45	Min. Incremento Volumen (HMW)	100	CAPEX x Incremento	\$ 0.04	CAPEX x Mejoramiento	
GATE AREA	UNITS	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Max. Utilización	%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
Utilización	%	100%	83%	83%	83%	83%	86%
Volumen a Distribuir [Semana]	HI	59,296	62,417	65,538	68,814	72,255	75,868
Capacidad Almac. Req.	m ²	500	500	500	500	500	600
Capacidad Almac. Actual	m ²	500	600	600	600	600	700
Capacidad Adic x Incremento	m ²		100	-	-	-	100
Capacidad Adic x Mejoramiento	m ²		-	-	-	-	-
#Incrementos de Cap.	Bodegas		1				1
CAPEX Relacionado promedio	\$ Millones	\$ 0.00	\$ 0.04	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.04
Cargues x Día [T3]	cargues/ día	79	83	87	92	96	101
Viajes x Camión x Día	#	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
Cargues x Día [T1 & T2]	cargues/ día	49	52	54	57	60	63
Cargues x Día [Proveedores]	cargues/ día	-	-	-	-	-	-
Horas Operativas x Día [Proveedores]	hrs	-	-	-	-	-	-
Tráfico Pico en Garita (Gate)	tk/hr	38	40	42	45	47	49
Tiempo de Chequeo	min	5	5	5	5	5	5
# Garitas requeridas	#	5	5	5	5	5	6
Área por Garita	m ²	100	100	100	100	100	100
Coficiente combinado		5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Variación en Coeficiente			-	-	-	-	-

TABLA 3.22. INSTANCIA GATE AREA

Al igual que en RESOURCE PLAN por Planta, en esta sección de RESOURCE PLAN por CD también se cuenta con un cuadro de resumen que contiene: los volúmenes a distribuir por cada CD, los porcentajes de utilización por cada instancia de Distribución, la cantidad de camiones adicionales requeridos por año, el cuello de botella en el CD, y el CAPEX relacionado al plan de capacidades resultante por año. A continuación la figura:

CD1 GUAYAQUIL		2010	2011	2012	2013	2014	2015
MAX. CAPACITY UTILIZATION %		90%	90%	90%	90%	90%	90%
Additional Demand Growth Simulation (%)		0%	0%	0%	0%	0%	0%
DEMAND TO DISTRIBUTE [MHL]		2.67	2.81	2.95	3.10	3.25	3.41
			5%	5%	5%	5%	5%
Almac.	FULLS STORAGE Utilización [%]	100%	78%	80%	84%	88%	79%
	EMPTYES STORAGE Utilización [%]	78%	83%	88%	83%	87%	70%
	TRUCK STAGING T3 Utilización [%]	86%	90%	83%	87%	81%	85%
	TRUCK LOADING T3 Utilización [%]	94%	70%	73%	77%	81%	85%
	TRUCK LOADING / T1 / T2 Utilización [%]	92%	65%	68%	71%	75%	79%
	GATE AREA Utilización [%]	100%	83%	83%	83%	83%	88%
Flota	TRUCKS T3 - Adic. REQUIRED #	-	4	4	5	4	5
	TRUCKS T1/ T2 - Adic. REQUIRED #	-	3	2	3	4	3
UTILIZACIÓN DE CAPACIDAD [%]		100%	90%	88%	87%	88%	86%
CUELLO DE BOTELLA [Process]		FULLS	T3 STAGING	EMPTYES	T3 STAGING	FULLS	GATE
CAPEX RELACIONADO [\$MILLION]			\$ 2.12	\$ 0.66	\$ 0.94	\$ 0.90	\$ 1.80

TABLA 3.23. RESUMEN DE RESULTADOS DE RESOURCE PLAN POR CENTRO DE DISTRIBUCIÓN

Haciendo un resumen, se han descrito detalladamente cuatro de las cinco hojas que conforman la Herramienta de Cálculo de Requerimientos de Capacidad. Ahora se va a describir la última hoja que se llama ANALISIS Financiero, la misma que contiene un resumen de los costos calculados desde el Modelo de Optimización hasta la Herramienta. Los costos se los han dividido en Costos de Operación, también llamados OPEX, y los Costos de Capital de Inversión, también llamados CAPEX. La suma de ambos nos dará el costo total de la Red primaria de suministro o también conocido como Total Expenditure. Los valores de OPEX se obtienen del Modelo de Optimización por cada año, mientras que los valores de CAPEX se obtienen de las inversiones anuales necesarias desde Herramienta de cálculo de requerimientos. Al final también se calcula el NPV (Net Present Value), o en otras palabras, valor actual neto, para poder comparar y evaluar distintos escenarios de Plan de Capacidades, que pueden incluir, por ejemplo, atrasos en la inversión de capacidad significando financieramente un beneficio en el periodo de planificación definido. La tasa de interés a usar es la del WACC (Weighted Average Cost of Capital) de la compañía. A continuación el cuadro de análisis financiero:

ANÁLISIS FINANCIERO <small>(Expresado en miles de dólares)</small>							
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	5 AÑOS
Costos							
Producción	\$ (55,212)	\$ (58,118)	\$ (61,023)	\$ (64,075)	\$ (67,278)	\$ (70,642)	\$ (321,136)
Distribución	\$ (8,228)	\$ (8,661)	\$ (9,094)	\$ (9,549)	\$ (10,026)	\$ (10,528)	\$ (47,859)
OPEX (\$ 000' s)	\$ (63,440)	\$ (66,779)	\$ (70,118)	\$ (73,624)	\$ (77,305)	\$ (81,170)	\$ (368,995)
Inversión de Capital							
Producción	\$ (5,000)	\$ (28,934)	\$ (30,500)	\$ (6,184)	\$ (4,500)	\$ (3,250)	\$ (73,368)
Distribución	\$ (1,000)	\$ (3,600)	\$ (3,520)	\$ (1,520)	\$ (1,860)	\$ (2,540)	\$ (13,040)
CAPEX (\$ 000' s)	\$ (6,000)	\$ (32,534)	\$ (34,020)	\$ (7,704)	\$ (6,360)	\$ (5,790)	\$ (86,408)
TOTAL EXPENDITURE	\$ (69,440)	\$ (99,313)	\$ (104,138)	\$ (81,328)	\$ (83,665)	\$ (86,960)	\$ (455,403)
NPV (\$ '000 s)	\$ -379,086						
WACC %	15.00%						

TABLA 3.24. ANALÍISIS FINANCIERO

3.3. EJEMPLO DE USO

Para verificar el funcionamiento del modelo completo de planificación y optimización de capacidades construido en esta tesis, se desarrollará un ejemplo que permita explicar en forma práctica las funcionalidades del mismo. Los siguientes pasos serán llevados a cabo para el ejemplo de uso:

1. Cargue de la demanda para 5 años proveniente de Demand Planning
2. Cargue de los costos operacionales unitarios y las capacidades de las plantas
3. Corrida del Modelo de Optimización por año
4. Actualización de parámetros de la Herramienta de cálculo de requerimientos
5. Definición de escenarios
6. Corrida de la Herramienta de calculo de requerimientos
7. Análisis de los resultados

Como resultado de los tres primeros pasos se obtuvo lo siguiente:

- ✓ Volúmenes a producir por planta y por año
- ✓ Volúmenes a distribuir por tipo, por Centro de Distribución y por año
- ✓ Costos operacionales totales por año

A continuación los resultados obtenidos para estos tres pasos iniciales:

VOLÚMENES (Hl)		2011	2012	2013	2014	2015
PRODUCCIÓN	PASCUALES	2,808,750	2,949,188	3,096,647	3,251,479	3,414,053
	Cervezas & Maltas	2,752,575	2,890,204	3,034,714	3,186,450	3,345,772
	Aguas	56,175	58,984	61,933	65,030	68,281
	CUMBAYA	2,441,250	2,563,313	2,691,478	2,826,052	2,967,355
	Cervezas & Maltas	2,392,425	2,512,046	2,637,649	2,769,531	2,908,008
	Aguas	48,825	51,268	53,830	56,521	59,347
	TOTAL	5,250,000	5,512,500	5,788,125	6,077,531	6,381,408
DISTRIBUCIÓN	CD1 Guayaquil	2,808,750	2,949,188	3,096,647	3,251,479	3,414,053
	CD1 Quito	1,338,750	1,405,688	1,475,972	1,549,770	1,627,259
	CD2 Sto. Dom	1,102,500	1,157,625	1,215,506	1,276,282	1,340,096
	TOTAL	5,250,000	5,512,500	5,788,125	6,077,531	6,381,408
COSTOS (OPEX) (\$)		2011	2012	2013	2014	2015
PRODUCCIÓN	PASCUALES	\$ 33,705,000	\$ 35,390,250	\$ 37,159,763	\$ 39,017,751	\$ 40,968,638
	CUMBAYA	\$ 24,412,500	\$ 25,633,125	\$ 26,914,781	\$ 28,260,520	\$ 29,673,546
	Costo Producción	\$ 58,117,500	\$ 61,023,375	\$ 64,074,544	\$ 67,278,271	\$ 70,642,184
DISTRIBUCIÓN	\$ T1	\$ 1,145,166	\$ 1,202,424	\$ 1,262,545	\$ 1,325,672	\$ 1,391,956
	\$ T2	\$ 7,516,079	\$ 7,891,883	\$ 8,286,477	\$ 8,700,801	\$ 9,135,841
	Costo Distribución	\$ 8,661,244	\$ 9,094,307	\$ 9,549,022	\$ 10,026,473	\$ 10,527,797
COSTOS TOTAL	\$ 66,778,744	\$ 70,117,682	\$ 73,623,566	\$ 77,304,744	\$ 81,169,981	

TABLA 3.25. RESULTADOS DE OPTIMIZACIÓN - EJEMPLO

Se puede observar que se tiene el nivel de detalle necesario para este tipo de Planificación de Recursos a largo plazo. Uno de los puntos a revisar siempre es que los volúmenes de producción tienen que ser iguales a los volúmenes de distribución.

Evaluando la corrida de optimización se tiene que el CD2 de Sto. Domingo es atendido por el CD1 de Quito debido a que los costos unitarios de producción y de T1 son más bajos desde la planta de Cumbayá. El ranking de costos están dados en primer lugar por la producción, en segundo por los costos de T2 y tercero por los de T1. El costo de almacenamiento por ser marginal en comparación con los otros, fue excluido del alcance del proyecto así como también la definición de políticas de inventarios a largo plazo.

Una vez que se actualizaron los parámetros dentro de la Herramienta según el paso 4, se procedió a definir los escenarios a evaluar. Las características de los escenarios fueron las siguientes:

Escenario 1)

- ✓ Se define la utilización máxima de capacidad al 90%
- ✓ Todo aumento de capacidad será basado en incrementos por adquisición de equipos, es decir, no se presentarán mejoras de productividad cambiando los parámetros claves.

Escenario 2)

- ✓ Se define la utilización máxima de capacidad al 95%, con el afán de postergar inversiones de capacidad
- ✓ Los aumentos de capacidad se darán mediante el establecimiento de metas operativas para mejorar los parámetros claves y cuando sea necesario, adquiriendo equipos adicionales.

Luego de definir los escenarios como lo indica el paso 5, se corrió la herramienta de cálculo construida (paso 6) y los resultados fueron los siguientes:

El CAPEX de 5 años para el escenario 1 fue de \$73 millones en Producción y \$13 millones en Distribución

El CAPEX de 5 años para el escenario 2 fue de \$60 millones en Producción y \$4.8 millones en Distribución

Los requerimientos de capacidad para cada escenario fueron los siguientes:

Recursos necesarios	Escenario 1 (Total País)					Total
	2011	2012	2013	2014	2015	
Cocinas		1		1		2
Tanques Cellars	1	2	2	2	1	8
Filtros	1		1			2
Tanques BBTs		1	1		2	4
Líneas de Envasado	1	1				2

Recursos necesarios	Escenario 2 (Total País)					Total
	2011	2012	2013	2014	2015	
Cocinas						0
Tanques Cellars		1	1	1	2	5
Filtros						0
Tanques BBTs						0
Líneas de Envasado		1			1	2

TABLA 3.26. RESULTADOS DE REQUERIMIENTO DE RECURSOS PRODUCTIVOS

Como se puede observar al cambiar la máxima utilización del 90% al 95% se postergaron ciertas inversiones, por ejemplo, en las líneas de envasado que representan el mayor rubro. Esta postergación da beneficios financieros que serán mostrados luego. Adicionalmente, en el escenario 2, al mejorar la productividad, se redujeron los requerimientos de recursos y a su vez los costos de inversión.

Recursos necesarios	Escenario 1 (Total País)					Total
	2011	2012	2013	2014	2015	
Galpones techados	2	2	-	-	1	5
Pisos	4	1	1	2	1	9
Garitas	1				1	2
Camiones T3	7	8	8	8	10	41
Camiones T1/T2	5	5	5	7	5	27

Recursos necesarios	Escenario 2 (Total País)					Total
	2011	2012	2013	2014	2015	
Galpones techados	-	1	-	-	-	1
Pisos	-	-	-	-	-	0
Garitas		1				1
Camiones T3	-	7	5	5	1	18
Camiones T1/T2	-	-	-	-	3	3

TABLA 3.27. RESULTADOS DE REQUERIMIENTO DE RECURSOS DE DISTRIBUCIÓN

Al igual que el caso de Producción, para Distribución también se redujeron los requerimientos de recursos significativamente debido al incremento de productividad. Para el escenario 2 se incluyó una meta de incrementar los

hectolitros por palet de 5.22 a 6. En este tipo de planificaciones de largo plazo también se toman en cuenta iniciativas estratégicas como por ejemplo cambiar el diseño de las cajas que contienen producto o de los palets, incluso del diseño de los camiones, con la finalidad de incrementar productividad. Mediante esta herramienta se puede sacar provecho para evaluar distintos escenarios y plantear mejoras profundas y estratégicas al sistema productivo y de distribución.

3.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Estos resultados nos permiten tener claridad acerca de que una correcta planificación de capacidades no sólo se basa en las necesidades de equipos, sino también en las metas operativas y estratégicas que deben ser colocadas año a año para incrementar la productividad de los procesos que a su vez se traducen en grandes ahorros para la compañía.

Para comparar y analizar los resultados desde un punto de vista financiero también se desarrolló un modelo cuyos resultados fueron los siguientes:

Escenario 1

ANÁLISIS FINANCIERO (Expresado en miles de dólares)							
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	5 AÑOS
Costos							
Producción	\$ (55,212)	\$ (58,118)	\$ (61,023)	\$ (64,075)	\$ (67,278)	\$ (70,642)	\$ (321,136)
Distribución	\$ (8,228)	\$ (8,661)	\$ (9,094)	\$ (9,549)	\$ (10,026)	\$ (10,528)	\$ (47,859)
OPEX (\$ 000's)	\$ (63,440)	\$ (66,779)	\$ (70,118)	\$ (73,624)	\$ (77,305)	\$ (81,170)	\$ (368,995)
Inversión de Capital							
Producción	\$ (5,000)	\$ (28,934)	\$ (30,500)	\$ (6,184)	\$ (4,500)	\$ (3,250)	\$ (73,368)
Distribución	\$ (1,000)	\$ (3,600)	\$ (3,520)	\$ (1,520)	\$ (1,860)	\$ (2,540)	\$ (13,040)
CAPEX (\$ 000's)	\$ (6,000)	\$ (32,534)	\$ (34,020)	\$ (7,704)	\$ (6,360)	\$ (5,790)	\$ (86,408)
TOTAL EXPENDITURE	\$ (69,440)	\$ (99,313)	\$ (104,138)	\$ (81,328)	\$ (83,665)	\$ (86,960)	\$ (455,403)
NPV (\$ 000 s)	\$ -379,086						
WACC %	15.00%						

TABLA 3.28. RESULTADOS FINANCIEROS – ESCENARIO 1

Escenario 2

ANÁLISIS FINANCIERO (Expresado en miles de dólares)							
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	5 AÑOS
Costos							
Producción	\$ (55,212)	\$ (58,118)	\$ (61,023)	\$ (64,075)	\$ (67,278)	\$ (70,642)	\$ (321,136)
Distribución	\$ (8,228)	\$ (8,661)	\$ (9,094)	\$ (9,549)	\$ (10,026)	\$ (10,528)	\$ (47,859)
OPEX (\$ 000' s)	\$ (63,440)	\$ (66,779)	\$ (70,118)	\$ (73,624)	\$ (77,305)	\$ (81,170)	\$ (368,995)
Inversión de Capital							
Producción	\$ (5,000)	\$ (1,200)	\$ (26,850)	\$ (2,550)	\$ (1,450)	\$ (28,000)	\$ (60,050)
Distribución	\$ (1,000)	\$ (1,120)	\$ (1,640)	\$ (660)	\$ (900)	\$ (540)	\$ (4,860)
CAPEX (\$ 000' s)	\$ (6,000)	\$ (2,320)	\$ (28,490)	\$ (3,210)	\$ (2,350)	\$ (28,540)	\$ (64,910)
TOTAL EXPENDITURE	\$ (69,440)	\$ (69,099)	\$ (98,608)	\$ (76,834)	\$ (79,655)	\$ (109,710)	\$ (433,905)
NPV (\$ '000 s)	\$ -354,695						
WACC %	15.00%						

TABLA 3.29. RESULTADOS FINANCIEROS – ESCENARIO 2

ANÁLISIS FINANCIERO (Expresado en miles de dólares)		
	Escenario #1	Escenario #2
	5 AÑOS	5 AÑOS
Costos		
Producción	\$ (321,136)	\$ (321,136)
Distribución	\$ (47,859)	\$ (47,859)
OPEX (\$ 000' s)	\$ (368,995)	\$ (368,995)
Inversión de Capital		
Producción	\$ (73,368)	\$ (60,050)
Distribución	\$ (13,040)	\$ (4,860)
CAPEX (\$ 000' s)	\$ (86,408)	\$ (64,910)
TOTAL EXPENDITURE	\$ (455,403)	\$ (433,905)
NPV (\$ '000 s)	\$ -379,086	\$ -354,695

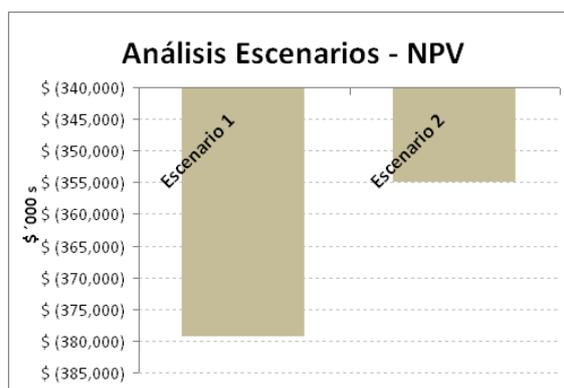


TABLA 3.30. ANÁLISIS FINANCIERO DE ESCENARIOS

El Análisis financiero nos muestra que el escenario 2 es el mejor debido a los incrementos de productividad que redujeron significativamente los requerimientos de recursos así como también por la decisión de postergar o mover las inversiones hacia delante resultando un beneficio financiero en el NPV o valor actual neto. En resumen, el escenario 2 representa un ahorro de aprox. \$ 25 millones en comparación con el escenario 1 del Plan de Capacidades a largo plazo.

Es importante señalar que para este ejercicio el NPV se considera mejor mientras menos negativo o más cercano se encuentre a "0", debido a que lo que se está evaluando es un modelo de costos más no de utilidades, donde existirían rubros positivos como los ingresos.

CAPÍTULO 4

4.1. CONCLUSIONES

1. Se cumplió el objetivo de diseñar y construir un modelo de optimización para la eficiente asignación de volúmenes por Centro de Distribución y por Planta Productora minimizando los costos de operación (OPEX) en la Red Primaria de Suministro.
2. Se cumplió el objetivo de analizar los cuellos de botella en la Red. Para esto, se construyó una Herramienta de Calculo de Requerimientos de Capacidad que verifica los cuellos de botella y la utilización de las capacidades productivas y de distribución, así como también calcula automáticamente los nuevos requerimientos de recursos, cubriendo de esta manera el objetivo de construir una herramienta que proporcione automáticamente los requerimientos de capacidades. Esta Herramienta se diseñó como complemento del Modelo de Optimización de la Red.
3. Se cumplió el objetivo de analizar las inversiones en términos de costos e impactos financiero con una hoja de cálculo que a su vez analiza las implicaciones de los distintos escenarios planteados traídos al presente (NPV) para evaluar beneficios de largo plazo como por ejemplo el postergar inversiones.
4. Se definieron escenarios de ejemplo para probar el modelo y la herramienta y para mostrar la forma de analizar resultados.
5. Se diseñó y construyó el modelo para que pueda ser capaz de generar simulaciones de cambios de parámetros y de tomar distintas decisiones de utilización de capacidades. Incluso el modelo construido permite simular cambios en los crecimientos de demanda aunque esto sea parte del input entregado por Demand Planning de largo plazo.

6. Los cálculos integran toda la cadena o Red primaria de Suministro, así como también se incluyeron todos los parámetros de planificación, significando un gran esfuerzo para desarrollar esta tesis.
7. El modelo completo fue diseñado para dar soporte a la toma de decisiones estratégicas así como también a la definición de metas de largo plazo. Esto se pudo evidenciar en el ejemplo de uso del capítulo 3.
8. Una correcta planificación de capacidades no sólo se basa en las necesidades de equipos, sino también en las metas operativas y estratégicas que deben ser colocadas año a año para incrementar la productividad de los procesos. Esto se traduce en grandes ahorros financieros.
9. A un nivel de toma de decisiones estratégicas o de largo plazo, es suficiente y necesaria la utilización de volúmenes agregados. Un gran detalle en volúmenes no agrega valor, además de restar eficiencia y rapidez a la corrida de los modelos de optimización y cálculo.

4.2. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda diseñar un modelo robusto para el cálculo y definición de Políticas de Inventarios a largo plazo, debido a que no fue parte del alcance de este proyecto, sin embargo, éste complementaría al modelo ya que las políticas de inventario tanto de productos terminados como de envases retornables, afectan directamente a la determinación de requerimientos de capacidad de distribución y producción.
2. Si en determinado momento se desea evaluar creaciones o cierres de Plantas Productoras y/o Centros de Distribución, se recomienda que se agreguen al modelo y que se evalúe de manera heurística la conveniencia de los escenarios planteados. El modelo fue construido de manera que resulte fácil de adaptar para realizar ese tipo de análisis.
3. Al ser una herramienta que servirá para la fijación de presupuestos anuales en el plan de 5 años, se recomienda incluir la proyección de costos unitarios por año, es decir, una proyección de costos que incluyan ciertos índices macroeconómicos como por ejemplo la inflación, con la finalidad de que los presupuestos sean más precisos.

APÉNDICES

APÉNDICE A

STOCK OPERACIONAL Y ESTRATÉGICO

Básicamente hay dos tipos de Stock en cualquier sistema, el stock operacional y el stock estratégico.

El Stock Operacional es el Stock requerido para amortiguar (buffer) la incertidumbre y las variaciones dentro de la cadena de valor. A su vez, también incluye el stock que se construye por la misma naturaleza de la producción y otras operaciones logísticas, como por ejemplo, el stock que se construye automáticamente por los tamaños de los lotes y la frecuencia de producción.

El Stock operacional comprende el inventario que se requiere para cubrir la variabilidad en:

- ✓ Demanda del consumidor (Error del pronóstico de ventas)
- ✓ Distribución interna desde las Plantas de Producción (Precisión de los traslados internos)
- ✓ Desempeño de Producción (Confiabilidad de Producción)

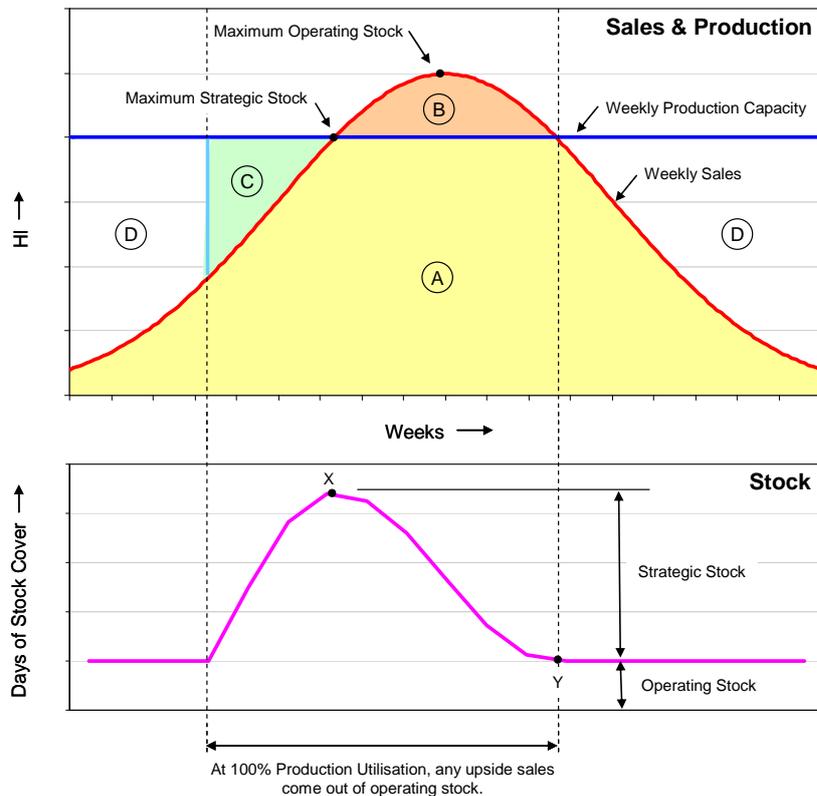
Y también incluye el inventario construido para:

- ✓ El tiempo de tránsito entre Plantas y centros de Distribución
- ✓ El tiempo entre lotes de producción
- ✓ El tiempo de espera para la liberación de lotes de producción de Control de Calidad

El Stock Estratégico es el stock que se construye anticipando la demanda, al presentarse un déficit en la capacidad de producción cuando la demanda ocurre. El Stock Estratégico es un componente esencial de la capacidad de producción. La estimación de cuánto Stock Estratégico mantener, es un INPUT fundamental dentro del proceso de Planificación de Capacidades y afecta directamente a la determinación de requerimientos de capacidad de producción.

Normalmente el Stock se expresa en términos de Días de Ventas o Días de Cobertura de Ventas, y se refiere a los días de ventas futuras que el stock representa.

Para entender el concepto de Stock Estratégico se presenta el siguiente diagrama:



Este diagrama describe la relación entre la Producción, la Demanda y el Stock para el periodo de ventas pico en el año. La relación entre Producción y Demanda son mostradas en la parte superior del diagrama.

La curva roja representa la demanda para el periodo estudiado. La línea azul representa la capacidad de producción instalada. En el tope del pico, la demanda excede a la capacidad de producción. Por tal motivo, la demanda que se encuentra debajo de la capacidad de producción instalada será cubierta (área amarilla "A"), mientras que el resto de la demanda no podrá ser cubierta (área naranja "B").

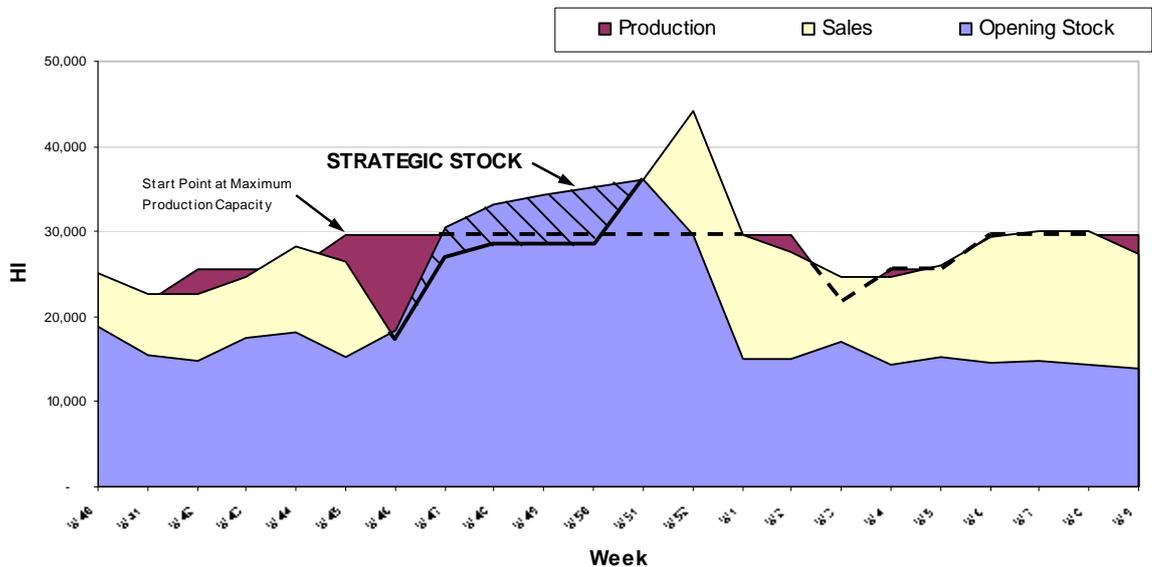
Se necesita producir con anticipación (área verde "C"), de tal manera que se exceda la demanda requerida y se construya el inventario para las semanas

posteriores, cuando la demanda excede la capacidad instalada (área naranja "B"). Cualquier periodo en el cual la Capacidad de Producción excede a la Demanda (áreas "D"), no será usado, excepto cuando se construye inventario para el Pico de demanda (área verde "C"). Entonces la capacidad de producción a ser usada está representada por las áreas "A" y "C".

Debajo del Diagrama se muestra la curva del perfil de Stock resultante, expresado en Días de Cobertura de ventas.

La cantidad de Stock Estratégico que puede ser mantenido, afecta directamente a la cantidad de Demanda atendida por la Capacidad de Producción. Si se es capaz de incrementar la cantidad de stock estratégico a ser mantenido, esto significaría que se podría reducir la capacidad de producción semanal y todavía atender la misma demanda, o por otro lado, se podría atender mayor cantidad de demanda con la misma capacidad de producción semanal.

A continuación un gráfico de la operación de Cervecería Nacional en el año 2009.



APÉNDICE B

FACTOR DE ESTACIONALIDAD

El Factor de Estacionalidad está sumamente ligado al Stock Estratégico. El Factor de Estacionalidad (FE) es una medida empírica que podría aplicarse a ventas o producción. El cálculo del FE se refiere a la definición de un periodo Pico y calcular el promedio semanal de Ventas o Producción para este periodo. Este resultado es entonces dividido en las ventas anuales totales para obtener el valor del Factor.

La aplicación del Factor de Estacionalidad en Planificación de Capacidad

La forma más práctica para usar el Factor de Estacionalidad en Planificación de Capacidades es para convertir Volúmenes anuales de Demanda en demandas Pico de Producción semanal mediante la división de los Volúmenes anuales de Demanda para el Factor de Estacionalidad.

Cálculo del Factor de Estacionalidad

La fórmula para calcular el Factor de Estacionalidad es la siguiente:

$$\text{Factor de Estacionalidad} = \text{Volumen de Demanda Anual} / \text{Capacidad de Producción Semanal}$$

Este Factor de Estacionalidad puede ser aplicado para calcular la Capacidad de Producción Anual con la siguiente fórmula:

$$\text{Capacidad de Producción Anual} = \text{Capacidad de Producción Semanal} \times \text{Factor de Estacionalidad}$$

BIBLOGRAFÍA

1. CHASE RICHARD B., AQUILANO NICHOLAS J. & JACOBS ROBERT F., Administración de Operaciones, Manufactura y Servicios, Octava Edición, MC. Graw Hill, 2004
2. HILLIER & LIEBERMAN, Introduction to Operations Research, Séptima Edición, MC. Graw Hill, 2001
3. JEREMY F. SHAPIRO, Modeling the Supply Chain, Segunda Edición, DUXBURY, 2009
4. SUPPLY CHAIN ACADEMY, Capacity Planning course, Accenture, 2010
5. IAN JONES, Journal "Capacity Planning and Capacity utilization standards", Octubre/ 2007
6. THE SOUTH AFRICAN BREWERIES LTD, Capacity Planning Manual, Enero/ 2005
7. F.C. TED WESTON, Journal "The right place for a bottleneck: capacity planning in a microbrewery is made easier with simulation". Diciembre/ 2002
8. GOX, ROBERT F., Journal "Capacity planning and pricing under uncertainty". Enero/ 2002