

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Ciencias e Ingenierías

**Gestión de Cadena de Suministro en EPACEM S.A.: desarrollo de
un modelo de localización de centros de distribución y
asignación de la demanda**

Carmen Elena Dueñas Salgado

Verónica León, M.Sc., Directora de Tesis

Tesis de grado presentada como requisito
para la obtención del título de Ingeniera Industrial

Quito, mayo de 2013

Universidad San Francisco de Quito

Colegio de Ciencias e Ingenierías

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

Gestión de Cadena de Suministro en EPACEM S.A.: desarrollo de un modelo de localización de centros de distribución y asignación de la demanda

Carmen Elena Dueñas Salgado

Verónica León, M.Sc.
Directora de Tesis
Miembro del Comité de Tesis

Gabriela Garía, M.Sc.
Miembro del Comité de Tesis

Diego Güilcapi, M.Sc.
Miembro del Comité de Tesis

Ximena Córdova, Ph.D.
Decana Escuela de Ingeniería
Colegio de Ciencias e Ingenierías

Quito, mayo de 2013

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma: _____

Nombre: Carmen Elena Dueñas Salgado

C. I.: 1716218944

Fecha: Quito, mayo de 2013

DEDICATORIA

A mis padres, que me dieron todo el apoyo, el cariño y la fuerza necesaria para llevar a cabo este proyecto y así, dar inicio a una nueva etapa.

RESUMEN

El presente trabajo de tesis, presenta un análisis de la cadena de suministro de EPACEM S.A., empresa dedicada a la producción y comercialización de oleaginosas y derivados de la palma. Este análisis se llevó a cabo adaptando los principios de la metodología SCOR, de modo que se puedan encontrar las cadenas de valor que existen en la organización y determinar una estrategia competitiva para cada una, que se oriente a las necesidades del cliente. Después de identificar las cadenas de valor existentes en la empresa, se procedió a medir el desempeño de la misma de acuerdo a sus objetivos estratégicos. De esta manera se encontraron brechas en los indicadores de gestión, que significaban oportunidades de mejora para la empresa. Con ese objetivo, se elaboró una propuesta de mejora que consiste en el desarrollo de un modelo de localización de centros de distribución y asignación de la demanda, el cual les permita mejorar su gestión de cadena de suministro.

ABSTRACT

The following project presents a supply chain analysis for EPACEM S.A., company dedicated to the production of palm oil and palm oil derivatives. These analysis was addapted from the benchmarking process presented in the SCOR model, thus it focus on identifying supply chains across the organization, and then determining a competitive strategy for each one. After identifying these supply chains, the project focused on measuring EPACEM's performance according to the objectives they proposed for each metric. According to the measuring results, improvement opportunities were identified and a proposal was developed, for applying distribution centers in the supply chain network. The proposal was based on the development of a distribution center location and demand allocation model.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	6
ABSTRACT	7
TABLA DE CONTENIDO.....	8
TABLAS	10
FIGURAS	10
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA	11
Introducción	11
Descripción general de EPACEM S.A.	11
Breve historia y generalidades.	11
División industrial.	12
División agrícola.	13
Justificación y objetivos	14
Antecedentes.	14
Justificación e importancia.	15
Alcance.	15
Objetivo general.	16
Objetivos específicos.	16
Metodología	16
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO Y REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	19
Marco teórico	19
Cadenas de suministro.....	19
Administración de la cadena de suministro.	24
Modelo de referencia SCOR.	29
Análisis de Pareto.	36
Análisis causal.	37
Diseño de la red de cadena de suministro.....	39
Templado simulado.....	44
Programación entera binaria.	47
Revisión de la literatura	48
Aplicación del modelo SCOR en países en vías de desarrollo.	48
Localización de centros de distribución.	50
CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN DEL MERCADO DE PALMA AFRICANA, EPACEM S.A. Y SU CADENA DE SUMINISTRO.....	53
El mercado de palma africana	53
Generalidades a nivel mundial.	53
La palma africana en Ecuador.....	54
EPACEM S.A.....	55
Marco estratégico.....	55
Estructura organizacional.....	56
Mapas de procesos de EPACEM S.A.	57
Cadena de valor.....	61
Productos.....	62
La cadena de suministro de EPACEM S.A.....	66
Instalaciones.....	66

Inventarios	67
Transporte.....	71
Información.....	74
Aprovisionamiento de servicios.....	74
Mapa de la cadena de suministro.....	77
CAPÍTULO 4: DIAGNÓSTICO DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE EPACEM S.A.	79
Identificación de las cadenas de valor	79
Priorización de las cadenas de valor	84
Determinación de factor competitivo e indicadores	86
Factor competitivo de las cadenas de valor 1, 2, 7 y 8.....	88
Factor competitivo de las cadenas de valor 3, 4, 5 y 6.....	90
Medición de los indicadores.....	91
Evaluación comparativa de los indicadores	93
Indicadores de costo.....	95
Indicadores de confiabilidad.....	95
Análisis causal	96
CAPÍTULO 5: PROPUESTA DE MEJORA.....	99
Importancia de la implementación de centros de distribución.....	99
Modelamiento de la red de cadena de suministro de EPACEM S.A.....	100
Horizonte de tiempo.....	101
Modalidades de transporte.....	101
Cantidad y localización de la demanda.....	101
Centros de distribución potenciales.....	102
Divisibilidad de la demanda.....	103
Flujo de productos.....	103
Restricciones de capacidad.....	103
Características de cada punto de demanda y costo de transporte.....	104
Modelo matemático	106
Análisis geográfico de la demanda.....	106
Modelo SSCFLP.....	110
Solución del modelo.....	112
Análisis de escenarios.....	113
Discusión de resultados.....	114
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	116
Conclusiones	116
Recomendaciones	117
REFERENCIAS.....	118

TABLAS

TABLA 4.1: Matriz final de identificación cadenas de valor.....	83
TABLA 4.2: Factores de competitividad y métricas EPACEM S.A.	88
TABLA 4.3: SCORCard con mediciones de EPACEM S.A.	93
TABLA 4.4: Resultados evaluación comparativa EPACEM S.A.....	94
TABLA 6.1: Escala de calificación puntos de demanda modelo.....	105
TABLA 6.2: Castigo al costo de transporte por punto de demanda.....	112
TABLA 6.3: Análisis de escenarios modelo de localización	114

FIGURAS

FIGURA 2.1: Diagrama de Pareto.....	37
FIGURA 2.2: Diagrama de espina de pescado	38
FIGURA 3.1: Producción de palma africana por países	53
FIGURA 3.2: Mapa de procesos EPACEM S.A. Nivel 0.....	58
FIGURA 3.3: Mapa de procesos EPACEM S.A. Nivel 1.....	59
FIGURA 3.4: Mapa de procesos EPACEM S.A. Nivel 2.....	60
FIGURA 3.5: Cadena de Valor EPACEM S.A. SGC	61
FIGURA 3.6: Cadena de Valor EPACEM S.A. Propia.....	62
FIGURA 3.7: Mapa de flujos Cadena de Suministro EPACEM S.A.	77
FIGURA 3.8: Mapa de materiales y pedidos Cadena de Suministro.....	78
FIGURA 4.1: Diagrama de Pareto Cadenas de Valor EPACEM S.A.	85
FIGURA 4.2: Diagrama de espina de pescado análisis causal	97
FIGURA 6.1: Mapa de localización de puntos de demanda.....	107
FIGURA 6.2: Mapa de volumen de pedidos de puntos de demanda.. ..	108
FIGURA 6.3: Mapa de frecuencia de pedidos de puntos de demanda.	109

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA

Introducción

Durante los últimos 7 años, los esfuerzos de la empresa EPACEM S.A., dedicada al cultivo y procesamiento de palma africana, se han centrado en un crecimiento agresivo de sus ventas, así como de su capacidad de autoabastecimiento de materia prima. Estos dos factores le han permitido mantenerse en el mercado y posicionarse de mejor manera frente a los competidores a nivel nacional.

Sin embargo, este crecimiento ha sido abrupto y desordenado, generando estrés en la cadena de suministro de la empresa, que se traduce en un crecimiento igual de grande de sus costos. Por este motivo, al realizar un análisis de la gestión de cadena de suministro actual, se espera encontrar oportunidades de mejora que permitan abastecer la nueva demanda de la empresa, de manera rentable y eficiente.

Descripción general de EPACEM S.A.

Breve historia y generalidades.

EPACEM S.A. es una empresa dedicada al cultivo, extracción, refinamiento y comercialización de oleaginosas y productos de limpieza. Dentro del mercado de oleaginosas son la cuarta empresa del país y cuentan con el 10% del mercado de aceites vegetales del Ecuador (Salgado, 2011).

La empresa fue creada en 1973, “como una empresa de economía mixta conformada por el Banco Nacional de Fomento y 18 palmicultores de la zona” (EPACEM S.A., 2012). Cinco años después arrancó las operaciones de su planta

extractora en Sto. Domingo de los Tsáchilas y en 1985 inició la operación de refinería y envasado de oleaginosas. A partir de 1997 adquiere 3 extractoras más, ubicadas en la Vía a Quevedo, las Golondrinas y el Valle del Sade en Quinindé (EPACEM S.A., 2012).

Así mismo, entre 1998 y el 2004, se inicia el desarrollo de cultivos propios, con el fin de autoabastecerse de materia prima. Por este motivo, se adquiere una plantación de 1500 ha. en el Valle del Sade y otra de 6000 ha. en San Lorenzo. Desde el año 2004, EPACEM S.A. se vuelve una de las exportadoras de aceite de palma más importantes del Ecuador (EPACEM S.A., 2012).

Por vía de este crecimiento, en el año 2012 compran la empresa Palmar del Río, dedicada a la investigación, desarrollo y cultivo de especies híbridas de palma africana; así como a la plantación de bosques de teca. Las plantaciones de Palmar del Río, se encuentran ubicadas en el oriente ecuatoriano, en el Coca, provincia de Orellana (EPACEM S.A., 2012). Con esta adquisición se busca formar una nueva empresa, bajo el nombre de Grupo EPACEM S.A., que contenga tanto a EPACEM S.A. como a Palmar del Río, aunque como dos empresas distintas que funcionan independientemente una de la otra (Arcos, Director de Talento Humano, Grupo EPACEM, 2012).

División industrial.

La actividad industrial de EPACEM S.A., inicia con el acopio y extracción de alrededor de 150 mil toneladas anuales de fruta de palma africana. La materia prima para llevar a cabo estos procesos, proviene en su mayoría, de pequeños proveedores externos (EPACEM S.A., 2012). Se utiliza principalmente para la

elaboración de comestibles, tales como aceites, mantecas y margarinas. También se elaboran productos derivados de la misma materia prima, como son jabones, balanceados para animales, entre otros (Canchiña, 2012). Esta actividad se lleva a cabo en la fábrica ubicada en la vía a Quinindé, en Santo Domingo de los Tsáchilas.

Dentro de la división industrial de EPACEM S.A., debe considerarse varios productos terminados que han comercializado a lo largo de los últimos 5 años, producidos como maquila y que se venden con marca EPACEM. Los principales productos comercializados con estas características, son los artículos de limpieza Suni, pero también existen otros como atún, agua envasada, productos de limpieza personal, entre otros (Canchiña, 2012).

División agrícola.

Esta división fue creada con una visión de autoabastecimiento de materia prima, así como de desarrollo de proveedores. Para sus pequeños y medianos proveedores, EPACEM S.A. tiene una sección dedicada al asesoramiento técnico y venta de insumos agrícolas, que incluye plantas para pre-viveros y viveros, con semillas certificadas; así como asistencia sobre fertilización y productividad del desarrollo y cuidado de sus cultivos. También obtienen descuentos especiales y financiación de insumos por medio de descuentos al pago de la fruta que provean (EPACEM S.A., 2012).

Por otro lado, el autoabastecimiento se consigue con las más de 7,000 ha de plantaciones propias con las que cuenta EPACEM S.A. De este modo, no solo se asegura materia prima de calidad, sino que cuentan con la cantidad necesaria

para llevar a cabo su proceso industrial. Este es un aspecto clave para poder competir en el actual mercado ecuatoriano (Salgado, 2013).

Justificación y objetivos

Antecedentes.

Durante los últimos 6 años EPACEM S.A., la cuarta empresa aceitera del Ecuador, ha cuadruplicado su volumen de ventas, pasando de vender \$20 millones anuales, a casi \$75 millones durante el 2010 y más de \$100 millones en el año 2011. Este crecimiento se consiguió diversificando su portafolio de productos, invirtiendo en nuevas plantaciones que garanticen el autoabastecimiento de materia prima y expandiéndose a mercados internacionales, donde se han creado relaciones de fidelidad con clientes clave para la empresa. Esto les ha permitido mantenerse en el mercado y poder competir contra los tres actores principales de la industria aceitera del Ecuador: Fabril, Danec y Ales (Dueñas, 2011).

El enfoque de los últimos años, muestra que el principal esfuerzo de EPACEM S.A. ha sido desarrollar el mercado internacional y mantener en el mercado nacional a sus principales clientes: distribuidores, mayoristas e institucionales (industrias, panaderías, hoteles, entre otros). Por este motivo, ha dejado de lado el desarrollo de otro tipo de clientes, como son autoservicios, tiendas y detallistas. Esto también se debe a que la competencia tiene marcas mucho mejor posicionadas en estos mercados, como son *La Favorita* y *El Cocinero*, marcas pertenecientes a La Fabril y Danec respectivamente (Dueñas, 2011).

Justificación e importancia.

A pesar de haber quintuplicado sus ventas en un corto período de 6 años, el margen de ganancias de EPACEM S.A. se mantiene igual debido a que los costos han crecido proporcionalmente con sus ventas (Salgado, 2011). El motivo por el que esto sucede, es que cuando se produce un crecimiento brusco y no planificado en las ventas, la cadena de suministro se estresa. Esto quiere decir que comienza a operar ineficientemente, pues las operaciones que estaban establecidas para suplir una demanda de \$20 millones, deben estirarse para cubrir la nueva demanda de \$100 millones en un tiempo relativamente corto (Dueñas, 2011).

Por tanto, EPACEM S.A. debería disminuir los costos y mejorar sus ganancias, para así aumentar su margen de ganancias a dos dígitos, como corresponde a una empresa con su volumen de ventas. La mejor forma para lograr esto, sería a través de la gestión de Cadena de Suministro, volviendo su operación más eficiente y sólida. De este modo, EPACEM S.A. lograría suplir confiablemente las necesidades de sus nuevos clientes en el exterior y podría enfocar más esfuerzos en el desarrollo de clientes claves para el crecimiento de la empresa a nivel nacional, como son autoservicios, tiendas y detallistas (Dueñas, 2011).

Alcance.

El presente trabajo se enfoca en el análisis de la cadena de suministro de la división industrial de EPACEM S.A.. Por este motivo se deja fuera del análisis

toda la actividad de Palmar del Río, así como la división agrícola de EPACEM S.A. en sí misma.

Objetivo general.

Elaborar una propuesta de mejora para la gestión de la cadena de suministro de EPACEM S.A.

Objetivos específicos.

Identificar las cadenas de valor existentes en la cadena de suministro de EPACEM S.A.

Determinar las cadenas de valor más relevantes para la empresa y el Factor de Competitividad para cada una de ellas.

Evaluar el desempeño de las cadenas de valor más relevantes, en base a los objetivos definidos.

Proponer mejores prácticas y soluciones, para optimizar aquellas cadenas de valor que presenten una brecha en la medición de sus indicadores de desempeño.

Desarrollar un modelo de localización de centros de distribución para la Cadena de Suministro de EPACEM S.A..

Metodología

La metodología utilizada para analizar y mejorar la gestión de la cadena de suministro de EPACEM S.A., es una adaptación del modelo SCOR (Supply Chain Operations Reference), creado por el Supply Chain Council, de ahora en adelante

denominado con las siglas SCC. Por ser un modelo de referencia de procesos de negocio, SCOR busca tres objetivos principales.

El primero es identificar la situación actual de la organización para poder plantear objetivos claros de adónde se quiere llegar. Segundo, se trata de cuantificar el desempeño de la empresa frente a estos objetivos, comparándolos con los “mejores de su clase”. Finalmente, trata sobre cómo establecer prácticas que apunten a conseguir el mejor desempeño posible de la organización (Supply-Chain Council, 2006).

A lo largo de este trabajo se busca conseguir los mismos objetivos, pero los mecanismos utilizados para lograrlo no son una aplicación estricta del modelo desarrollado por el SCC. Por este motivo, de los varios componentes que conforman SCOR, se utiliza principalmente el mecanismo de evaluación comparativa que propone el modelo. Esta herramienta se usa para conseguir el segundo objetivo, es decir la cuantificación del desempeño de la organización.

A continuación se describe la metodología completa, de modo que se entienda como se espera cumplir con todos los objetivos de un modelo de referencia de procesos de negocio. Primero se debe realizar un proceso de entendimiento de la organización y su cadena de suministro, a través de entrevistas con las diferentes gerencias de la empresa. Estas entrevistas se realizan con el fin de entender la relación que existe entre cada área funcional de la empresa, con la operación de la cadena de suministro de la misma.

En segundo lugar, se trabaja con la información histórica de ventas de los años 2010, 2011 y 2012 para identificar las cadenas de valor existentes en EPACEM S.A. Una vez que fueron identificadas, se procede con la

caracterización de las cadenas de valor, que consiste en determinar el aporte de cada una al volumen total de ventas, tanto en kilogramos, como en dólares.

Después se realiza un taller de priorización con las gerencias de ventas, marketing y producción, para identificar las cadenas de valor más relevantes para la empresa, no solo considerando el Pareto de volumetrías, sino también temas estratégicos.

Durante el taller de priorización también se deben determinar los factores de competitividad e indicadores, sólo para aquellas cadenas que fueron escogidas como las más relevantes. Esta actividad se lleva a cabo con el fin de establecer un norte estratégico y objetivos claros para cada cadena, a través de los factores de competitividad; así como mecanismos de medición del desempeño organizacional frente a estos objetivos, por medio de indicadores.

Una vez que se escogieron las métricas de diagnóstico de cada cadena de valor, se procede a medir estos indicadores. Los resultados obtenidos de esas mediciones se comparan con objetivos planteados en base a una evaluación comparativa con datos de los mejores en su clase de la región y empresas similares a EPACEM S.A. De ese modo se puede observar en qué cadenas de valor existe una brecha frente a los objetivos de la compañía. Una vez que se identifica dónde se está fallando, se realiza un análisis causal para determinar por qué existe esa brecha en el indicador. Finalmente, se proponen una serie de mejoras y recomendaciones, en base a lo que se encontró durante el análisis causal.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO Y REVISIÓN DE LA LITERATURA

Marco teórico

Cadenas de suministro.

Definición.

Según La Londe y Masters (1994), una cadena de suministro se puede definir como una serie de firmas, envueltas en la manufactura de un producto que finalmente se entrega en las manos del consumidor final. Por otro lado, Meindl y Chopra (2007) definen que una cadena de suministro consiste en todas las partes involucradas, directa o indirectamente, en cumplir con la orden de un cliente. Una cadena incluye a los productores de materia prima y componentes, ensambladores, vendedores al por mayor, minoristas, compañías de transporte, entre otros actores (Chopra & Meindl, 2007).

Otra definición similar es dada por Wisner, Tan y Leong (2009), donde se define a la cadena de suministro como una serie de compañías, que ponen a disponibilidad de los consumidores varios productos y servicios. Incluye empresas dedicadas a la producción, entrega, reciclaje de materiales, elaboración de componentes, manufactura del producto terminado y servicios, así como al consumidor final (Wisner, Tan, & Leong, 2009).

Finalmente, Ayers (2006) brinda una definición un poco diferente, pues define a la cadena de suministro como un proceso cíclico que comprende flujos físicos, de información, financieros y de conocimiento; cuyo propósito es satisfacer los requerimientos de un consumidor final, con productos y servicios de varios proveedores relacionados.

Características.

Una típica cadena de suministro incluye cualquier tipo de combinación entre clientes, minoristas, mayoristas/distribuidores, fábricas de manufactura y proveedores de componentes o materia; a través de la que existe un flujo constante de productos, información y dinero, que ocurre en ambas direcciones; es decir hacia el consumidor final, ó desde el consumidor final (Chopra & Meindl, 2007).

También forman parte importante de la cadena de suministro, una serie de empresas que brindan servicios desde el principio al final de la misma. Estas incluyen transportistas aéreos, ferroviarios o marítimos; proveedores de sistemas de información, empresas de almacenamiento, agentes aduaneros, consultores, entre otros; son de extrema importancia, pues son quienes manejan el flujo de información, dinero y productos en la cadena (Wisner, Tan, & Leong, 2009).

Más allá de cuál sea la complejidad de una determinada cadena, para que esta funcione exitosamente se debe tomar decisiones sobre los flujos de dinero, información y productos, a lo largo de las siguientes etapas: diseño, planeación y operación de la cadena de suministro. Durante la primera etapa, la organización debe estructurar su cadena a futuro, en función del tipo de producto y su estrategia de marketing y precios (Chopra & Meindl, 2007).

Puesto que estas decisiones son estratégicas, serán a largo plazo y generalmente conllevan una importante inversión por parte de la empresa. En esta etapa también se toman decisiones sobre la configuración de la cadena, asignación de recursos a lo largo de la misma y qué procesos se llevarán a cabo en cada una de sus partes (Chopra & Meindl, 2007).

En la segunda etapa de decisión, la cadena ya ha sido diseñada y estructurada, por lo que se toman decisiones de tipo operativo, a corto y mediano plazo. Estas decisiones incluyen qué mercados abastecer, desde dónde abastecerlos, subcontratar o no la producción de componentes ó de todo el producto, políticas de inventario, entre otras. La estructura definida en la primera fase, determina las restricciones que deben ser consideradas durante este proceso (Chopra & Meindl, 2007).

Finalmente, durante la última etapa se toman decisiones operativas, a corto plazo, que marcan la pauta de la operación diaria de la cadena de suministro. A lo largo de esta fase, el objetivo principal es manejar lo mejor posible las órdenes de los clientes, en una base diaria o semanal. Por tener un horizonte de tiempo corto, son decisiones menos inciertas, que se ven restringidas a las características definidas en las dos fases previas (Chopra & Meindl, 2007).

Elementos estructurales.

La estructura de una cadena de suministro está caracterizada por 6 elementos estructurales básicos: instalaciones, inventario, transporte, información, precio y aprovisionamiento. La definición de cada uno de estos elementos depende de la estrategia competitiva escogida por cada organización y se verán definidos de acuerdo al tipo de producto, su estrategia de marketing y precio, el segmento de mercado al que se ofrece el producto, entre otros aspectos (Chopra & Meindl, 2007).

De los 6 elementos antes mencionados, los tres primeros son estructurales logísticos y los tres últimos estructurales multifuncionales. A continuación se

describe brevemente en qué consiste cada uno y su impacto en la estructura completa de una cadena de suministro (Chopra & Meindl, 2007).

Las instalaciones son las locaciones físicas de la red, donde el producto se almacena, ensambla o fabrica; se dividen en 2 categorías principales: de producción y de almacenamiento. Implican decisiones al largo plazo, relacionadas con su rol, localización, capacidad y flexibilidad; las cuales tienen un gran impacto en el desempeño de la cadena de suministro (Chopra & Meindl, 2007).

En segundo lugar está el inventario, que consiste en toda la materia prima, inventario en proceso y producto terminado a lo largo de la cadena de suministro. Se debe tomar decisiones sobre políticas de inventario, las cuales tienen un gran impacto en la eficiencia y capacidad de respuesta de la cadena.

El tercer elemento logístico es el transporte, que consiste en mover inventario de un punto a otro de la cadena de suministro. Se debe tomar decisiones sobre modalidades de transporte y sus combinaciones, así como de rutas; éstas también influyen en la eficiencia y capacidad de respuesta de la cadena (Chopra & Meindl, 2007).

El primero de los elementos estructurales multifuncionales, es la información. Esta consiste en datos y análisis sobre las instalaciones, el inventario, transporte, costos, precios y cliente a lo largo de toda la cadena. Por consiguiente, es un elemento clave para poder medir su desempeño de la misma y a partir de ahí mejorarla.

Por otro lado, el aprovisionamiento consiste en determinar si la producción, almacenamiento, transporte o manejo de información lo va a realizar la misma

empresa, o un tercero. Este elemento afecta la eficiencia y capacidad de respuesta de una cadena de suministro (Chopra & Meindl, 2007).

Finalmente, el precio es simplemente determinar cuánto va a cobrar la empresa al cliente, por un determinado producto o servicio que pone a disponibilidad a través de su cadena de suministro. Esta decisión influye directamente en el comportamiento del consumidor, en consecuencia, influye de igual manera en el desempeño de la cadena (Chopra & Meindl, 2007).

Una cadena de suministro bien diseñada, sabe combinar estos 6 elementos y sus interacciones, de modo que su desempeño global se alinee con el nivel de respuesta deseado (Chopra & Meindl, 2007).

Clasificación.

Existen diversos tipos de cadenas de suministro, sobre todo de acuerdo a su tamaño y complejidad, características que son directamente proporcionales (Wisner, Tan, & Leong, 2009). Según Mentzer et al. (2001), se puede clasificar una cadena de suministro de acuerdo a su nivel de complejidad en 3 categorías: directa, extendida y por último extrema. La primera consiste en un proveedor, un producto y un consumidor; el segundo tipo de cadena tiene dos actores más a los extremos de la misma, es decir que incluye a los proveedores del proveedor directo y a los clientes del cliente directo de la organización en cuestión (Mentzer, et al., 2001).

Por último, el tercer tipo incluye a todos los posibles actores dentro la cadena, es decir que va desde el primer productor de materia prima, hasta el consumidor final. Esta clasificación no quiere decir que sean el único tipo posible

de cadenas de suministro, pues en realidad existe un sin número de combinaciones posibles para su configuración (Mentzer, et al., 2001).

En cambio, Beamon y Chen (2001) presentan una clasificación dada por la estructura de la cadena de suministro, en base a las relaciones materiales entre sus partes. Son cuatro tipos de cadenas: convergente o ensamble, divergente o arborescente, mixta y general o red. La estructura convergente es tipo ensamble, en la que cada nodo en la cadena tiene máximo un sucesor, pero puede tener cualquier número de predecesores; ejemplos de este tipos de cadena son la manufactura de aviones, barcos ó la construcción en general (Beamon & Chen, 2001).

El segundo tipo de cadena, se llama divergente porque cada nodo tiene máximo un predecesor, pero cualquier número de sucesores, opuesto de la convergente. Un ejemplo es el procesamiento de minerales. En cambio, una cadena mixta es una combinación de las dos primeras clasificaciones, al unirse una estructura convergente con una divergente en forma secuencial, de modo que formen una sola estructura conectada entre sí.

Por último, la red es distinta de todas las anteriores, porque cada una de sus partes puede estar estructurada de cualquier manera, sin ser nunca estrictamente convergente, divergente ó mixta (Beamon & Chen, 2001).

Administración de la cadena de suministro.

Definición.

A continuación se presentan algunas definiciones, desarrolladas por asociaciones de profesionales relacionadas a la logística y cadena de suministro.

El Supply Chain Council (SCC), define la administración de cadena de suministro como el “manejo del suministro y la demanda, aprovisionamiento de materia prima y partes, manufactura y ensamble, almacenamiento y rastreo de inventario, manejo y entrada de órdenes, distribución a través de todos los canales y entrega al cliente.” (Wisner, Tan, & Leong, 2009)

Así mismo, el Consejo de Profesionales de la Administración de la Cadena de Suministro lo define como “el planeamiento y administración de todas las actividades involucradas y el aprovisionamiento y compras, conversión y todas las actividades administrativas logísticas. También incluye la coordinación y colaboración entre socios en los canales, que pueden ser proveedores, intermediarios, proveedores terceros de servicios y los clientes.” (Wisner, Tan, & Leong, 2009)

Mientras que el Instituto de Administración de la Cadena de Suministro, lo define como “el diseño y administración de procesos que añaden valor a través de las fronteras organizacionales, para satisfacer las necesidades reales del consumidor final.” (Wisner, Tan, & Leong, 2009)

Finalmente, Ayers (2006) define a la administración de cadena de suministro como el “diseño, mantenimiento y operación de procesos de la cadena de suministro, para satisfacer las necesidades del consumidor final.”

Importancia.

Muchas empresas de la industria, sobre todo pequeñas, siguen operando de manera independiente, considerando únicamente a su cliente inmediato, sin tomar en cuenta la cadena de suministro de la que forman parte. Esto se debe

sobretudo, a que es mucho más cómodo y simple manejar una empresa de esta manera (Wisner, Tan, & Leong, 2009).

Sin embargo no consideran que al tomar decisiones sin considerar los intereses del consumidor final, o de los otros miembros dentro de su cadena de suministro, se aumenta el riesgo, los costos y el tiempo de espera a lo largo de toda la cadena. Por este motivo, al final se obtiene un precio más alto de producto terminado, niveles de servicio de cadena de suministro bajos y una reducción de demanda por parte del consumidor final (Wisner, Tan, & Leong, 2009).

No obstante, si se administra la cadena de suministro ordenadamente, se puede obtener una serie de beneficios; sobretudo para empresas más grandes que tienen inventarios grandes y varios proveedores. Aún cuando los cambios iniciales puedan ser pequeños, con planes de crecimiento al pasar del tiempo, si una empresa conoce los planes a futuro y está dispuesta a trabajar en conjunto con sus proveedores y clientes, se vuelve mucho más fácil y productivo su proceso de planeamiento. De esta manera conseguiría reducir costos, mejoras en la calidad y en el servicio brindado (Wisner, Tan, & Leong, 2009).

Otro de los grandes beneficios obtenidos con una buena administración de cadena de suministro, es disminuir el efecto látigo, que se produce de la siguiente manera. Cuando la empresa A realiza un pedido de compra a la empresa B, considera importante adquirir un inventario x de seguridad como parte de este pedido. A su vez, la empresa B cree erróneamente que el pedido de A refleja un valor real de su demanda, en consecuencia aumenta en su planeación un inventario z de; generando “patrones de compra erráticos” (Wisner, Tan, & Leong, 2009).

Por consiguiente, cuando B hace un pedido a la empresa C, la cantidad ordenada tiene una diferencia con la realidad de $x + z$; y así sucesivamente según se vayan aumentando organizaciones dentro de la cadena. Este problema afecta a la planeación de la demanda, niveles de inventario de seguridad y planificación de la producción; por la mala o nula comunicación entre organizaciones dentro de una misma cadena (Wisner, Tan, & Leong, 2009).

De esta manera, si se lograra una buena administración de la cadena de suministro y por ende, una adecuada comunicación entre A, B y C; se lograría que conozcan sus respectivos planes de compra y no necesiten aumentar inventarios de seguridad. Como resultado se obtendrían menores costos, ya que se calcula que el efecto látigo aumenta de un 12-25% los costos para cada eslabón de la cadena. Así mismo, habría un mejor servicio al cliente, porque se reduciría el desabastecimiento en las distintas empresas (Wisner, Tan, & Leong, 2009).

En conclusión, una administración de cadena de suministro bien manejada, haría que con el tiempo se logren reducciones de costo significativas. Pudiendo invertir ese dinero en actividades que agreguen valor, tal como investigación de materiales, métodos de producción, mejorar las instalaciones de almacenamiento, entre otros (Wisner, Tan, & Leong, 2009). Por este motivo, Chopra y Meindl (2007) concluyen que las decisiones de diseño, planificación y operación de la cadena de suministro, juegan un rol clave en el éxito o fracaso de una firma.

Elementos fundamentales.

Wisner, Tan y Leong (2009), consideran que la administración de cadena de suministro se basa en 4 elementos fundamentales, descritos a continuación.

Aprovisionamiento.

Es el manejo de la compra de materia prima y demás insumos que se manejan dentro de una compañía. Tiene un gran impacto en el desempeño de la cadena de suministro, pues se encarga de administrar la calidad, tiempos de entrega y precios de la materia prima. Dentro de este elemento, se deben llevar a cabo las actividades de selección y calificación de proveedores, de modo que con el tiempo se consiga eliminar a aquellos con malos desempeños y en consecuencia, se construya relaciones de confianza y a largo plazo con aquellos proveedores que obtengan las más altas calificaciones (Wisner, Tan, & Leong, 2009).

Operaciones.

Las operaciones conforman la actividad central de la empresa y su razón de ser, ya que son el proceso durante el cual se genera valor para el cliente externo de la empresa (Cisneros, 2008). Con el fin de elaborar un producto terminado con la calidad, cantidad y precio requeridos por el cliente; la gerencia de operaciones debe llevar a cabo actividades de administración de la demanda, control y manejo de inventarios y planificación de la producción (Wisner, Tan, & Leong, 2009).

Distribución.

Este elemento se enfoca en la mejor forma para hacer llegar el producto terminado, a los clientes de la compañía. Los encargados de la distribución toman decisiones sobre configuración de redes, modos de transporte, tercerización de

servicios, entre otras; tal que se consiga la mayor satisfacción del cliente, al menor costo posible (Wisner, Tan, & Leong, 2009).

Integración.

Es el elemento más importante y más difícil de administrar dentro de la cadena de suministro. Consiste en la comunicación, retroalimentación y coordinación de todos los elementos anteriores de la empresa, así como con las demás organizaciones clave dentro de su cadena. La mejor forma para asegurar que se consiga, es utilizando métricas enfocadas al desempeño de toda la cadena de suministro, en vez de a objetivos locales de cada departamento funcional en la organización (Wisner, Tan, & Leong, 2009).

Modelo de referencia SCOR.

El Supply Chain Council (SCC), es una organización mundial sin fines de lucro, fundada en 1996 por 69 empresas de diferentes industrias, con el fin de desarrollar un marco de referencia estándar que permitiera el estudio y mejora de la cadena de suministro. Así nació el modelo de referencia SCOR, denominado así por su nombre en inglés: *Supply Chain Operations Reference model*. Este modelo se revisa y mejora continuamente, gracias a los cientos de organizaciones de todo tipo, y pertenecientes a una variedad de industrias, que en la actualidad forman parte del SCC (Supply-Chain Council, 2010).

SCOR es un modelo de referencia de procesos, es decir que busca describir la arquitectura de procesos de una organización, de modo que tenga sentido para todas las partes involucradas con esos determinados procesos. Por este motivo, es especialmente útil para describir cadenas de valor que crucen

horizontalmente una empresa, a través de los diferentes departamentos funcionales de la misma. Así mismo, SCOR permite definir el alcance de su aplicación, en cualquier grado de integración horizontal para la organización. Desde sus proveedores y clientes directos, hasta una mayor integración con los proveedores de sus proveedores y los clientes de sus clientes, etc (Supply-Chain Council, 2010).

El modelo unifica 4 elementos clave: métricas de desempeño, procesos, mejores prácticas y personas; dentro de una misma estructura. De esta manera, SCOR ayuda a resolver los 5 retos más difíciles de existen dentro de la administración de una cadena de suministro: servicio al cliente superior, control de costos, planeación y administración de riesgos, administración de las relaciones cliente/proveedor y finalmente, el de talento ó capital humano necesarios para administrar efectivamente una cadena (Supply-Chain Council, 2010).

Procesos.

SCOR identifica aquellos procesos necesarios a lo largo de la cadena de suministro, para poder cumplir con la orden de un cliente. Propone una serie de procesos estándar anidados en 3 niveles, dónde el nivel 1 es el superior y de mayor complejidad, de modo que cada proceso de este nivel se va descomponiendo en sus respectivos de nivel 2 y de nivel 3. Los primeros dos niveles de procesos se basan en la descripción de la arquitectura de la cadena, mientras que el tercer nivel se refiere a la implementación de esta estructura (Supply-Chain Council, 2010).

Los 3 niveles descritos anteriormente, presentan procesos estándar para diferentes industrias; mientras que los niveles inferiores (4 y 5), son propios de cada tipo de industria y organización. SCOR propone 5 procesos de nivel 1, asociados a las actividades principales que se llevan a cabo en una cadena de suministro: planear, asociado con la planeación; abastecer, asociado con el aprovisionamiento; hacer, asociado con el proceso productivo de la empresa; entregar, relacionado con la entrega del producto ó servicio a los clientes externos; y devolver, relacionado con la logística inversa producto de las devoluciones por parte de clientes (Supply-Chain Council, 2010).

Prácticas.

SCOR propone una serie de mejores prácticas asociadas a cada proceso definido en el modelo, enfocadas a mejorar su desempeño. Estas pueden incluir procesos de automatización, aplicación de tecnologías, una secuencia óptima de actividades ó métodos, entre otros. Además, el manual de SCOR explica qué medidas administrativas y/ó qué software son necesarios para llevar a cabo la mejor práctica (Supply-Chain Council, 2010).

Las prácticas propuestas, han sido recogidas de la experiencia de aquellas organizaciones que forman parte del SCC. Por tanto, es necesario considerar que el impacto de aplicar una mejor práctica, en el desempeño de un proceso, depende de la organización e industria que está siendo analizada (Supply-Chain Council, 2010).

Personas.

Dentro del marco referencial de SCOR, se encuentran señaladas una serie de características que deberían tener los profesionales involucrados con la administración de la cadena de suministro; de modo que estas habilidades y la estructura organizacional de la empresa, se alineen con sus objetivos estratégicos. El modelo divide estas características en habilidad, experiencia, aptitud, entrenamiento y competencia (Supply-Chain Council, 2010).

A partir de ese principio, describe habilidades generales que se requieren para cada proceso de nivel 1 ó de nivel 2, habilidades críticas para ser líder de algún proceso en específico, medidas de desempeño del capital humano a través de las métricas de SCOR y también, qué credenciales se puede tener y se deben adquirir, para crecer dentro del sector (Supply-Chain Council, 2010).

Desempeño.

El desempeño es el último elemento clave dentro del modelo y uno de los más importantes. Está dividido en dos partes principales: factores competitivos y métricas de desempeño. Los factores competitivos definidos por SCOR, determinan la estrategia que utilizará la cadena de valor y ayudan a que se defina un norte estratégico para la cadena analizada (Supply-Chain Council, 2010).

El modelo propone 5 factores competitivos para la cadena de suministro. El primero es la confiabilidad, es decir la capacidad que tiene la cadena para entregar el producto en la cantidad y tiempo correctos, con la calidad correcta y al cliente correcto. En segundo lugar está la velocidad, que mide por ejemplo, el tiempo total que toma procesar una orden de un cliente. Después está la

flexibilidad, factor que describe la habilidad de una cadena para responder y cambiar frente a influencias externas. Los tres factores competitivos descritos, están enfocados a desempeños externos de la organización, en consecuencia ligados con el cliente (Supply-Chain Council, 2010).

Por otro lado, los siguientes dos factores competitivos, se enfocan en el desempeño interno de la compañía: costo y beneficios. El primero se concentra en el costo total de operar la cadena de suministro, es decir los costos de producción y los de administrar la cadena. Finalmente, los beneficios miden la habilidad de la cadena para usar eficientemente sus recursos; por ejemplo el retorno de inventario (Supply-Chain Council, 2010).

Adicionalmente a los factores competitivos, el modelo SCOR propone una serie de métricas organizadas en una jerarquía, al igual que los procesos antes descritos. Estas métricas están asociadas a cada uno de los factores competitivos, así como a cada proceso descrito dentro del modelo. Las métricas de nivel 1, son diagnósticos generales de la cadena, también conocidas como KPI's y ayudan a establecer metas realistas que soporten a los objetivos estratégicos (Supply-Chain Council, 2010).

Por otro lado, las métricas de nivel 2 sirven para diagnosticar las del nivel anterior, pues ayudan a identificar causas raíz de un mal desempeño de una métrica de nivel 1. De igual forma, sucede con las métricas de nivel 3, que diagnostican las de nivel 2. Esta técnica se conoce como una descomposición de indicadores, que ayuda a determinar en qué procesos se debe enfocar la búsqueda de causas raíz (Supply-Chain Council, 2010).

Metodología de evaluación comparativa.

Dentro del modelo SCOR, se propone una metodología cuantitativa de evaluación comparativa, que permite calificar el desempeño de la cadena de suministro de una organización, con algún determinado estándar, para así plantear objetivos y estrategias de mejora para alcanzarlos. La metodología está compuesta de 7 pasos, descritos a continuación (Francis, 2008).

El primer paso consiste en identificar las cadenas de suministro dentro de la organización. Para lo cual, se debe tomar en cuenta que una cadena de suministro es una secuencia un flujo único de procesos entre un determinado proveedor y un determinado cliente; en consecuencia deben existir varias dentro de una empresa. Con este objeto, se realiza una matriz que ubique a todos los clientes y productos de la empresa; asociados en grupos lógicos según su tipo de material, manufactura, distribución ó administración según corresponda (Francis, 2008).

También se puede supeditar a cada cliente o producto, en una tercera categoría que los ubicaría en diferentes cadenas de suministro. Esta tercera categoría puede ser por regiones, estrategias logísticas, modelos de manufactura, ciclo de vida, entre otros. Una vez estructurada la matriz final, se debe marcar con una equis aquellas casillas que sí entran dentro de la actividad de la empresa. De ser muchas, este número debe reducirse buscando nuevas formas de unirles entre ellas (Francis, 2008).

En segundo lugar debe realizarse un ejercicio de priorización de estas cadenas, pues es lógico que tal vez existan algunas de ellas poco relevantes para la organización, mientras otras pocas generan el mayor impacto en el desempeño

global de la cadena de suministro. Esta priorización se puede hacer calificando a las cadenas por volúmenes de ventas, unidades, aporte al margen, ó también por su valor estratégico administrativo para la empresa (Francis, 2008).

Las cadenas que fueron escogidas como las más relevantes, serán aquellas en las que se lleve a cabo el resto del proceso de evaluación comparativa. En consecuencia, el tercer paso es determinar una estrategia competitiva para cada una de ellas. SCOR propone definir esta estrategia en base a los 5 factores competitivos que forman parte de su pilar de desempeño. Se debe escoger un solo factor competitivo, en el que la empresa escoja tener un desempeño superior; para luego determinar aquellos en los que quisiera tener ventaja ó paridad (Francis, 2008).

La metodología define ser superior a estar en el 90^a percentil del estándar, ventaja es equivalente a estar por encima del 70^a percentil del estándar y finalmente, paridad corresponde al 50^a percentil. Después de definir la estrategia, el cuarto paso consiste en escoger las métricas que se utilizará para medir el desempeño real de la organización, frente a los objetivos estratégicos planteados. Se escogen métricas de nivel 1, 2 y/ó 3 del modelo SCOR para cada factor competitivo de cada cadena, de acuerdo al nivel de profundidad que se espera conseguir de esta medición. Normalmente, el nivel de profundidad se relaciona con la importancia (superior, ventaja ó paridad) del factor competitivo, en su respectiva cadena (Francis, 2008).

A continuación se debe medir los indicadores en sí mismos, escogiendo de dónde obtener los datos y cómo deben ser medidos. Una vez obtenidos, el sexto paso consiste en elaborar un SCORCard que presente los valores obtenidos para

cada medición. Por último, se debe realizar la evaluación comparativa de estos datos, con aquellos estándares de los mejores de su clase, teniendo cuidado de comparar siempre industrias, organizaciones y cadenas de suministro similares (Francis, 2008).

Análisis de Pareto.

Análisis que se basa en el principio de la concentración de la riqueza, desarrollado por el economista Pareto. El primer paso es medir los “artículos de interés” con la misma medida, de modo que puedan compararse. Después se los organiza en forma descendente, tal que pueda verse su distribución acumulada. De esta manera, se conseguirá observar que el 80% de la medida de interés, se concentra apenas en un 20% de los artículos seleccionados, motivo por el cual el análisis se conoce también como la regla del 80-20 (Niebel & Freivalds, 2004).

Una vez que se realizó el análisis numérico de los datos, se procede a realizar un diagrama con los artículos de interés y su respectiva distribución de Pareto, como el que se observa en la página siguiente en la Figura 2.1. De tal modo que se pueda realizar un “análisis cuantitativo más profundo” y el analista concentre sus esfuerzos en los pocos artículos que más impacto tienen en la medida de interés (Niebel & Freivalds, 2004).

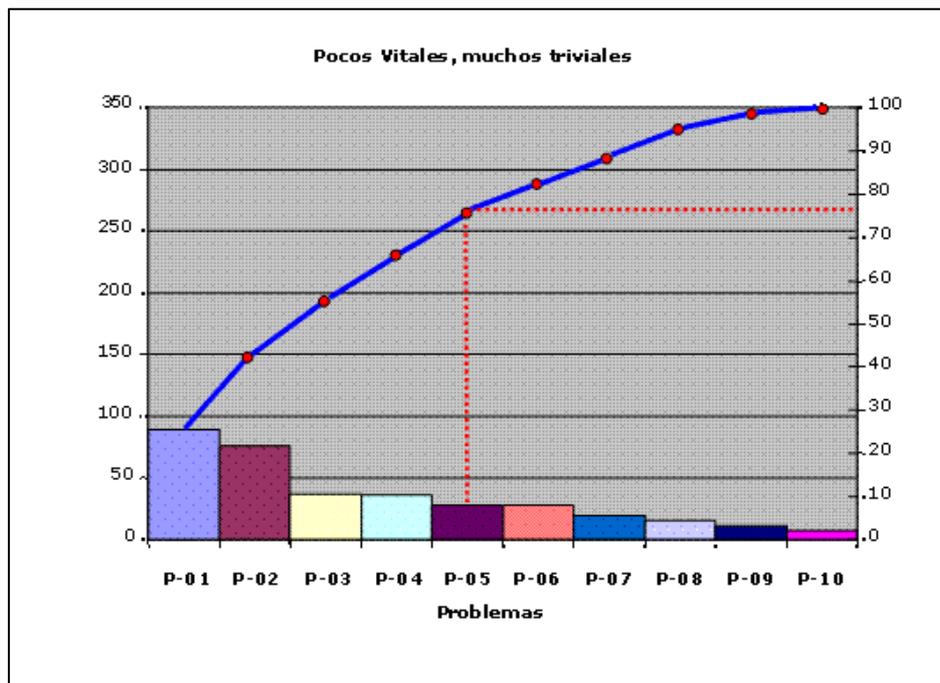


Figura 2.1. Diagrama de Pareto, (Huerta Navarro, 2008).

Análisis causal.

Una vez que un determinado problema ha sido identificado, se lleva a cabo un análisis causal para identificar las causas raíz que lo producen. De esto modo, se puede construir un plan de acción correctivo para solucionarlo y prevenir problemas similares en el futuro. (Navarrete, 2011) Se puede llevar a cabo de varias maneras, combinando de manera estructurada herramientas cualitativas y/o cuantitativas, como son: hojas de verificación, histogramas, diagrama de Pareto, diagrama de espina de pescado, lluvia de ideas, técnica de grupo nominal, diagramas de flujo, entre otras (Navarrete, 2011).

Diagrama de espina de pescado.

Herramienta utilizada dentro del análisis causal, también conocida como diagrama de causa y efecto. Fue desarrollada por Ishikawa, como una

herramienta para el control de calidad. Consiste en identificar los factores (causas) que generan un determinado problema (efecto), ubicando al problema en la “cabeza de pescado”, mientras las causas se van acomodando alrededor de la “espina de pescado”, conectada a su cabeza. El diagrama puede tener varios niveles de ramificación, como se muestra en la Figura 2.2, proporcionando una visión global del problema y todas sus posibles causas. También es útil para vislumbrar posibles soluciones al problema (Niebel & Freivalds, 2004).

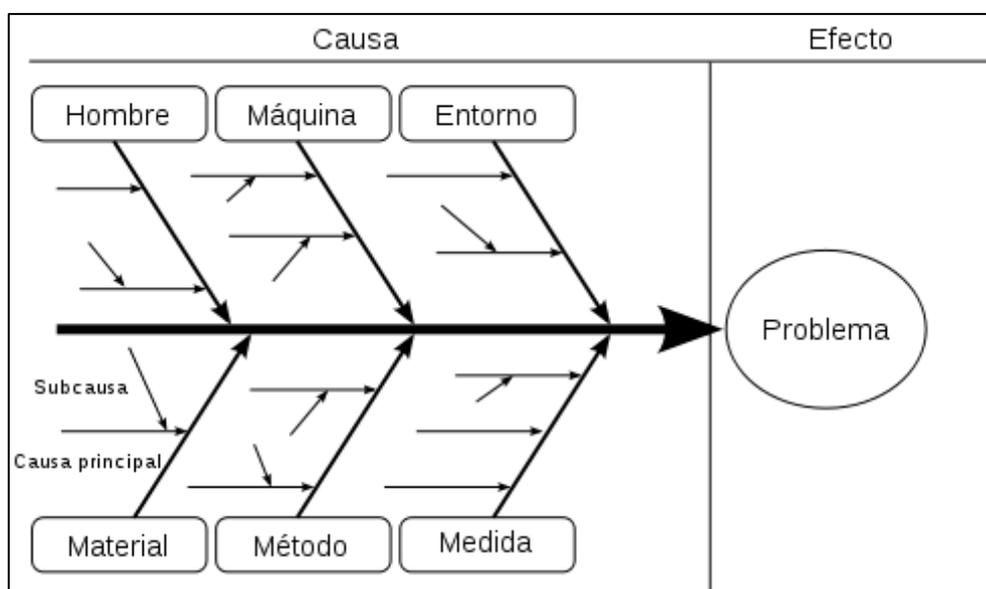


Figura 2.2. Diagrama de espina de pescado, (Borrego, 2009).

Montgomery (2007) enumera los siguientes pasos para construir un diagrama de espina de pescado:

1. Definición del problema a ser analizado.
2. Lluvia de ideas para definir las causas potenciales.
3. Trazar el rectángulo del problema y la línea central.
4. Especificar las categorías principales de las posibles causas y ubicarlas como rectángulos conectados con la línea central.

5. Identificar las causas posibles y clasificarlas dentro de las categorías del paso 4.
6. Escoger las causas que tienen mayor incidencia en el problema.
7. Establecer acciones correctivas.

Diseño de la red de cadena de suministro.

Durante el diseño de la red de una cadena de suministro, se deben tomar una serie de decisiones para responder a las siguientes pregunta: qué instalaciones se utilizarán, qué rol desempeña cada instalación, dónde deben localizarse las instalaciones, cuál debe ser su capacidad, las configuraciones de transporte entre ellas, y finalmente, a qué mercados ó clientes atiende cada instalación. Estas decisiones tienen un gran impacto en el desempeño global de la cadena y es común que un rediseño óptimo de esta red, genere entre un 5% y 15% de ahorro anual en costos logísticos (Ballou, 2004).

Existen una serie de factores que deben considerarse para tomar decisiones relacionadas con la configuración de la red. Para empezar debe tomarse en cuenta factores estratégicos de la empresa, tales como su estrategia competitiva (costos, capacidad de respuesta, entre otros). Otro factor que influye es el costo de la tecnología que utiliza la empresa, pues puede determinar el costo de instalar las facilidades de producción y por tanto su número total en la red (Chopra & Meindl, 2007).

También hay que tomar en cuenta dos factores completamente independiente de la organización en sí misma: políticos y macroeconómicos. Estos últimos pueden producir incentivos o restricciones, dependiendo del caso,

para ubicar una determinada instalación en un país. Por ejemplo pueden presentar una posibilidad de ahorro por los impuestos locales, ó al contrario ser un riesgo dada la poca estabilidad política del país en cuestión (Chopra & Meindl, 2007).

Finalmente, debe tomarse en cuenta la infraestructura de cada área a ser considerada, así como la localización y configuración de la red de la competencia. Todos los factores anteriores, deben combinarse de tal manera que se consiga una compensación entre los costos logísticos y fijos de la red, y la capacidad de respuesta y niveles de servicio que quiera conseguir cada organización. (Chopra & Meindl, 2007)

Problemas de configuración de redes.

Para poder responder a las preguntas de cuántas localidades abrir, dónde abrirlas y a qué clientes atenderá cada una de ellas, existen una serie de modelos matemáticos que representan diferentes configuraciones de red y se pueden resolver con las diferentes técnicas propuestas dentro de la investigación de operaciones: técnicas de gráfica, compás y regla, modelos de simulación, heurísticas, modelos de optimización ó modelos de sistemas expertos (Ballou, 2004).

Durante el análisis de configuración de redes, se necesita una cantidad de información que se toma en cuenta para la toma de decisiones del análisis. Esta incluye localización de los puntos de fabricación y de demanda, localización y costos fijos de las posibles instalaciones, demanda de cada mercado y los

productos que se ofrecen, costos de transporte entre instalaciones, entre otros (Ballou, 2004).

Criterios de clasificación del problema.

Los problemas de configuración de redes, engloban a varios tipos de problemas: localización de instalaciones, asignación de la demanda, rutas de transporte, entre otros (Ballou, 2004). Todos ellos, se deben clasificar en base a varios criterios logísticos, que se presentan a continuación.

En primer lugar se debe escoger entre un horizonte de tiempo de un solo período, donde se toma las decisiones únicamente al principio de la planificación, ó un horizonte de tiempo multi-período, en el que existe una secuencia de períodos con cambios determinados, que se deben tomar en cuenta en las decisiones (Ghiani, Laporte, & Musmanno, 2004).

El siguiente criterio es si el problema busca localizar un solo tipo de instalación, o varios tipos de instalaciones. Así mismo, la cantidad de productos que se consideren, hacen que sea un problema de un solo producto ó multi-producto. La complejidad de la interacción entre instalaciones, por ejemplo si existe flujo de materiales entre fábricas, además de la distribución de producto terminado; también los clasifica en diferentes instancias (Ghiani, Laporte, & Musmanno, 2004).

De modo similar, los flujos dominantes de materiales clasifican al problema en: escalón simple, dónde solo se toma en cuenta el flujo de entrada ó el flujo de salida de la instalación; ó un problema multi-escalón, en el cual se debe balancear el flujo de materiales que entra a la instalación, con aquel que sale de la misma.

Otro aspecto importante es el de la divisibilidad de la demanda, el cual consiste en decidir si a cada punto de demanda lo atiende un solo centro o varios; clasificando al problema en uno de demanda divisible o demanda indivisible respectivamente (Ghiani, Laporte, & Musmanno, 2004).

Finalmente, el tipo de ruta que se escoja para realizar las entregas, clasifica a los problemas en problemas de ruta directa, ó problemas de localización y diseño de rutas (Ghiani, Laporte, & Musmanno, 2004).

SSCFLP.

Dentro de los modelos de localización de instalaciones y asignación de la demanda, existe uno conocido como problema de localización con instalaciones de capacidad limitada y una sola fuente de suministro ó SSCFLP por sus siglas en inglés (*Single Source Capacitated Facility Location Problem*). Este modelo es una variación del modelo más sencillo, llamado problema de localización de instalaciones, conocido como FLP por sus siglas en inglés (*Facility Location Problem*) (Ferreira Silva & Serra, 2007).

El modelo FLP considera un escenario donde una determinada serie de plantas, escogidas de un grupo de locaciones potenciales, provee un determinado producto para satisfacer las necesidades de un grupo de clientes. Existen un costo fijo relacionado con abrir cada planta y un costo de transporte para movilizar el producto desde las posibles plantas, hacia el grupo de clientes. Por ende, el modelo se concentra en encontrar una combinación que minimice el costo total de abrir un determinado grupo de las plantas potenciales y asignarles el servicio a los respectivos clientes (Ferreira Silva & Serra, 2007).

Las restricciones que aumenta el modelo SSCFLP, consisten en limitar la capacidad de cada una de las instalaciones dentro del grupo de potenciales plantas y en fijar el hecho de que cada cliente puede ser atendido por una sola planta. Estas añaden un aspecto de realidad al modelo, ya que fuentes de abastecimiento múltiples implicaría mayores costos logísticos y más flexibilidad en la operación de cada instalación (Chopra & Meindl, 2007).

La formulación del modelo considera un grupo $I = 1, \dots, m$ de clientes que deben ser atendidos desde plantas del grupo $J = 1, \dots, n$. A continuación se presenta la función objetivo y las restricciones de este modelo (Ferreira Silva & Serra, 2007).

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} X_{ij} + \sum_{j=1}^n f_j Y_j \quad (2.1)$$

s.a.

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = 1 \quad \forall i \quad (2.2)$$

$$\sum_{i=1}^m a_i X_{ij} \leq b_j Y_j \quad \forall j \quad (2.3)$$

$$X_{ij}, Y_j \in \{0,1\} \quad \forall i, \forall j \quad (2.4)$$

Dónde c_{ij} es el costo de transporte de que la planta j atienda al cliente i , f_j es el costo fijo de abrir la planta j , a_i es la demanda del cliente i y b_j es la capacidad de la planta j . Por otra parte, X_{ij} es una variable de decisión binaria que toma el valor de 1 si el cliente i es atendido por la planta j , ó 0 sino. Mientras que Y_j es la variable de decisión binaria que toma el valor de 1 si se abre la planta j , o 0 si es que no se abre (Ferreira Silva & Serra, 2007).

La ecuación (2.1) muestra la función objetivo del modelo, que busca minimizar el costo total de transporte de atender a todos los clientes desde las

plantas abiertas, más el costo fijo de abrir esas plantas. La ecuación (2.2) asegura que cada cliente sea atendido por una única planta. Mientras que la ecuación (2.3) asegura que la demanda que suple cada planta no exceda su capacidad, además de asegurar que se asignen clientes únicamente a las plantas abiertas durante la resolución del modelo. Finalmente, la ecuación (2.4) determina que las variables de decisión sean binarias (Ferreira Silva & Serra, 2007).

Templado simulado.

La técnica de templado simulado, es una metaheurística ampliamente utilizada dentro de la investigación de operaciones, como una alternativa para solucionar modelos de optimización de distintas índoles. Una metaheurística no es nada más que una heurística general, que proporciona una estructura general, así como criterios estratégicos para desarrollar una heurística que se ajuste a un problema en particular (Hillier & Lieberman, 2006).

Esta técnica permite que algoritmos que utilizan técnicas de gradiente descendente en la búsqueda de soluciones óptimas, no se estaquen en óptimos locales generados por el sesgo de la configuración inicial del problema (Tompkins, White, Bozer, & Tanchoco, 2003). Tiene esta capacidad, dado que puede aceptar soluciones “no óptimas” (controlado por una probabilidad), de modo que al inicio del algoritmo se amplíe la región factible de exploración (Hillier & Lieberman, 2006).

Esta metaheurística simula el proceso mecánico de templado, dónde un metal se derrite a una temperatura máxima y luego se va enfriando lentamente (de acuerdo a un calendario de enfriamiento), de tal modo que al final pase largo

tiempo a temperaturas cercanas al punto de solidificación o congelado y así consiga una estructura sólida y de configuración tal que sea el sistema con la menor energía posible (Tompkins, White, Bozer, & Tanchoco, 2003).

La analogía de este proceso con la de optimización de modelos combinatorios, es que cada solución del problema se compara con una configuración de las partículas del metal templado. De este modo, la función objetivo (ya sea maximización o minimización) se puede ver como la energía total del sistema que busca ser minimizada a través de una determinada configuración de sus partículas (Tompkins, White, Bozer, & Tanchoco, 2003).

Parámetros iniciales y regla de selección de movimiento.

Parámetros iniciales.

Para poder llevar a cabo un proceso de templado simulado, es necesario establecer algunos parámetros iniciales. En primer lugar, se debe escoger una solución inicial que puede ser cualquier configuración del sistema, pero que de preferencia se base en algún método heurístico o modelo de optimización, lo cual asegura mejores resultados al final del proceso (Hillier & Lieberman, 2006).

También se deben establecer temperaturas iniciales y finales (generalmente en función del valor inicial de la función objetivo), así como un calendario de enfriamiento y el número de iteraciones que se llevarán a cabo en cada temperatura. No existen valores establecidos para cada uno de estos parámetros, sino que se escogen en base a la experiencia de cada analista, ó también se pueden establecer en base a prueba y error al inicio del proceso. Finalmente, se debe escoger un mecanismo para generar soluciones vecinas

aleatorias, que se comparan con en base al siguiente criterio (Hillier & Lieberman, 2006).

Regla de selección de movimiento.

Una vez que se seleccionó de manera aleatoria una solución vecina a la solución actual, se debe utilizar la siguiente regla para saber si aceptar o no la nueva solución. Dónde Z_c es el valor de la función objetivo con la solución actual, Z_n es el valor de la función objetivo con la solución vecina de prueba y T es la temperatura actual, parámetro que establece la tendencia de aceptar o rechazar una solución no óptima a la actual (Hillier & Lieberman, 2006).

Dependiendo de si el objetivo es maximizar o minimizar, deben invertirse los operadores en las siguientes ecuaciones, pero para minimización el criterio es el siguiente. Si $Z_n \leq Z_c$, aceptar la nueva solución, de lo contrario si $Z_n > Z_c$, calcular la siguiente probabilidad de Boltzmann: $B = e^{\frac{Z_c - Z_n}{T}}$. Finalmente, comparar el valor B obtenido, con un número aleatorio generado entre 0 y 1. Si B es mayor que el número aleatorio, la solución no óptima se acepta; caso contrario se rechaza (Hillier & Lieberman, 2006).

Algoritmo de templado simulado.

Hillier y Lieberman (2006) presentan el siguiente algoritmo de templado simulado básico, que se puede aplicar a cualquier problema de optimización:

Paso inicial: comenzar con una solución de prueba inicial.

Iteración: utilizar la regla de selección de movimiento para elegir la próxima solución de prueba. En caso de que no se acepte ninguna solución vecina, se termina el algoritmo.

Verificación del programa de temperatura: realizar el número de iteraciones establecidas en el valor actual de T. Después disminuir a la siguiente T y reiniciar las iteraciones en el nuevo valor.

Regla de detención: detener el algoritmo si es que ya se han realizado toda las iteraciones en todas las temperaturas del programa, ó también si no se aceptó ninguna solución vecina de la solución de prueba actual. Se escoge la mejor solución obtenida en cualquiera de las iteraciones del proceso.

Programación entera binaria.

Este tipo de programación forma parte de la programación entera, que se utiliza dentro de la investigación de operaciones cuando las variables de decisión dentro de un modelo deben tomar valores enteros y por lo tanto no pueden ser resueltos con programación lineal, sujeta al supuesto de divisibilidad (Hillier & Lieberman, 2006).

La programación entera binaria, llamada PEB de ahora en adelante, se utiliza específicamente para responder a preguntas de sí o no. Por ejemplo si se debe o no localizar una instalación en un determinado sitio, o si se debe escoger un proyecto específico. Representa este tipo de decisiones utilizando variables de decisión binarias dentro del modelo, es decir que pueden tomar únicamente los valores 0 o 1. De modo que la variable de decisión x_j es 1 cuando la decisión j es sí, ó es igual a 0 cuando la decisión j es no (Hillier & Lieberman, 2006).

Dentro de las aplicaciones de la programación PEB, se encuentran los modelos de diseño de red de cadena de suministro, por ejemplo aquellos que diseñan la red de distribución y producción de una organización. Finalmente, es

importante señalar que los modelos PEB pueden ser resueltos dentro del complemento Solver de Excel, señalando dentro de las restricciones qué variables son binarias y siempre y cuando no se exceda la capacidad de cálculo del complemento (Hillier & Lieberman, 2006).

Revisión de la literatura

Aplicación del modelo SCOR en países en vías de desarrollo.

El marco de aplicación del modelo de referencia SCOR, así como la evaluación comparativa disponible para sus miembros, deriva en su mayoría, de la experiencia e información de empresas ubicadas en países del primer mundo. Es por esto que Georgise, Thoben y Seifert (2012), investigan la adaptabilidad del modelo en países en vías de desarrollo, a través de la revisión de la literatura dedicada a la investigación del tema.

Primeramente, resaltan que desde hace ya varios años, la industria de países en vías de desarrollo forma parte del mercado globalizado actual. Por este motivo, necesitan desarrollar prácticas de negocio que permitan que su cadena de suministro sea competitiva dentro del mercado mundial. Sin embargo, la mayoría de prácticas, modelos y metodologías enfocadas a conseguir un mejor desempeño de cadena de suministro, han sido desarrolladas en base a las características de negocios de países desarrollados (Georgise, Thobe, & Seifert, 2012).

En consecuencia, al ser SCOR uno de los modelos más utilizados en el mundo para evaluar y diseñar estrategias de mejora para la cadena de suministro; se debe estudiar su adaptabilidad a las condiciones de aquellos países en vías de

desarrollo. Con este fin, los autores enumeran algunas de las dificultades que enfrentan las empresas de los países de interés, en comparación con las de países desarrollados.

En primer lugar, las industrias deben trabajar con una infraestructura física, técnica y tecnológica más débil, que añade incertidumbre a lo largo de toda la cadena. Así mismo, los recursos son limitados y muchas veces las operaciones de la cadena de suministro se hacen de forma semiautomática ó manualmente. A esto se añade el hecho, de que el acceso a personal calificado y con experiencia es más escaso. Por lo cual la implementación de técnicas de mejora clave, como sistemas de medición del desempeño, se dificulta por la misma estructura y cultura organizacional de las empresas (Georgise, Thobe, & Seifert, 2012).

Posteriormente, los autores realizan una revisión de la literatura asociada a la adaptación y aplicación del modelo SCOR en industrias de países en vías de desarrollo. Estos trabajos de investigación, presentan diferentes formas de utilizar el marco de SCOR, uniéndolo con otras técnicas ó cambiando ciertos aspectos del modelo que permitan adaptarlo a la realidad del país e industria del caso . Se discute la literatura desarrollada para cinco sectores principales: industria manufacturera, industria de servicios, militar, sistemas de información geográfica y tecnologías de información, logística y por último, colaboración dentro de la cadena de suministro (Georgise, Thobe, & Seifert, 2012).

Finalmente, concluyen que sí existen mecanismos para adaptar el modelo de referencia SCOR, a lo largo de diferentes industrias de países en vías de desarrollo. En su mayoría, esto se consiguió realizando primero un análisis del proceso de negocio; para después seleccionar y determinar medidas de

desempeño que se adapten a sus respectivas características. Por este motivo, la aplicación y adaptación del modelo SCOR, representa sin duda una posibilidad de mejora para las empresas en cuestión (Georgise, Thobe, & Seifert, 2012).

Localización de centros de distribución.

En su trabajo publicado el año 2006, Rabello y Fares (2006) investigan el uso de la metaheurística de templado simulado para resolver problemas de localización de centros de distribución. En primer lugar, señalan que la localización de centros de distribución es un problema np-complejo, de tal manera que solo problemas pequeños pueden resolverse usando modelos de optimización. Por lo tanto, se pueden resolver problemas de gran escala dividiendo el problema por secciones, ó también utilizando técnicas heurísticas y metaheurísticas (Vallim Filho & Fares Gualda, 2006).

A continuación, los autores especifican que utilizarán la técnica de templado simulado para resolver el problema de localización de centros de distribución y así aumentar valor en la cadena de suministro. Como parte de esta técnica, escogieron una serie de nodos dentro de la red como posibles soluciones de localización, por ser los “mejores candidatos”. Así mismo, utilizaron estos candidatos dentro de un modelo de programación entera mixta, para comparar sus resultados con aquellos del templado simulado (Vallim Filho & Fares Gualda, 2006).

Después los autores explican en qué consiste el templado simulado (ver el marco teórico de esta tesis) y su respectiva aplicación en la localización de centros de distribución. Escogieron este enfoque, ya que anteriormente produjo

buenos resultados con problemas similares como son los problemas p-centro y p-mediano. Para comenzar, definieron la siguiente función objetivo, que minimiza los costos de transporte y de abrir cada uno de los centros de distribución (Vallim Filho & Fares Gualda, 2006):

$$\text{Min} \quad \sum_{i,k} c_{ik}x_{ik} + \sum_{k,j} c_{kj}D_jy_{kj} + \sum_k f_kY_k \quad (2.5)$$

dónde i es el índice para los I puntos de producción, j es el índice de las J regiones de demanda y k es el índice para los K centros de distribución. Los costos serían c_{ik} , que es el costo unitario de transporte entre la región de producción i y el centro de distribución k ; c_{kj} en cambio es el costo unitario de distribución entre el centro de distribución k y la región de demanda j , finalmente f_k representa el costo fijo asociado con cada centro de distribución (Vallim Filho & Fares Gualda, 2006).

Además x_{ik} es el flujo de productos entre la región de producción i y el centro de distribución k , mientras que D_j es la demanda de cada región j . Por último, están las variables de decisión y_{kj} , que determina si el centro de distribución k atiende o no a la región de demanda j ; y Y_k que define si se abre o no el centro k (Vallim Filho & Fares Gualda, 2006).

Una vez que establecieron la función objetivo y su solución inicial, explican su proceso iterativo para resolver el problema. El proceso comienza determinando una solución inicial y después escogen una solución vecina aleatoria. Esta nueva solución puede significar que una región de demanda sea atendida por otro centro de distribución, ó que se abra un centro de distribución diferente. Una vez que se estableció a qué puntos de demanda sirve cada centro de distribución, se calcula la demanda total que debe suplir esta instalación. Finalmente, se corre un modelo

de transporte para asignar regiones de producción a centros de distribución. De este modo, el proceso se convierte en una iteración híbrida entre templado simulado y optimización por medio de programación lineal (Vallim Filho & Fares Gualda, 2006).

Con el fin de probar que la técnica propuesta es válida, los autores resolvieron un problema experimental con tres mecanismos diferentes: templado simulado, programación lineal entera mixta agregada y programación lineal entera mixta desagregada. De esta manera comprobaron que la metaheurística desarrollada daba resultados lo suficientemente buenos como para utilizarla en la práctica (Vallim Filho & Fares Gualda, 2006).

A continuación, utilizaron la técnica híbrida para resolver un problema real con 230 puntos de demanda repartidos en 3 estados de Brasil, en un área de 600 km por 1000 km. Al mismo tiempo, resolvieron un modelo de programación entera mixta y corrieron los 2 modelos con distintas cantidades de centros de distribución para comparar sus resultados. Al final, obtuvieron mejores resultados con el templado simulado híbrido; comprobando además, que la localización escogida para los centros de distribución, probaba ser muy efectiva por estar bien repartidos en toda el área de estudio (Vallim Filho & Fares Gualda, 2006).

Para terminar, Vallim y Fares (2006) concluyen que el templado simulado híbrido es una técnica válida y muy útil para resolver problemas complejos, como son los de localización de centros de distribución. Además, permitiría solucionar problemas reales de gran escala, teniendo en cuenta costos logísticos, así como niveles de servicio al cliente (Vallim Filho & Fares Gualda, 2006).

CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN DEL MERCADO DE PALMA AFRICANA, EPACEM S.A. Y SU CADENA DE SUMINISTRO

El mercado de palma africana

Generalidades a nivel mundial.

El aceite de palma africana es el que más se consume y comercializa, dentro del grupo de aceites y grasas que se producen en el mundo. La producción y comercialización del mismo, está dominada por dos países asiáticos: Malasia e Indonesia (Oil World Annual, 2012). Juntos, son dueños de casi el 80% del mercado, cómo se puede observar en la Figura 3.1 a continuación, y por tanto son quienes dictan el precio de la tonelada de palma a nivel mundial. Sin embargo, desde el año 2007, este valor se ve directamente afectado por el precio del petróleo, ya que entre el 30% y el 35% de toda la producción de palma africana se usa para elaborar biodiesel (Salgado, 2013).

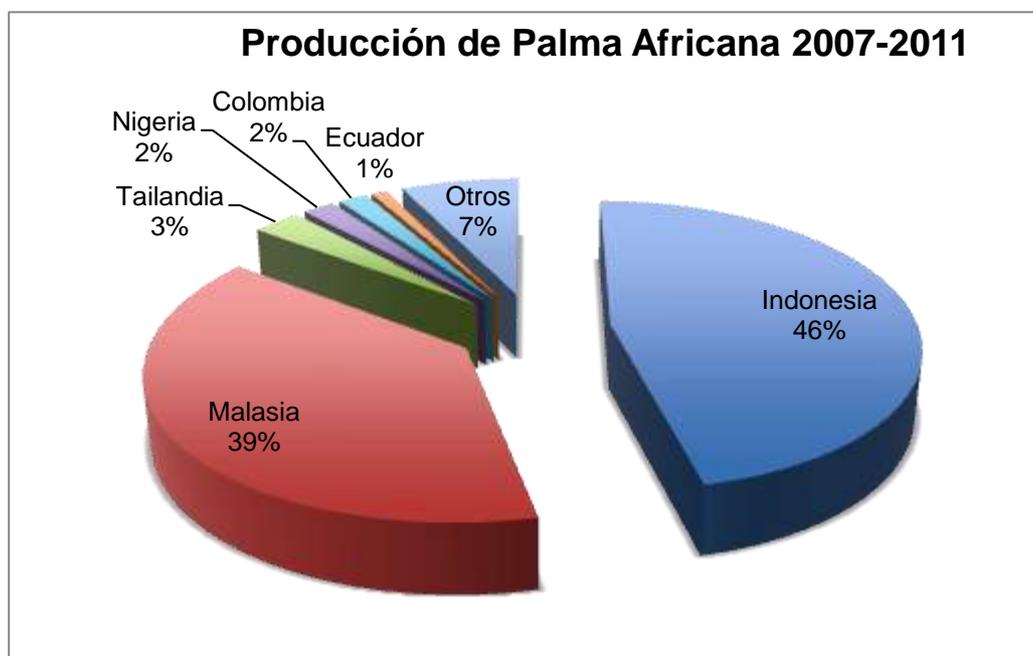


Figura 3.1. Producción de palma africana por países años 2007–2011, (Elaboración propia, datos obtenidos del Oil World Annual, 2012).

Durante los últimos 6 años, la tendencia de consumo ha sido al alza, principalmente debido al crecimiento de las economías emergentes más grandes del mundo: China e India (Salgado, 2013). Sin embargo, se observa que a lo largo del año 2012 la tasa de crecimiento disminuyó, sin por esto dejar de incrementarse su consumo y producción, manteniéndose líder dentro del grupo de aceites y grasas (Oil World ISTA Mielke GmbH, 2013).

La palma africana en Ecuador.

Ecuador produce el 1% de la palma africana a nivel mundial (ver Figura 3.1), lo que le posiciona como el séptimo productor del mundo. Es el segundo país en Latinoamérica, pues le sigue a Colombia, que produce el doble y se encuentra antes que Perú, que produce la décima parte que Ecuador (Salgado, 2013).

Existen 5 empresas principales, productoras y procesadoras de aceite de palma africana: La Fabril, Ales, Danec, EPACEM S.A. y Oliojoya; mencionadas de la más grande a la más pequeña respectivamente. Estas empresas producen más de la demanda nacional de aceite de palma para consumo, por lo que una considerable cantidad de su producción se destina a exportación (Salgado, 2013).

El tener una buena capacidad de exportación, ha hecho que el Ecuador tenga una ventaja competitiva dentro de la región, ya que ha podido absorber mercados que otros países tuvieron que abandonar, pues tuvieron que destinar su producción a la elaboración de biodiesel, como medida obligatorio de sus gobiernos. Sin embargo, esta es una ventaja que no está asegurada en un futuro,

pues se espera que en el Ecuador se tomen medidas similares sobre la producción de combustible renovable (Dueñas, 2012).

EPACEM S.A.

En el Capítulo 1 de esta tesis, se realizó una breve descripción de EPACEM S.A. y su actividad dentro del sector palmicultor del Ecuador. Sin embargo, con el fin de entender la organización a mayor profundidad, a continuación se presenta el marco estratégico, su estructura organizacional y los procesos que se llevan a cabo dentro de esta empresa.

Marco estratégico.

Visión.

“Una empresa de generación rentable de energía a través del cultivo, extracción, refinamiento y comercialización de oleaginosas y productos de limpieza” (EPACEM S.A., 2012).

Misión.

“Ser la mejor alternativa del mercado nacional e internacional en oleaginosas, desarrollando ofertas de valor agregado para nuestros clientes, asegurando calidad en nuestros productos, acompañado de una gestión efectiva y eficiente” (EPACEM S.A., 2012).

Valores.

Trabajo en equipo: el complemento de cualidades en un equipo debe ser más que la suma simple de destrezas individuales.

Exigencia personal: auto-motivación para lograr grandes retos personales y profesionales con alto trabajo.

Honestidad: como base de todas nuestras acciones y expresiones, sabiendo reconocer los errores propios, misma que incluye la transparencia y sinceridad en la comunicación oportuna de información interna.

Actitud positiva: aceptar la diferencia de criterios que pueden existir, apoyando a nuevos criterios y rompiendo paradigmas.

Respeto al medio ambiente y a la sociedad. (EPACEM S.A., 2012)

Estructura organizacional.

A lo largo del último año, EPACEM S.A. ha sido parte de un proceso de reestructuración organizacional, que abarca toda su operación. Este cambio responde al crecimiento de la operación de la empresa, que ha hecho que la estructura anterior no pueda soportar el nuevo nivel de actividad de la organización (Arcos, 2013)

El organigrama que se presenta en el Anexo 1, es el organigrama documentado dentro del Sistema de Gestión de Calidad actualmente. En este organigrama, se observa que toda la actividad de la empresa que no era comercial y de producción, recaía sobre una sola persona: el Director Financiero Administrativo. Motivo por el cuál, al crecer la organización, debió reestructurarse este cargo en varias gerencias, para que las responsabilidades estén mejor repartidas (Arcos, 2013).

El nuevo organigrama de EPACEM S.A., se encuentra actualmente en proceso de revisión para ser aprobado. Sin embargo, un borrador proveído por el

Director de Talento Humano, Javier Arcos, se presenta en el Anexo 2, con el fin de que se pueda entender el trabajo realizado en la tesis, dentro de la estructura actual de la empresa.

La nueva estructura se basa en un sistema de cuatro Directores bajo la Gerencia General, que manejen respectivamente las gerencias de marketing, ventas, recursos humanos, operaciones, plantaciones, financiera y administrativa. Así mismo, este organigrama proyecta lo que sería la estructura de EPACEM S.A., en un futuro con vistas de crecimiento. Es por esto que se pueden observar puestos aún vacantes (Arcos, 2013).

Mapas de procesos de EPACEM S.A..

Una de las herramientas clave para el entendimiento de la situación actual de la empresa, fue el levantamiento de procesos. Este se realizó con el fin de entender detalladamente la organización y poder asegurar que los esfuerzos de este proyecto se ajusten a una adecuada realidad de lo que es EPACEM S.A. A continuación se presentan los tres primeros niveles de procesos de la empresa, basados en la herramienta de diagramas ICOM's.

Nivel 0 de procesos.

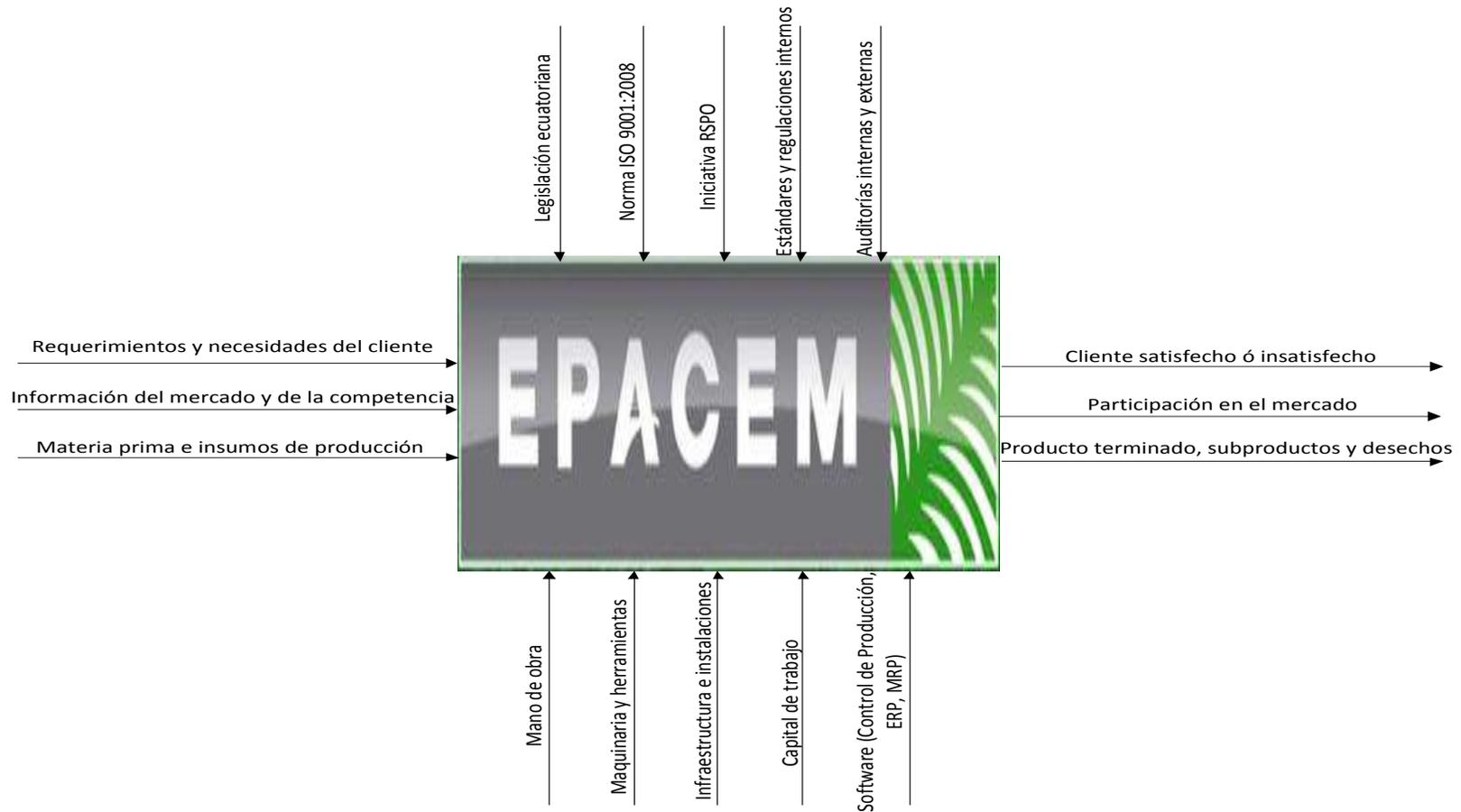


Figura 3.2. Mapa de procesos de EPACEM S.A. - Nivel 0, (Elaboración propia).

Nivel 1 de procesos.

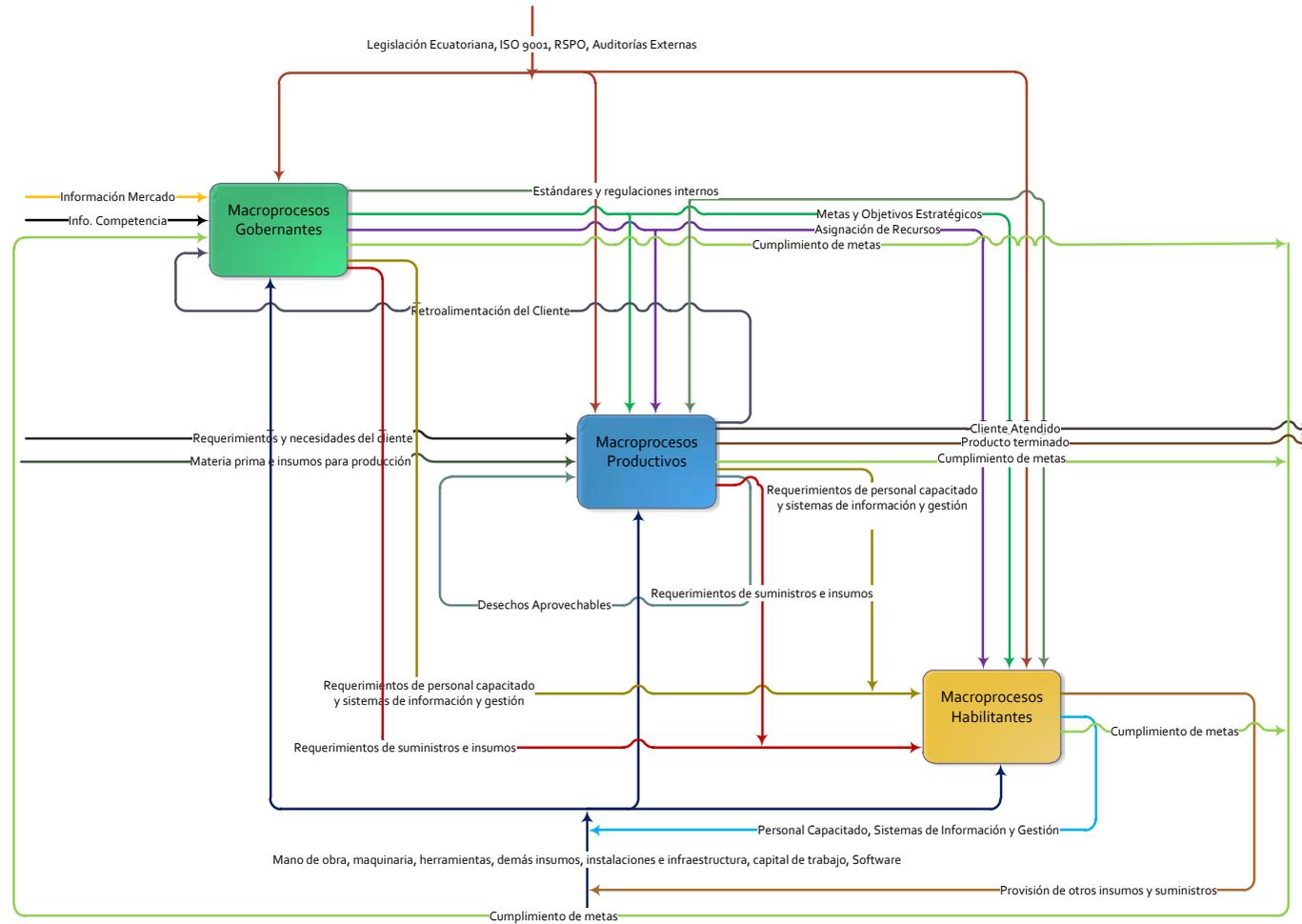


Figura 3.3. Mapa de procesos de EPACEM S.A. - Nivel 1, (Elaboración propia).

Nivel 2 de procesos.

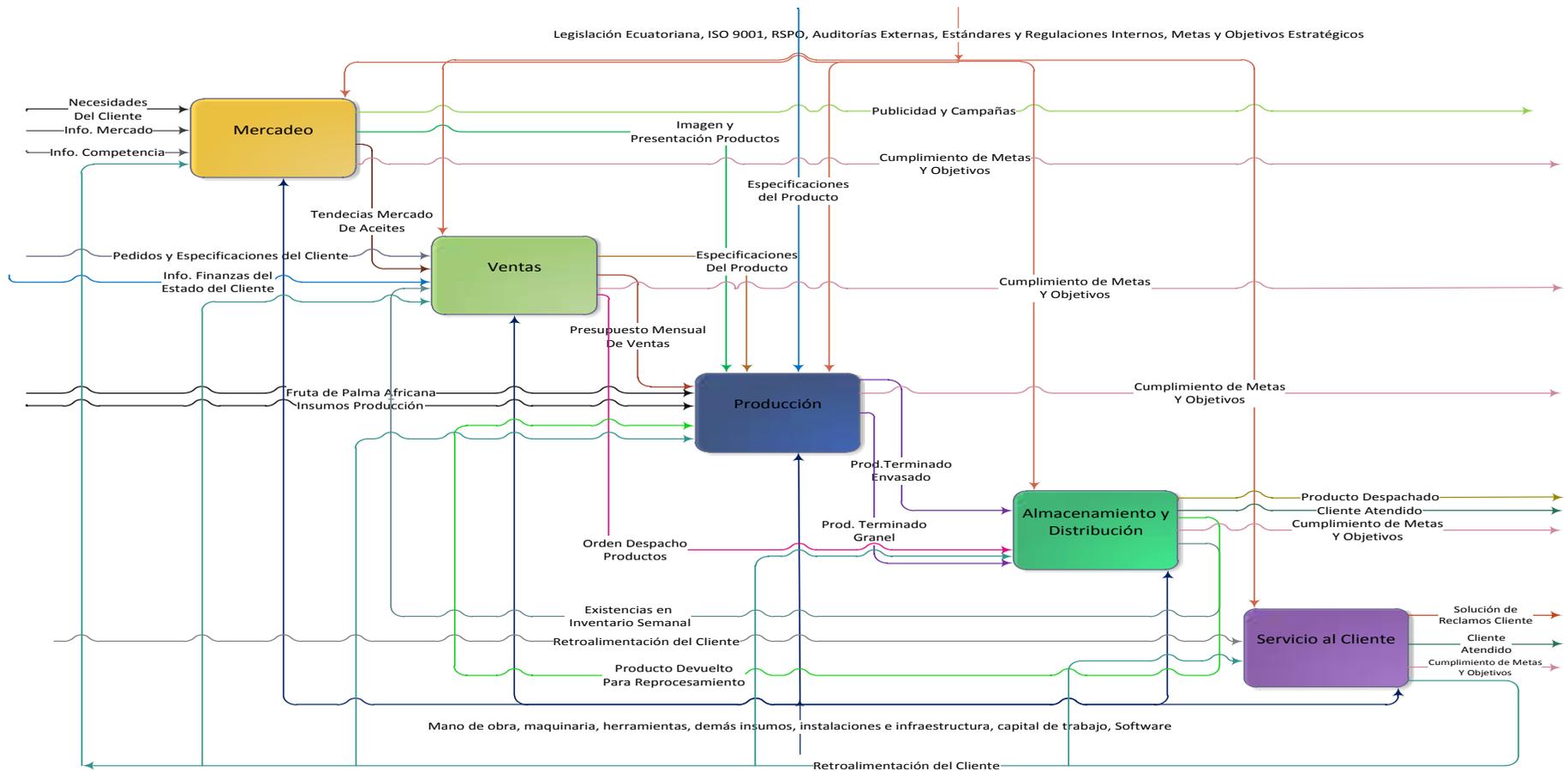


Figura 3.4. Mapa de procesos de EPACEM S.A. - Nivel 2, (Elaboración propia).

Cadena de valor.

A continuación se presenta la cadena de valor de EPACEM S.A., que está documentada en el Sistema de Gestión de Calidad de la empresa.

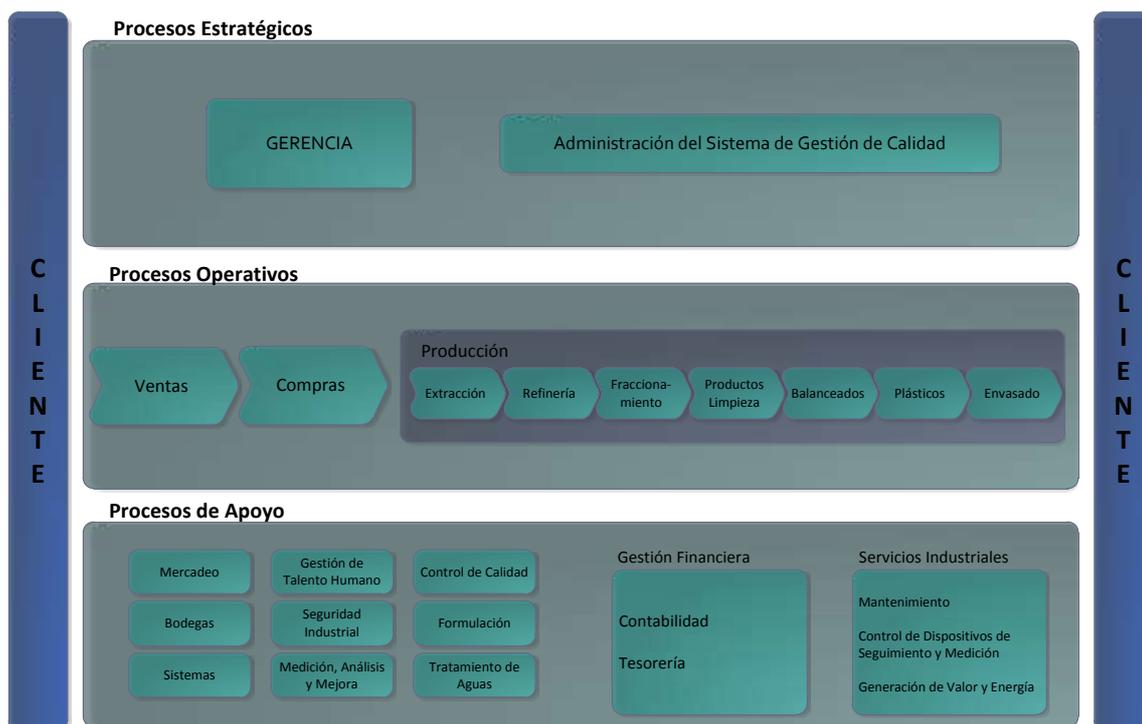


Figura 3.5. Cadena de valor de EPACEM S.A. documentada en el sistema de gestión de calidad de la empresa, (Elaboración propia, fuente: SGC EPACEM S.A.).

Sin embargo, esta cadena de valor presenta algunas discrepancias de concepto con el levantamiento de procesos realizado anteriormente. Específicamente, es diferente la definición de qué debe ser un proceso de apoyo y qué es un proceso operativo. Dentro de la concepción utilizada a lo largo de este trabajo, los procesos operativos son todos aquellos que tienen contacto con el cliente externo. Por este motivo, se elaboró una nueva cadena de valor, donde se pueda observar esta distinción en la clasificación de los procesos, pero que no

deje de ajustarse a las concepciones personales de la empresa. A continuación se presenta esta segunda cadena de valor.

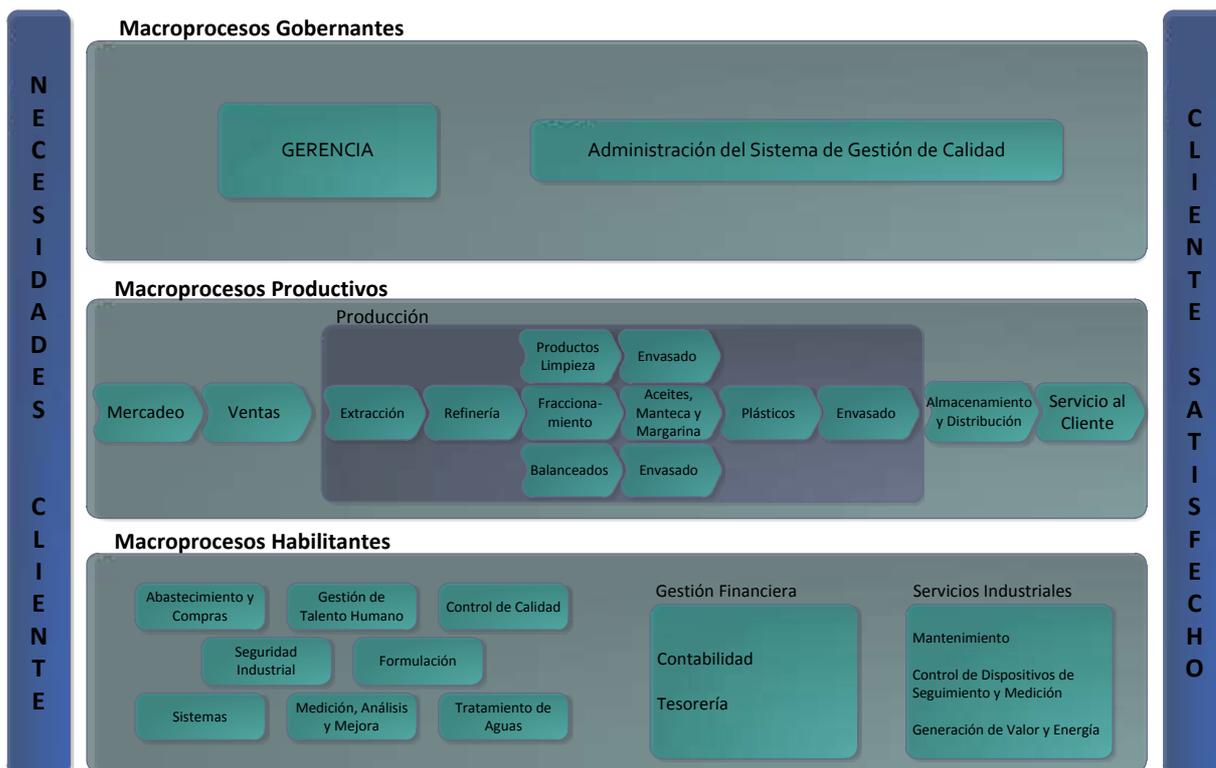


Figura 3.6. Cadena de valor de EPACEM S.A., (Elaboración propia).

Productos.

EPACEM S.A. ofrece tres grandes categorías de productos: productos industriales que se venden al granel, productos para el hogar y la pequeña industria y grasas pasantes. A continuación se presenta cada producto y sus presentaciones a detalle (Canchiña, 2012).

Productos industriales.

Aceite crudo de palma.

Es el aceite rojo, producto de la primera extracción de aceite de la pepa fruto de palma africana.

Aceite crudo de palmiste.

Es la primera extracción de aceite que se obtiene de la almendra de la nuez de coco, ubicada en el interior del fruto de palma africana.

Aceite de palma refinado.

Es el aceite que se obtiene después del proceso de refinamiento del aceite crudo, también conocido como RBD y se usa para comestibles ó como materia prima de otros procesos industriales.

Oleína refinada.

Es aceite líquido, comestible al 100%, que permite comercialización directa en climas templados y cálidos. Se utiliza sobretodo en frituras en el sector industrial.

Estearina refinada.

Manteca 100% vegetal que se utiliza en la industria galletera y de panificación, así como en la elaboración de jabones de tocador y de barra.

Ácido graso.

Subproducto del proceso de refinamiento, que se utiliza en la elaboración de jabones de lavar.

Nuez de palmiste.

Coco interior del fruto de palma africana, que se obtiene como un subproducto del proceso de extracción y se vende al granel a diferentes industrias.

Pasta de palmiste.

Pasta extraída de la almendra del palmiste, coco interior del fruto de palma africana.

Productos para el hogar y la pequeña industria.

Manteca vegetal.

Es una emulsión de agua en grasa, obtenida de los conglomerados de glóbulos grasos presentes en la estearina. Este producto tiene una diferente composición de acuerdo a la región de venta, sea Costa o Sierra. Manejan 3 marcas con una serie de presentaciones: Súper (Bloque de 3 kg en cajas de 8 unidades, Bloque de 15 kg, Bloque de 50 kg, Baldes de 15 y 9 kg), Criolla (mismas presentaciones que la marca Súper excepto por el Bloque de 15 kg) y Suprema (Bloque de 3 kg en caja de 8 unidades, Bloque de 50 kg, Balde de 15 kg).

Margarina para panadería.

Margarina para uso industrial, sobre todo de panaderías, que tiene una diferente composición dependiendo del clima cálido o templado, es decir para las regiones Sierra y Costa del país.

Margarina vegetal.

Margarina 100% vegetal presentada con dos marcas, Margarina Suprema y Mantequina, ambas con presentaciones de bloques de 15 kg y 50 kg y en cajas con 27 minitazonas de ½ kg.

Margarina POP OIL.

Margarina 100% vegetal, en presentación líquida, que viene en cajas de 4 galones.

Aceite vegetal.

Aceite obtenido al 100% de palma africana, que se comercializa bajo tres marcas diferentes: Aceite Súper, Aceite Supremo y Aceite Festival. Las dos primeras marcas manejan las mismas presentaciones (Botella 900 cc X 15 unidades, Funda 1 litro x 12 unidades, Funda ½ litro. x 24 unidades, Funda \$1, Funda \$0.50 y Caneca de 20 litros.), con diferente composición para las regiones Costa y Sierra del país. Por otro lado, la marca Festival tiene menos presentaciones (Botella 900 cc X 15 unidades, Funda 1 litro x 12 unidades y Caneca de 20 litros), pero no presenta distinción entre regiones.

Jabón.

EPACEM S.A. ofrece jabón en barra para lavar, en barras de 250 gr. Además ofrecen viruta de jabón al granel.

Grasas pasantes.

Este producto consiste en alimentos balanceados para ganado avícola y vacuno, que se elaboran del ácido graso derivado del proceso de refinamiento. Se vende al granel y también en bloques de 15 kg y 50 kg, bajo el nombre de Grasa Pal Pollo, Grasa Pal Muu y Grasa Pass Cass.

La cadena de suministro de EPACEM S.A.

El modelo de referencia SCOR permite analizar y mejorar la cadena de suministro de una empresa, en varios niveles de agregación horizontal de la misma. El esfuerzo de este proyecto, se concentra en el análisis de la cadena que va desde los proveedores directos de la organización, hasta los clientes directos de la misma.

Una vez definido este alcance, se procedió a realizar entrevistas con los gerentes y encargados de las diferentes áreas, para levantar la información requerida. A continuación se muestran los resultados de este trabajo, describiendo a la cadena de suministro de EPACEM S.A. a través de los elementos estructurales logísticos e inter-funcionales que definen a una cadena de suministro, definidos en el capítulo 2 de la tesis.

Instalaciones.

La actividad de EPACEM S.A. se lleva a cabo principalmente en la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas y sus alrededores. Cuenta con cinco tipos de instalaciones: tres centros de acopio, dos extractoras, una planta refinadora, dos bodega y tres oficinas. Los centros de acopio consisten en instalaciones con básculas para recibir la fruta de palma de los pequeños y medianos proveedores de la zona. El más grande se encuentra en la fábrica principal, ubicada en el Km 7 de la vía Quinindé, mientras que otros dos más pequeños se encuentran en las cercanías de Santo Domingo (Canchiña, 2012).

Las extractoras son el lugar dónde se extrae el aceite crudo rojo de palma, es decir el primer paso dentro del proceso industrial de EPACEM S.A.. La

Extractora No. 1 está localizada en la fábrica principal (Km 7 de la vía Quinindé) y la extractora Extrarríos, en el Km 20 de la vía Quevedo. La planta refinadora es parte de las instalaciones de la fábrica principal (Salgado, 2013).

Dentro del complejo de la fábrica principal, también se encuentran ubicadas las dos bodegas de la empresa: una de insumos y materiales y otra de producto terminado (Burneo, 2013). Finalmente, toda la actividad administrativa de EPACEM S.A. se lleva a cabo desde tres oficinas: Santo Domingo (localizadas en la fábrica principal), las oficinas centrales en Quito y oficinas para el personal de ventas en Guayaquil.

Inventarios.

A lo largo de la cadena de suministro de EPACEM S.A., se manejan distintos tipos de inventario. A continuación se describe brevemente en qué consiste cada uno y sus diferentes políticas de inventario.

Inventario de insumos y materiales.

Compuesto por los diferentes materiales e insumos que se utilizan a lo largo del proceso productivo de la empresa. Estos incluyen químicos, repuestos de maquinaria, cartonería para empaque y plásticos y etiquetas para envases (Cordovez, 2012). Todo este material se encuentra ubicado en la bodega de materiales e insumos, separada en dos áreas principales: cartonería (área de 300 m², con un pasillo de 2.10 m de ancho) y demás materiales (área de 215 m², con un pasillo de 1.3 m de ancho). Aparte de esta separación inicial, no existen más políticas de ubicación y manejo de este inventario en bodega (Burneo, 2013).

El departamento de logística es quién se hace cargo de esta bodega. Ellos reciben el producto de los proveedores, revisan que esté en buen estado, lo almacenan y registran sus movimientos en el sistema. Además, a lo largo del año se realizan 2 conteos completos del inventario, así como conteos parciales aleatorios de control. Finalmente, cuando reciben una Orden de Materiales de producción, envían los materiales requeridos, que se convierten así en inventario en proceso (Burneo, 2013).

Por otro lado, el departamento de compras se encarga de cada dos días, revisar los niveles de inventario en el sistema y compararlos con los niveles de seguridad establecidos para cada material. Con esta información y en base a la planificación de ventas y producción, toma la decisión de poner ó no, una Orden de Compra. Finalmente, compras también decide cómo llegará el producto a la bodega, es decir si llega como órdenes parciales ó en una sola orden, de acuerdo a la disponibilidad en bodega al momento de poner la orden (Cordovez, 2012).

Inventario de producto terminado.

Los productos que conforman este inventario, son aquellos anteriormente definidos como productos para el hogar y la pequeña industria. Una vez que producción termina el proceso de envasado y empaque, todos los productos (excepto las canecas de 20 litros) se colocan en pallets de 1.40 x 1.12 m, de acuerdo a las especificaciones de apilamiento para cada tipo de presentación y producto. Después se movilizan los pallets hasta la bodega, que tiene un área de 1200 m² y una capacidad de 400 ton, por medio de 2 tipos de coche: coches

apiladores eléctricos, que alcanzan una altura de hasta 3 metros; ó coches manuales, que pueden movilizar producto a nivel del piso (Burneo, 2013)

Dentro de la bodega en sí misma, el producto se va acomodando en las estanterías según exista disponibilidad de espacio. Esto se debe a que actualmente la bodega está excedida en un 30% de su capacidad y manejar cualquier política de ubicación por áreas ó de manejo de recolección de producto, es impracticable. Los encargados del manejo y registro de movimientos de este inventario, también son las personas del departamento de Logística. Al igual que en el caso de materiales e insumos, ellos alimentan el sistema con los niveles de inventario, sus movimientos y realizan los conteos anuales (2 completos y varios parciales aleatorios) (Burneo, 2013).

Finalmente, el personal de bodega deja de ser responsable de este inventario una vez que los pedidos de ventas son liberados y aprobados en el sistema. Para esto, el bodeguero emite una factura que entrega al jefe de estibadores, quién se encarga de realizar los despachos a los clientes respectivos (Burneo, 2013). El proceso que se lleva a cabo de ahí en adelante, forma parte del elemento estructural logístico transporte, detallado más adelante.

Es importante considerar que también existe un manejo de este inventario por parte del operador logístico contratado por EPACEM S.A., para realizar las entregas al detal en las ciudades de Quito y Guayaquil. Su operación consiste en almacenar, manejar el inventario y distribuir el producto de la empresa en las dos ciudades, según los requerimientos del equipo de ventas de EPACEM S.A.. El operador administra sus propias bodegas en cada ciudad, que se alimentan con

los productos necesarios, una vez a la semana desde la bodega de Santo Domingo (Burneo, 2013).

Inventario de materia prima y granel.

La principal materia prima que se utiliza en EPACEM S.A., es la fruta de palma africana. Como se mencionó anteriormente, esta fruta es entregada en los centros de acopio, para luego ser procesada en las respectivas extractoras. Por ser una materia muy cotizada y que determina quién es más fuerte entre los competidores del mercado, nunca se genera un inventario como tal de este producto. Es decir que se va consumiendo según va llegando a las extractoras, alimentándolas constantemente (Canchiña, 2012).

Por otro lado, sí existen inventarios de materias primas como aceite de soya, ó los diferentes subproductos y derivados que se generan a lo largo del proceso de extracción y refinamiento. Estos últimos pueden considerarse inventario en proceso en ciertos casos, ó también producto industrial al granel listo para venderse (Canchiña, 2012).

Sin embargo, el manejo de estos inventarios no se realiza de la manera convencional, cómo puede ser el manejo de una bodega; más bien se los almacena en tanques industriales, ubicados en la fábrica ó en tanques de almacenamiento en puerto (Reich, 2012). Por estas razones, no se los puede analizar bajo los mismos parámetros que los inventarios antes mencionados y se los deja fuera de este descripción inicial de la cadena de suministro.

Transporte.

Se identificaron 2 clasificaciones de transporte principales a lo largo de la cadena de suministro de EPACEM S.A.. El primero es el transporte de entrada, que consiste en movilizar fruta de palma desde los centros de acopio, hacia las extractoras. Este es un transporte bastante simple, que se realiza con una pequeña flota propia, de camiones pequeños que recorren constantemente los más o menos 30 km de distancia existentes entre todas las operaciones de producción de la empresa. Además, este mecanismo facilita que la alimentación y consumo de fruta de palma en el proceso de extracción, sea continua y no se generen cuellos de botella (Canchiña, 2012).

En segundo lugar, existe el transporte de salida, que consiste en la entrega de productos a los clientes externos de la empresa. Este varía de acuerdo a la clasificación del producto, es decir si viene en presentación con envase ó si es producto de venta al granel. A continuación se describe cada una de estas modalidades.

Transporte de producto envasado.

Todo el producto envasado que se produce en EPACEM S.A., se transporta en camiones de 10 y 15 toneladas, contratados de un grupo fijo de 10 a 12 proveedores de transporte, que deben cumplir con los estándares de seguridad y calidad determinados en las políticas de la empresa (Burneo, 2013).

El horario en el que viajan los camiones, es de 4am a 8pm, con el fin de asegurar que el chófer tenga las horas de descanso necesarias para asegurar su buena salud. Por otro lado, las rutas que pueden utilizar son 2 o 3 previamente

establecidas para cada destino. Luego, el proveedor del servicio de rastreo, controla vía satelital que el conductor cumpla con las horas de manejo y la ruta establecida (Burneo, 2013).

El departamento de logística, es quién lleva a cabo el proceso de despacho en esta modalidad de transporte, que inicia cuando un pedido es aprobado por los filtros de finanzas y ventas. A continuación, el encargado de bodegas genera una orden de despacho y busca un camión entre sus proveedores para transportar el pedido. Es importante tomar en cuenta que EPACEM, sólo toma pedidos de 10 y 15 toneladas en total, de modo que puedan utilizar toda la capacidad del camión en la entrega a un solo cliente (Burneo, 2013).

Una vez que se encontró un camión disponible, el bodeguero entrega la orden de despacho al jefe de estibadores, quien se encarga de que saquen la mercancía necesaria de bodega y carguen el camión. Mientras tanto, el bodeguero emite la factura y guía de remisión, documentación necesaria para poder despachar cada pedido (Burneo, 2013).

Finalmente, cuando el transportista llega a dónde el cliente, hace que se firme la documentación, dejando con el cliente las copias del caso. Se registra que el cliente ya recibió el producto, solamente cuando el transportista vuelve con los documentos debidamente firmados (Burneo, 2013).

Transporte de producto al granel.

Aproximadamente más del 80% del producto al granel que se vende, corresponde a exportaciones; es decir a órdenes muy grandes en cantidad (2 a 6 mil toneladas). El transporte de este producto hacia el puerto de salida del país,

se realiza paulatinamente, mientras se va construyendo un inventario que se almacena en tanques de operadores en el puerto (Reich, 2012).

Los envíos que se realizan desde la fábrica, suelen ser de 180 toneladas, transportadas por 6 tanqueros con capacidad para 30 toneladas cada uno. El departamento de logística es quién se encarga de coordinar este transporte, una vez que producción y ventas le confirman que las 180 toneladas de producto están listas para ser transportadas. Se maneja esta modalidad, por un tema de costos y disponibilidad de los tanqueros. Al igual que la flota de camiones para transporte de producto envasado, los tanqueros son tercerizados (Reich, 2012).

Una vez que se realiza la entrega del producto al operador en puerto, este reporta a la oficina central en Quito la cantidad de producto que recibió y va a ser almacenada. Finalmente, cuando se acopió todo el pedido en puerto y llega el buque que va a transportar el producto a su destino final, EPACEM se responsabiliza de movilizar su producto hasta el muelle indicado, utilizando tanqueros tercerizados (Reich, 2012).

Por otro lado, el cabotaje del producto al buque, puede o no ser responsabilidad de la empresa; esto se define en la negociación inicial con el cliente. Por último, el transporte en buque de la mercancía hasta el destino final de entrega del pedido, no es responsabilidad de la empresa y lo realiza un tercero (Reich, 2012).

En cuanto a los clientes nacionales que consumen producto al granel, el proceso se simplifica por ser órdenes más pequeñas y no tener un proceso equivalente al almacenamiento en puerto. Para este caso, simplemente se almacena en los tanques de la fábrica el producto hasta que se acumule el pedido

total, o una parte del mismo, de acuerdo al tamaño del pedido. Posteriormente, logística se encarga de conseguir los tanqueros y enviar el producto a dónde el cliente, donde será debidamente descargado (Reich, 2012).

Información.

EPACEM S.A. maneja un sistema de información llamado Protean, que conecta las operaciones a lo largo de toda la empresa y sus diferentes departamentos funcionales: finanzas, compras, ventas, producción, logística y bodegas, calidad, etc. Esto les permite llevar un registro unificado de sus pedidos, órdenes despachadas, compras aprobadas, niveles de inventario, estado financiero de cada cliente, planificación de producción a través de un MRP y demás información relacionada con su operación diaria.

Sin embargo, aunque existe este nivel de integración para la información concerniente a la operación diaria de la empresa, no sucede lo mismo con la información de desempeño frente al cliente ó la información de conocimiento de la demanda del cliente. Lamentablemente, el registro de retroalimentación por parte del cliente es muy básico. Así mismo, el proceso de planeación de la demanda que permite conocer de mejor manera los requerimientos futuros de los consumidores, es prácticamente nulo.

Aprovisionamiento de servicios.

Existen varias actividades a lo largo de la cadena de suministro de EPACEM S.A., que la empresa ha decidido tercerizar. Un gran número de estas actividades están relacionadas a su operación logística. Para empezar, toda la

entrega de producto a los clientes se hace con una flota tercerizada de camiones y tanqueros, como se explicó en elemento estructural de transporte.

También formarían parte del sistema de entrega de pedidos a los clientes, otros 2 proveedores de servicios que son el operador en puerto y el buque de carga, ambos relacionados con las exportaciones de producto al granel. Otro servicio prestado por un tercero, es el sistema de rastreo satelital utilizado en los camiones de entrega de producto envasado, que se mencionó anteriormente.

Por último, el servicio más grande que terceriza EPACEM S.A., es la entrega de pedidos para clientes al detal, ubicados en las ciudades de Quito y Guayaquil. Para ello, contratan a un operador logístico que maneja sus propias bodegas abastecidas con productos de EPACEM. Una vez que el equipo de ventas propio de la empresa toma los pedidos de estos clientes, se los envía al operador logístico, quién se encarga de la facturación y despacho de cada pedido.

Precio.

El precio de los productos que ofrece EPACEM S.A., está supeditado en gran parte a las decisiones de los países de Indonesia y Malasia, que controlan casi el 80% de la palma africana del mundo. Sin embargo, la organización utiliza un par de estrategias de precio frente a sus clientes, con el objetivo de generar un impacto positivo en su cadena de suministro.

La primera estrategia consiste en ofrecer un descuento hasta del 3% por pronto pago, a todos sus clientes. De este modo, la empresa busca lograr un mejor retorno de cartera que facilite su operación. En segundo y último lugar, se encuentra una especie de oferta por economía de escalas, la cual determina que

para cada tipo de cliente (distribuidor, minorista, autoservicio, etc.) se ofrecen más días de crédito a mayor cantidad de producto ordenado. Esta es una manera de premiar a aquellos clientes que realizan compras más grandes en la empresa (Gómez Coello, 2012).

Mapa de la cadena de suministro.

A continuación se presentan dos mapas de la cadena de suministro de EPACEM S.A., realizados con el fin de entender de mejor manera las interacciones a lo largo esta cadena. El primer mapa, presentado en la Figura 3.7, muestra los flujos de dinero, materiales e información que fluyen entre los actores de la cadena; representados por los departamentos funcionales de la empresa y los proveedores y clientes externos de la misma.

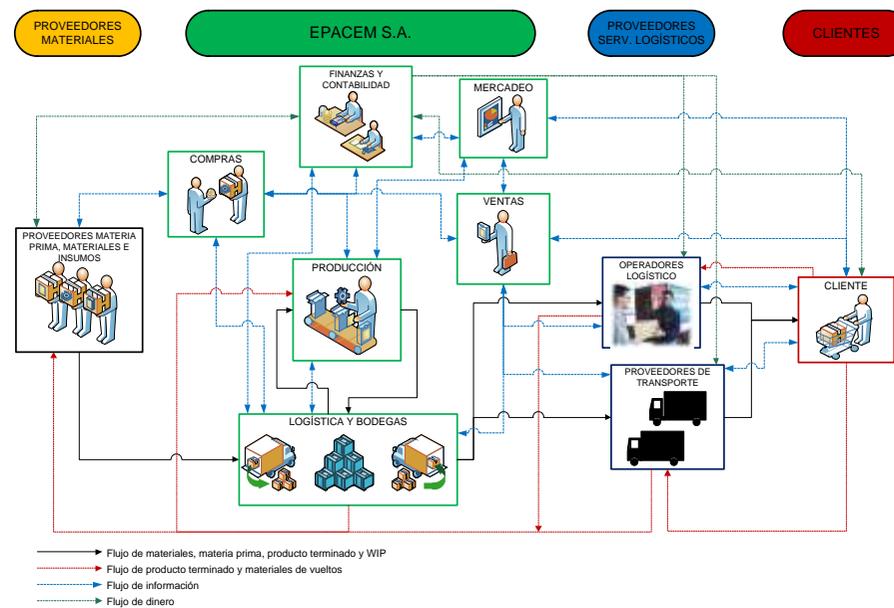


Figura 3.7. Mapa de flujos dentro de la cadena de suministro de EPACEM S.A., (Elaboración propia)

El segundo mapa, presentado en la Figura 3.8, muestra más a detalle las instalaciones involucradas en toda la cadena, así como los flujos de pedidos y entregas de materiales a lo largo de la misma.

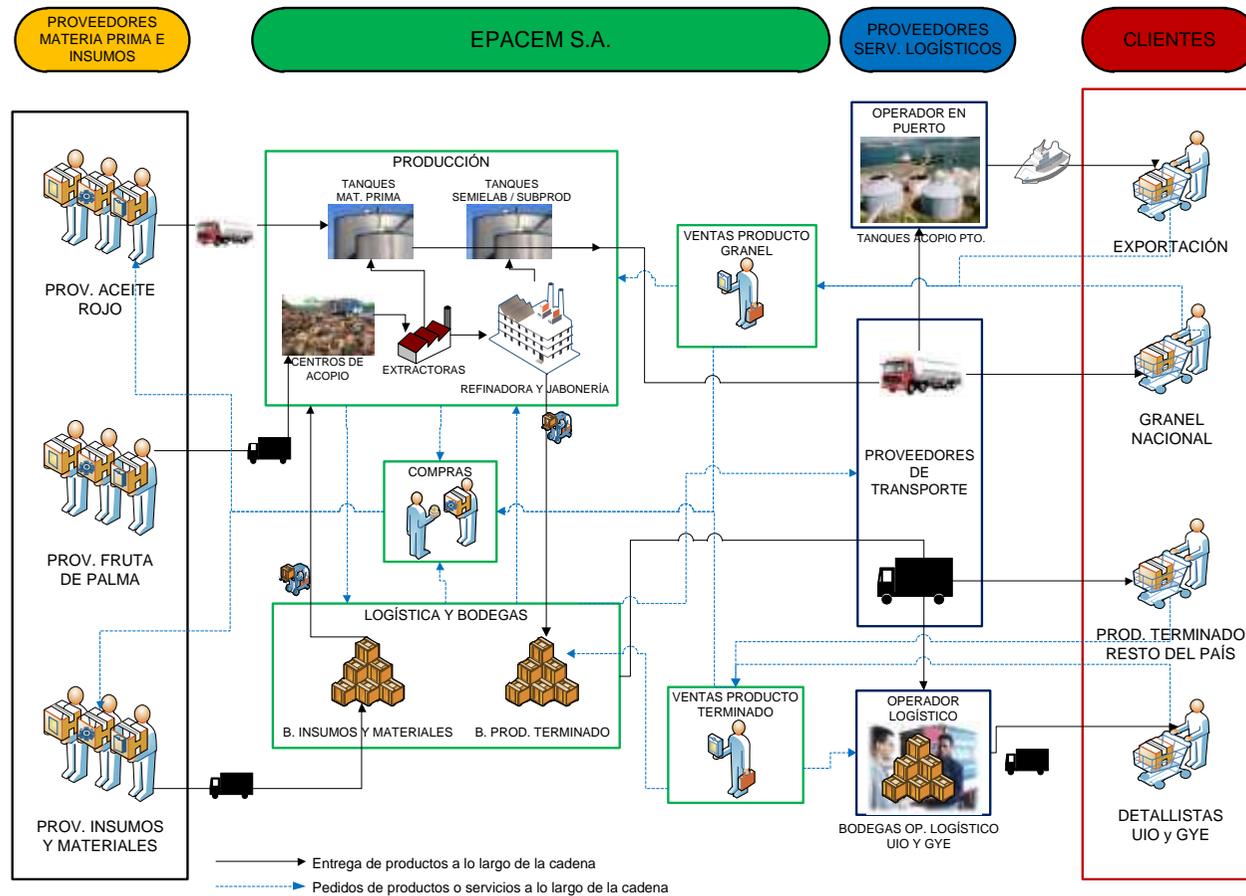


Figura 3.8. Flujo de materiales y pedidos en la cadena de suministro de EPACEM S.A., (Elaboración propia).

CAPÍTULO 4: DIAGNÓSTICO DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE EPACEM S.A.

Una vez que se logró tener un entendimiento general de la organización y su cadena de suministro, se realizó un diagnóstico de la misma, para decidir hacia dónde quiere ir la empresa y medir el rendimiento de la cadena de suministro, en función de estos objetivos. Para llevarlo a cabo, se utilizó la metodología de evaluación comparativa propuesta dentro del modelo SCOR, explicada en el marco teórico del capítulo 2.

Es importante señalar que de ahora en adelante, en este trabajo, se hace una diferenciación de nombre con las cadenas de suministro definidas por SCOR, para no tener que llamarlas cadena de suministro y así no confundirlas con la cadena de suministro macro de la empresa. Por este motivo, de ahora en adelante, las llamadas cadenas de suministro de SCOR, definidas en el capítulo 2 de la tesis, serán denominadas cadenas de valor. Tampoco deben confundirse con la cadena de valor presentada en el capítulo 3, sino simplemente tomarse como un nombre alternativo para cadena de suministro, tal y cómo la define SCOR.

Identificación de las cadenas de valor

En este primer paso, se definieron e identificaron qué cadenas de valor existen dentro de la cadena de suministro de EPACEM S.A.. Para llevar a cabo esta tarea, se trabajó con la información de ventas de los últimos 3 años, es decir 2010, 2011 y 2012. La información fue proveída por el personal de sistemas, en forma de una matriz de Excel® que contaba con más de 60,000 filas y 40 columnas de información bruta de la facturación de esos años. Por lo tanto, el

primero paso fue depurar esta información para poder obtener los clientes y productos que en realidad maneja la organización.

Esta actividad de depuración se llevó a cabo durante varias semanas. Para empezar se tuvo que eliminar toda la facturación que no era relevante para el estudio. Es decir que se eliminó todo lo concerniente a la actividad agrícola de EPACEM S.A., así como la venta de chatarra o prestaciones de servicios esporádicas y ventas a clientes sueltos; que en realidad no forman parte del giro de negocio de la organización.

Posteriormente se procedió con la eliminación de errores, pues en la información del sistema de EPACEM S.A., existían varias inconsistencias como repetición de las ciudades de venta, clasificación errónea del producto en cada factura, clasificación errónea del tipo de cliente, entre otros. Este proceso se llevó a cabo con la ayuda del personal de sistemas y ventas, validando que cada cliente esté asignado a la ciudad correcta y que las presentaciones, tipo de producto, empaque, entre otros; estén correctamente identificados.

Una vez que se obtuvo la información depurada y validada, se procedió a realizar la matriz de definición de cadenas de valor propuesta por SCOR y descrita en el capítulo 2 de la tesis. Esta matriz estaba compuesta inicialmente por 6 regiones, 7 tipos de clientes y 22 productos, generando un total de 186 cadenas de valor; a pesar de haber dejado en cada región, sólo aquellos tipos de cliente existentes para cada una de ellas. Se puede observar esta matriz a detalle en el Anexo 3, donde cada X determina una cadena caracterizada por una combinación única entre Región, Cliente y Producto.

Cuando se tiene una cantidad demasiado grandes de cadenas de valor, SCOR recomienda que se busquen similitudes y características que permitan rebajar el número de cadenas de valor dentro de la organización. Esto se debe a que algunas cadenas que en principio pueden parecer diferentes, a nivel estratégico de manejo de cadena de suministro, son bastante similares y pueden ser analizadas como una sola cadena (Francis, 2008).

Inicialmente se buscó aquellas cadenas que son menos importantes por ser muy pequeñas dentro del negocio y se determinó que las cadenas pertinentes a los productos agua y atún, debían ser eliminadas. Además se consideró que para el año 2013 se descontinúo su comercialización, mayor motivo para dejarlas fuera del alcance de este trabajo.

A continuación se hizo una revisión de los productos y cómo podían ser agregados. Se determinó que las diferentes marcas de aceite, manteca y margarina, no tienen distinción real en cuanto al segmento de mercado en el que se comercializan, por tanto se agruparon todas las marcas bajo el nombre de cada producto: aceite, manteca y margarina respectivamente.

Asimismo, el producto pasta se agrupó con los subproductos, ya que al ser pasta de palmiste, termina siendo también un producto derivado del proceso de extracción y la obtención del subproducto palmiste. De este modo los productos se redujeron de 22, a 8 familias de productos: materias primas, semielaborados, subproductos, grasas, aceite, manteca, margarina y productos de limpieza.

En cuanto a las 6 regiones que se consideraron en un principio, se las redujo a 4 en base al siguiente análisis. Primero, la región F era una región considerablemente pequeña en cuánto a volumen de ventas y representaba

apenas 2 puntos de demanda, de los 51 totales. Por tanto, considerando que eran puntos de demanda que se podían atender sin mayor esfuerzo desde sus regiones colindantes, se eliminó la región F agregando su demanda a las regiones B y D respectivamente.

Adicionalmente, las regiones D y E fueron consolidadas en una sola región D. Esto se hizo, principalmente, porque son vecinas geográficas, tienen tipos de cliente en común y juntas representan un porcentaje de demanda similar en peso, al de las regiones B y C respectivamente. Por otro lado, la región A quedó sin tocarse, ya que el tipo de cliente que existe en esta región es completamente diferente a los clientes del resto de regiones. De esta manera, las regiones para clasificar cada cadena de valor se redujeron a las regiones A, B, C y D.

En lo respectivo a los tipos de cliente, se hicieron también las siguientes reducciones. El cliente gobierno fue agregado al cliente institucional, debido a que fueron transacciones muy esporádicas y a que el tipo de producto que se le vendió, es uno que se utiliza como materia prima ó insumo de otro proceso industrial y por tanto puede clasificarse bajo la categoría de institucional.

También se consolidaron los clientes distribuidor y mayorista bajo una sola categoría, dadas las características similares que comparten. Concretamente, ambos clientes compran al por mayor los mismos tipos de producto y, aunque son diferentes en cuánto a su propia operación logística (el distribuidor llega a sus clientes con el producto, mientras que los clientes del mayorista van hacia él), no es así para la operación misma de EPACEM S.A.. Esta consolidación de clientes, resultó en que se obtengan al final apenas 5 tipos de cliente: granel, autoservicio, distribuidor/mayorista, minorista e institucional.

Finalmente, después de todos los análisis previos se consiguió reducir el número de cadenas de valor a 60. Este número es consistente con las dos líneas de negocio de las que forma parte EPACEM S.A., es decir consumo masivo y la producción y comercialización de productos de primera necesidad (Dueñas, 2012). A continuación se presenta una tabla dónde se puede observar cada una de las cadenas de valor identificadas dentro la cadena de suministro de EPACEM S.A., marcadas con una X.

Tabla 4.1. Matriz final de identificación de cadenas de valor en EPACEM S.A., (Elaboración propia).

PRODUCTO / CLIENTE	REGIÓN											
	REGIÓN A	REGIÓN B				REGIÓN C			REGIÓN D			
	Granel	Auto-servicio	Distribuidor/ Mayorista	Minorista	Institucional	Distribuidor/ Mayorista	Minorista	Institucional	Autoservicio	Distribuidor/ Mayorista	Minorista	Institucional
MATERIAS PRIMAS	X				X			X				
SEMIELABORADOS	X		X		X	X		X				
SUBPRODUCTOS	X			X	X			X				
GRASAS					X		X	X				
ACEITE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
MANTECA	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
MARGARINA			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PRODUCTOS LIMPIEZA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
# DE CADENAS DE VALOR (REGION/CLIENTE)	6	2	5	5	8	5	5	8	4	4	4	4
CADENAS DE VALOR TOTALES	60											

Priorización de las cadenas de valor

Dado el gran número de cadenas de valor dentro de EPACEM S.A., se necesita realizar un ejercicio de priorización, para escoger las cadenas sobre las cuales se realizará la evaluación comparativa (Francis, 2008). Este ejercicio se llevó a cabo en un taller que unía a las gerencias de mercadeo, producción y ventas, para poder tomar una decisión en base a las necesidades conjuntas de los departamentos involucrados.

Ahora bien, antes de comenzar este ejercicio, fue necesario caracterizar a las cadenas de acuerdo a volumetrías que permitan compararlas entre ellas. En base a lo propuesto por el modelo SCOR, se escogió caracterizarlas por su aporte al total de ventas en dólares, así como por su aporte al volumen de ventas en kilogramos. Se escogió la unidad kilogramo, porque como se manejan muchas presentaciones y modos de empaque de los productos, esta unidad permite unificar el criterio de análisis.

Para determinar estos volúmenes, se utilizó otra vez la matriz de ventas proveída por sistemas, referente a los años 2010, 2011 y 2012. Esta contenía la información sobre los kg y valor en dólares de cada factura, por lo que permitió relacionarlas con cada una de las cadenas de valor identificadas.

En el Anexo 4 se presenta el resultado final de los porcentajes de aporte en kg y dólares obtenidos para cada cadena, en la misma matriz de la Tabla 4.1. De igual manera, en el Anexo 5 se presenta la lista de todas las cadenas de valor, ordenadas en orden descendente según su aporte al total de ventas en dólares, con su posición respectiva frente al aporte al volumen de ventas en kg.

Una vez que se obtuvieron estos datos, se realizó el taller y se les proveyó de la información encontrada a las personas que conformaban el equipo. El taller se llevó a cabo a lo largo de una tarde, durante la que se discutió la relevancia de cada cadena, en relación a su posición en la lista del Anexo 5. Finalmente se tomó la decisión de dar prioridad a 8 de las 60 cadenas de valor encontradas, en base a un análisis de Pareto que permitió identificar cuáles representaban más del 80% del giro de negocio. A continuación se presenta la Figura 4.1, que consiste en un diagrama de Pareto resultado del taller de priorización.

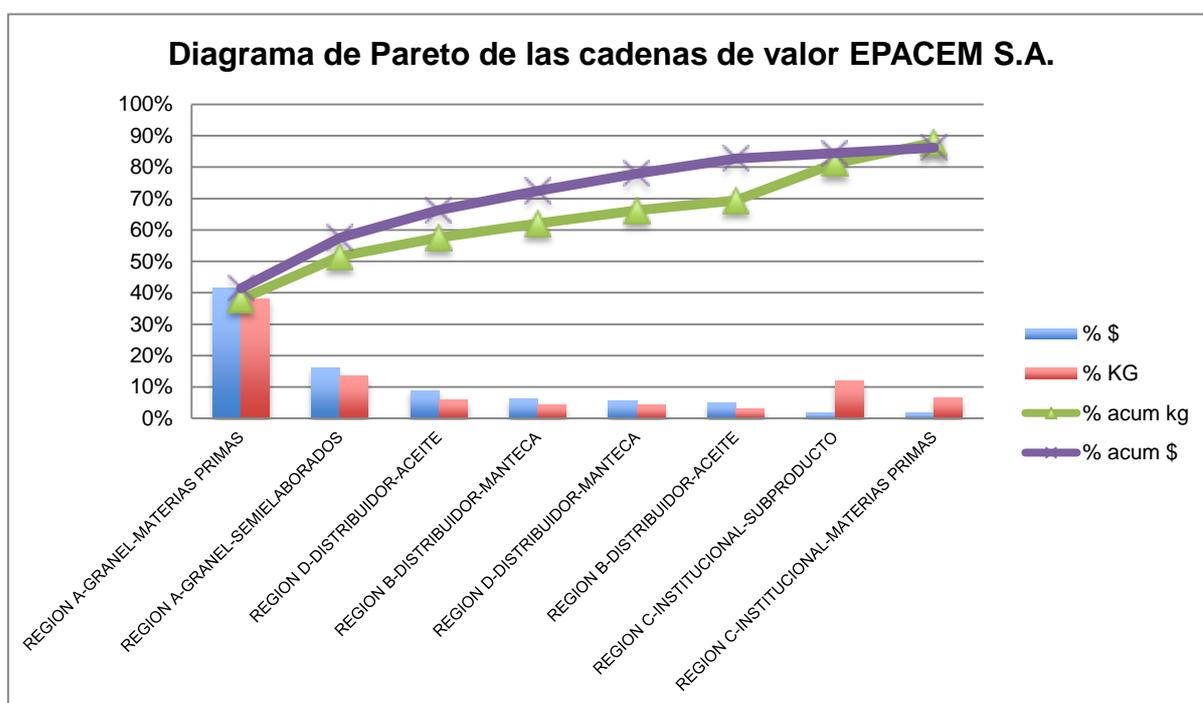


Figura 4.1. Diagrama de Pareto de las cadenas de valor prioritarias para EPACEM S.A., (Elaboración propia).

En el diagrama se puede observar, que en lo referente al aporte al total de ventas en dólares, se obtiene el 82% del acumulado únicamente con las 6 primeras cadenas de valor: Región A–Granel–Materias Primas con el 41.44%, Región A–Granel–Semielaborados con el 16.01%, Región D–Distribuidor–Aceite

con el 8.92%, Región B–Distribuidor–Manteca con el 6.09%, Región D–Distribuidor–Manteca con el 5.46% y Región B–Distribuidor–Aceite con el 4.81%.

Sin embargo, estas cadenas representan apenas el 69% del volumen total en kg. En consecuencia, se decidió dar prioridad a otras dos cadenas de valor, que aunque representan un pequeño porcentaje del aporte en dólares, suman un 17% del aporte en kilogramos: Región C–Institucional–Subproducto y Región C–Institucional–Materias Primas. Estas 8 cadenas de valor, representan el 86.14% del aporte al total de las ventas en dólares y el 87.84% del aporte al volumen total de ventas en kilogramos.

De ahora en adelante, las 8 cadenas prioritarias serán denominadas por su números ordinales, del 1 al 8 respectivamente según su posición de izquierda a derecha en el diagrama de Pareto de la Figura 4.1.

Determinación de factor competitivo e indicadores

Después de escoger las cadenas sobre las que se realizará el trabajo de evaluación comparativa, se procedió a determinar la estrategia competitiva para cada una de ellas de acuerdo a los objetivos de la empresa. Esta actividad se llevó a cabo durante el mismo taller de priorización descrito previamente.

Si bien la metodología de SCOR determina que se puede escoger más de un factor de competitividad para cada cadena, priorizándolos según los objetivos de la empresa y siempre cuidando que se busque ser superior frente a la competencia en un único factor; los esfuerzos de este trabajo se enfocan en la selección de un único factor de competitividad. Esto se debe principalmente, a que el tiempo que tomaría medir y evaluar el desempeño de 8 cadenas de valor,

en 5 factores de competitividad distintos, es demasiado largo para el desarrollo del proyecto.

Incluso el director del SCC, considera que es de mayor valor obtener datos válidos y evaluar comparativamente un subconjunto de la información, que perder demasiado tiempo intentando obtener todos los indicadores posibles a la perfección (Francis, 2008). En consecuencia, se eligió aquel factor competitivo en el que EPACEM S.A. quisiera ser superior a sus competidores y que es aquel que mayor impacto tendría en su competitividad en el mercado.

Como se explicó en el capítulo 2 de este trabajo, el factor competitivo determina un norte estratégico para cada cadena de valor y se debe escoger de acuerdo al impacto que tenga en la preferencia del cliente por el producto que ofrece la organización en cuestión.

A continuación se muestran los resultados del taller, en forma de un SCORCard en la Tabla 4.2, que indica qué factor de competitividad se va a evaluar para cada cadena, así como las métricas escogidas para evaluar el desempeño de la empresa, en base a su disponibilidad de información y a la disponibilidad de un valor comparativo (benchmark) de se ajuste a la realidad de la empresa.

Tabla 4.2. Factores de competitividad y métricas definidas para las cadenas de valor de EPACEM S.A., (Elaboración propia).

Perspectiva	Cadena Valor	Factor Competitivo	Métrica de Nivel 1	Métrica de Nivel 2	Métrica de Nivel 3
Interna	1	Costo	Costo de los bienes vendidos	Costo de manufactura	% autoabastecimiento de materia prima
	2	Costo	Costo de los bienes vendidos	Costo de manufactura	% autoabastecimiento de materia prima
Externa	3	Confiabilidad	Orden perfecta	Condición perfecta	% órdenes entregadas sin daños
				Desempeño durante la entrega acordada con el cliente	% órdenes entregadas en el tiempo acordado
	4	Confiabilidad	Orden perfecta	Condición perfecta	% órdenes entregadas sin daños
				Desempeño durante la entrega acordada con el cliente	% órdenes entregadas en el tiempo acordado
	5	Confiabilidad	Orden perfecta	Condición perfecta	% órdenes entregadas sin daños
				Desempeño durante la entrega acordada con el cliente	% órdenes entregadas en el tiempo acordado
6	Confiabilidad	Orden perfecta	Condición perfecta	% órdenes entregadas sin daños	
			Desempeño durante la entrega acordada con el cliente	% órdenes entregadas en el tiempo acordado	
Interna	7	Costo	Costo de los bienes vendidos	Costo de manufactura	% autoabastecimiento de materia prima
	8	Costo	Costo de los bienes vendidos	Costo de manufactura	% autoabastecimiento de materia prima

Factor competitivo de las cadenas de valor 1, 2, 7 y 8.

En cuanto a las cadenas de valor 1, 2, 7 y 8, todas están relacionadas con la venta de producto al granel. Por este motivo se escogió el factor competitivo costo, debido a que los consumidores de bienes de primera necesidad,

generalmente compran grandes cantidades de producto. Esto se traduce en ahorros significativos, producto de pequeñas diferencias de precio en el producto (Dueñas, 2013).

En consecuencia, si EPACEM S.A. quiere ofrecer esta ventaja competitiva a su cliente, debe enfocarse en disminuir el costo de su cadena de suministro y traducir este ahorro en un precio más atractivo para el consumidor final. También debe considerarse por qué el resto de factores competitivos, no son los diferenciadores en estas cuatro cadenas. Por ejemplo, al cliente no le importa la velocidad de entrega, porque está dispuesto a que su proveedor se demore unos pocos días más, si esto se traduce en menor costo por unidad adquirida (Dueñas, 2013).

La métrica de nivel 1 que se escogió para evaluar el desempeño de costos de las cadenas de EPACEM S.A., fue el costo de los bienes vendidos, que se traduce según el modelo SCOR, en el costo de manufactura de esos productos. La razón por la que se escogió esta métrica, es que existe poca disponibilidad de información de costos de la operación logística de la empresa, asociada a cada cadena de valor identificada en este ejercicio.

Por lo que, si se utilizara la información disponible de costos logísticos, se perdería el ajuste real al enfoque de cadenas de valor (Dueñas, 2013). De ahí que se escoja un costo que sí se puede asociar para cada uno de los productos que forman parte de estas cadenas, es decir costos de manufactura del producto. Sin embargo, el costo de manufactura de las diferentes industrias del país, no está disponible para ser comparado con aquellos de EPACEM S.A.; por lo que se buscó otro enfoque.

En la producción de aceite rojo, refinados y derivados del procesamiento de palma africana, el costo de materia prima representa entre el 85% y el 90% del costo de manufactura (Dueñas, 2013). Por lo tanto, un buen indicador del costo de manufactura sería la capacidad de cada competidor en el mercado, para autoabastecerse de fruta de palma y dejar de comprar a terceros. Sobre todo, por el hecho de que la información comparativa del mercado está disponible por medio de Fedapal, que es la asociación de industriales del Ecuador.

Factor competitivo de las cadenas de valor 3, 4, 5 y 6.

En cambio, para las cadenas de valor 3, 4, 5 y 6, se escogió el factor competitivo confiabilidad. La razón para que esta característica sea un diferenciador en el mercado, se debe a varios motivos descritos a continuación. Para empezar, en consumo masivo el producto que se ofrece suele ser bastante estándar en cuanto a precio y composición; es decir que no existen diferenciadores significativos de un producto ofrecido por la empresa A y el mismo producto ofrecido por la empresa B (Dueñas, 2013).

Por lo tanto, la diferenciación entre competidores se da en el servicio que ofrecen a sus clientes. Es extremadamente importante ser un proveedor confiable para este tipo de cliente, pues sino se le provee del producto necesario, con la cantidad y calidad correctas, a tiempo y según todos los parámetros acordados; el cliente no tiene problema en irse con otro competidor. Esto se debe a que le va a ofrecer el mismo producto, pero en cambio va a darle un nivel de servicio tal, que le permita ser más competitivo en su propio negocio (Dueñas, 2013).

El modelo SCOR ofrece una sola métrica de nivel 1 para medir la confiabilidad: orden perfecta. A su vez, esta métrica está compuesta por varias métricas de nivel 2, de las cuales se escogió condición perfecta de la orden y el desempeño de la entrega acordada con el cliente. Se escogieron estas métricas por ser las de mayor facilidad de medición, en base a la información disponible en la empresa.

Medición de los indicadores

El primer paso para la medición de indicadores, fue definir de dónde obtener la información para medir cada uno de ellos. Para esto primero se usó la definición de SCOR de cada una de las métricas y en base a ellas se identificó la fuente de información respectivas. El dato de la capacidad de autoabastecimiento de EPACEM, así como de sus competidores a nivel nacional, provino de una entrevista con el presidente de Fedapal (Fundación de fomento de exportaciones de aceite de palma y sus derivados de origen nacional), Nicolás Dueñas.

Esta institución reúne a las industrias de aceite de palma africana del país y maneja su relación con el gobierno, mercados de exportación, el precio de venta a nivel nacional, entre otros aspectos del mercado de oleaginosas. Por este motivo, es una buena fuente de información para el análisis de la capacidad de autoabastecimiento de los competidores a nivel nacional. Los datos obtenidos se muestran en la Tabla 4.3, que por confidencialidad no muestra los valores reales numéricos, sino que esconden la capacidad de autoabastecimiento de EPACEM S.A., en los valores C-1, C-2, C-7 y C-8 respectivamente.

En cuanto a la medición de orden perfecta de las cadenas de valor 3, 4, 5 y 6 respectivamente, se determinó que la fuente de información serían las facturas firmadas por el cliente en cada entrega realizada por EPACEM S.A. en los años 2011 y 2012. En estas facturas, el cliente firma que recibió el pedido y anota si existe algún problema con el pedido como faltantes ó daños en la orden.

La medición del cumplimiento del tiempo acordado, se comparó con la política interna de entrega de la compañía, que asegura al cliente que una vez que su pedido fue facturado y despachado (dos transacciones que ocurren en el mismo día según el procedimiento de la empresa), lo recibirá a lo largo de las siguientes 24 horas.

Sin embargo, es importante notar que no se lleva un registro oficial de la fecha de recibo de la orden, ni de la información sobre faltantes y daños de la misma. Son datos que se restringen al criterio del cliente y del transportista que realiza la entrega, pues ellos pueden anotar esos datos como un extra en las facturas y guías de remisión. Por este motivo, la información que se obtuvo revisando una por una las facturas de esos años, puede esconder más deficiencias de las que muestran los valores obtenidos inicialmente.

Los valores de las mediciones encontradas, se encuentran en la Tabla 4.3, bajo los códigos SD-3, 4, 5 y 6 para los indicadores de órdenes sin daños; y bajo los códigos T-3, 4, 5 y 6 para los indicadores de cumplimiento de tiempo acordado. Esto se debe a que por un pedido de confidencialidad de la empresa, al igual que los datos de autoabastecimiento, no se puede revelar los valores numéricos del desempeño de su cadena de suministro.

Tabla 4.3. SCORCard con resultados de la medición de indicadores para las cadenas de valor de EPACEM S.A., (Elaboración propia).

Perspectiva	Cadena de Valor	Factor Competitivo	Métrica Nivel 1	Métrica Nivel 2 ó Nivel 3	EPACEM S.A.
Interna	1	Costo	Costo de los bienes vendidos	% autoabastecimiento de materia prima	C-1%
	2	Costo	Costo de los bienes vendidos	% autoabastecimiento de materia prima	C-2%
Externa	3	Confiabilidad	Orden perfecta	% órdenes entregadas sin daños	SD-3%
				% órdenes entregadas en el tiempo acordado	T-3%
	4	Confiabilidad	Orden perfecta	% órdenes entregadas sin daños	SD-4%
				% órdenes entregadas en el tiempo acordado	T-4%
	5	Confiabilidad	Orden perfecta	% órdenes entregadas sin daños	SD-5%
				% órdenes entregadas en el tiempo acordado	T-5%
6	Confiabilidad	Orden perfecta	% órdenes entregadas sin daños	SD-6%	
			% órdenes entregadas en el tiempo acordado	T-6%	
Interna	7	Costo	Costo de los bienes vendidos	% autoabastecimiento de materia prima	C-7%
	8	Costo	Costo de los bienes vendidos	% autoabastecimiento de materia prima	C-8%

Evaluación comparativa de los indicadores

Una vez que se obtuvo el valor de cada métrica escogida para medir el nivel de competitividad de la empresa, se realizó una evaluación comparativa de su desempeño contra los estándares de aquellos mejores en su clase. En el caso de EPACEM S.A., la información óptima debería venir de estándares dentro del Ecuador; sin embargo, la industria de palma africana y de consumo masivo del país, no han levantado aún información que permita realizar esta comparación para los indicadores propuestos por SCOR.

Es importante señalar que el SCC sí provee datos de comparación para las diferentes industrias y métricas de una cadena de suministro. No obstante, al ser datos alimentados en su mayoría por empresas del primer mundo, se pierde gran

parte de su valor al ser comparados con el desempeño de empresas latinoamericanas (Dueñas, 2013). Por esta razón, se buscaron fuentes de información que permitan la mejor comparación posible, de modo que realmente se genere valor durante este ejercicio. A continuación se muestra la Tabla 4.4. y se describe a detalle de dónde se obtuvieron estos estándares comparativos y el resultado de la evaluación de EPACEM S.A. contra los mismos.

Tabla 4.4. Resultados de la evaluación comparativa para las cadenas de valor de EPACEM S.A., (Elaboración propia).

Perspectiva	Cadena de Valor	Factor Competitivo	Métrica Nivel 1	Métrica Nivel 2 ó Nivel 3	0% - 20% Oportunidad mayor	20% - 40% Desventaja	40% - 60% Media	60% - 80% Ventaja	80% - 100% Mejor en su clase	EPACEM S.A.
Interna	1	Costo	Costo de los bienes vendidos	Costo de manufactura			72%		100.0%	C-1%
	2	Costo	Costo de los bienes vendidos	Costo de manufactura			72%		100.0%	C-2%
Externa	3	Confiabilidad	Orden perfecta	% órdenes entregadas sin daños					92.0%	SD-3%
				% órdenes entregadas en el tiempo acordado					83,7%	T-3%
	4	Confiabilidad	Orden perfecta	% órdenes entregadas sin daños					92.0%	SD-4%
				% órdenes entregadas en el tiempo acordado					83,7%	T-4%
	5	Confiabilidad	Orden perfecta	% órdenes entregadas sin daños					92.0%	SD-5%
				% órdenes entregadas en el tiempo acordado					83,7%	T-5%
	6	Confiabilidad	Orden perfecta	% órdenes entregadas sin daños					92.0%	SD-6%
				% órdenes entregadas en el tiempo acordado					83,7%	T-6%
Interna	7	Costo	Costo de los bienes vendidos	Costo de manufactura			72%		100.0%	C-7%
	8	Costo	Costo de los bienes vendidos	Costo de manufactura			72%		100.0%	C-8%

EPACEM S.A. Indicador sin brechas
 EPACEM S.A. Indicador con brechas

Indicadores de costo.

El indicador que se escogió para medir el desempeño de las cadenas de suministro 1, 2, 7 y 8 de EPACEM S.A., fue el costo de los bienes vendidos, que se traduce en costo de manufactura; que al final se determinó puede ser comparable a la capacidad de autoabastecimiento de materia prima de cada empresa. El estándar con el que fueron comparados los indicadores medidos en la sección anterior, proviene del conocimiento de Fedapal sobre la industria aceitera del Ecuador y sus competidores. Es decir que se hará una comparación con los mejores en su clase, dentro del mismo mercado ecuatoriano.

Los resultados de esta evaluación comparativa, se muestran en la Tabla 4.4. Estos muestran que EPACEM S.A. se encuentra dentro del nivel superior en comparación con el mejor en su clase, el cual se autoabastece de fruta de palma en un 100%. De tal manera, que se concluye que sus costos de manufactura asociados a las cadenas de valor 1, 2, 7 y 8 cumplen con el objetivo de ser superiores frente a la competencia y si se quiere conseguir un costo total menor, que se traduzca en un precio más atractivo para el cliente, el enfoque debe ser trabajar en el costo logístico de la cadena de suministro.

Indicadores de confiabilidad.

Para la evaluación comparativa de los indicadores de confiabilidad, se obtuvo información de estándares a nivel Latinoamérica, recabados en el 2004 por la firma de Latin America Logistics Center. La información utilizada para alimentar estos estándares, provino en su mayoría de países de la región andina

y de empresas dedicadas a consumo masivo (Latin America Logistics Center , 2004).

Por consiguiente, la comparación que se realizó es en base a datos cercanos a la realidad de EPACEM S.A., aumentando el valor del ejercicio realizado. En la Tabla 4.4, se presenta los resultados de la organización contra los estándares en la región. Se puede observar que en las cadenas de valor 4 y 6, la empresa tiene un desempeño superior, es decir que se encuentran en una posición sobre el 90 percentil del mejor en su clase.

Sin embargo, en las cadenas 3 y 5 se puede observar que los indicadores de cumplimiento de tiempo y orden sin daños, están por debajo del nivel que se planteó EPACEM S.A. como objetivo. Por eso se pintan con color rojo en la Tabla 4.4 y se concluye que esa brecha en el indicador supone una oportunidad de mejora para la empresa.

Análisis causal

Una vez que se determinó dónde existe un problema de desempeño dentro de la cadena de suministro de EPACEM S.A., se debe realizar un análisis causal que permita identificar las causas de esta brecha en los indicadores de confiabilidad de las cadenas de valor 3 y 5 respectivamente. De esta manera, la solución de mejora que se proponga será acorde a las necesidades reales de la organización. Con este fin, se realizó una lluvia de ideas para identificar causas que ocasionen que el producto llegue después del día prometido al cliente, ó también que llegue con daños a su punto de entrega.

Esta lluvia de ideas se realizó con un grupo multifuncional de las personas involucradas con las cadenas en cuestión: producción, ventas y bodegas y logística. Después de identificar todas las posibles causas para que el indicador orden perfecta esté por debajo del objetivo organizacional, se realizó un diagrama de espina de pescado para clasificar y organizar estas causas. La Figura 4.2 que se muestra a continuación, contiene el ejercicio final del análisis causal.

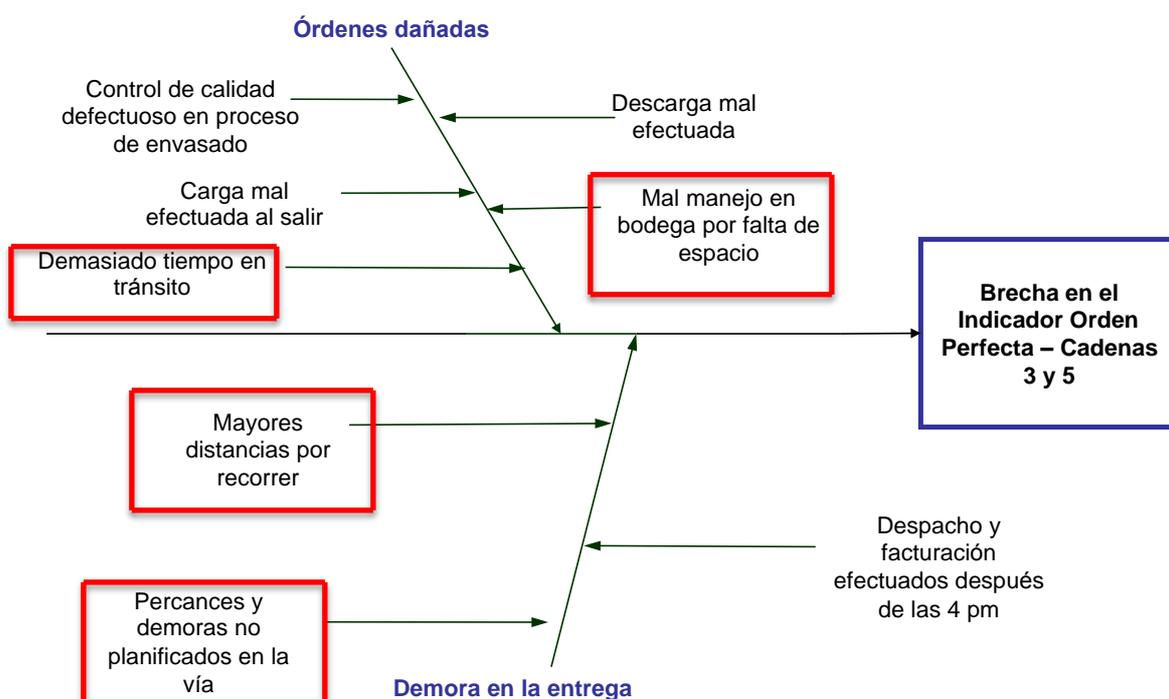


Figura 4.2. Diagrama de espina de pescado para brecha del indicador orden perfecta de las cadenas de valor 3 y 5, (Elaboración propia).

Es importante considerar que las cadenas 4 y 6 tienen el mismo cliente (distribuidor) y los mismos productos (aceite y manteca) que las cadenas 3 y 5, sin embargo sus indicadores de confiabilidad están en verde, es decir cumplen con los objetivos de la empresa. Por este motivo, fue necesario identificar aquellas causas diferenciadoras de las cadenas 3 y 5: demasiado tiempo en tránsito causa daños en los empaques del producto, existen mayores distancias

por recorrer y demoras no planificadas en la vía que generan atrasos en las entregas.

En conclusión, las causas que diferencian a las cadenas 4 y 6, de las cadenas 3 y 5 están relacionadas con la región. Esto se debe a que las cadenas 4 y 6 están en la Región B, la cual está ubicada más cerca del punto de fabricación y distribución, es decir Santo Domingo de los Tsáchilas. Por otro lado, las cadenas 3 y 5 están relacionadas con la Región D, es decir la más lejana a la fábrica de Santo Domingo.

Otra causa bastante significativa para el mal desempeño de cumplimiento de la empresa, es que la bodega actual de producto terminado tiene un grave problema de espacio. Actualmente, su capacidad está excedida en un 30%, tanto que en ocasiones, el personal de bodega encarga producto terminado a las bodegas del operador logístico, pues no tiene ningún espacio físico dónde colocar su producto.

De manera que no tienen tiempo, ni espacio para realizar un manejo adecuado de la carga y generan malas prácticas de almacenamiento, que derivan en producto dañado que no cumple con las especificaciones de calidad del cliente. Esta causa, junto con aquellas específicas a la diferencia de región entre cadenas, se encerraron en un recuadro rojo en la Figura 4.2, ya que serán la base para impulsar la propuesta de mejora que se presenta en el Capítulo 5 a continuación.

CAPÍTULO 5: PROPUESTA DE MEJORA

Una vez que se identificaron las causas por las que existe un mal desempeño en el factor competitivo confiabilidad de las cadenas de valor 3 y 5, se buscó una propuesta de mejora que permita a la empresa cerrar la brecha en la métrica de desempeño de este factor. Esta propuesta, consiste en la implementación de centros de distribución.

Importancia de la implementación de centros de distribución

Se escogió esta solución por una serie de motivos. El primero es que una de las causas principales de la brecha en orden perfecta, es la falta de espacio que se tiene en la bodega actual, por tanto es lógico concluir que una ampliación de sus bodegas es necesaria. En segundo lugar existe la realidad de las causas raíz relacionadas con la región, que muestran que mientras más lejos está el cliente, se generan más problemas de cumplimiento en tiempo y calidad. Por lo tanto, la utilización de centros de distribución más cercanos a estos clientes, sería una potencial solución a estas deficiencias operacionales.

Finalmente, el principal motivo por el cual se escogió proponer la implementación de centros de distribución, es por una política de transporte establecida en la actualidad, que limita el servicio al cliente de manera drástica. Esta política se refiere a la limitación que tiene el personal de ventas, quién debe vender siempre 10, 15 ó 20 toneladas por pedido, para realizar envíos con camiones al tope de su capacidad, a cada cliente.

En consecuencia, cada vez que un cliente llama y hace un pedido por menos de las capacidades estándar de la flota que utiliza EPACEM S.A. para sus

entregas, los vendedores empujan producto con descuentos ó promociones, de modo que se utilice toda la capacidad. Esto genera disconformidad en los clientes, quiénes se ven obligados a comprar más producto del que en realidad necesitaban, para ajustarse a políticas de la empresa; cuando en realidad debería ser al revés. Además, una de las principales causas por las que se estableció esta política, es para no tener que hacer tantos viajes dónde aquellos clientes más lejanos.

Por lo tanto, al implementar centros de distribución mejor repartidos entre los puntos de demanda, se podría considerar la utilización de camiones más pequeños y sobretodo, consolidar pedidos de diferentes clientes, de manera que puedan entregarle al cliente lo que realmente pide, con la calidad y en el tiempo adecuados.

En base a todos los motivos expuestos anteriormente, se procedió a modelar la red de cadena de suministro de EPACEM S.A., de modo que se pueda generar un modelo que responda a las preguntas de cuántos centros de distribución abrir, dónde abrirles y finalmente, a qué clientes atiende cada centro de distribución.

Modelamiento de la red de cadena de suministro de EPACEM S.A.

Con el fin de poder plasmar la red de cadena de suministro de la organización es un modelo lo más fidedigno posible, se analizaron todos los factores a continuación.

Horizonte de tiempo.

En primer lugar, el horizonte de tiempo de planificación para el modelo será de 3 años, tiempo del cual se tiene información histórica de ventas en cada punto de demanda y que además corresponde a un período de planeación largo, como debe ser para una decisión del tipo de centros de distribución, pero no tanto que los costos se vuelvan obsoletos.

Modalidades de transporte.

En segundo lugar, es necesario considerar que la empresa utiliza normalmente dos tipos de transporte: camiones y tanqueros. Los camiones se utilizan para el transporte de producto comercial empacado en sus diferentes presentaciones, mientras que los tanqueros se usan para transportar producto de venta al granel. Esta división en los transportes, resulta en dos costos diferentes de transporte y también en dos tipos de demanda por cada punto de demanda.

Cantidad y localización de la demanda.

Dado que el tipo de producto que distribuye EPACEM S.A. es un producto de la canasta básica del Ecuador ó se vende internacionalmente como un producto de primera necesidad, presenta una demanda bastante estable. Por ejemplo, para que la demanda varíe a nivel nacional, se necesitaría una variación demográfica muy significativa y la población del país no crece tan rápidamente. Otra posibilidad, es que el poder adquisitivo de las personas aumente, sin embargo, al ser un producto de primera necesidad, cuando aumente el poder adquisitivo de la persona, ellos no comprarán más aceite ó manteca, sino productos de mayor valor para su nueva capacidad adquisitiva.

Por los motivos antes expuestos, se concluyó que no es necesario tener un pronóstico de la demanda de los próximos tres años, sino basta con utilizar volúmenes de demanda históricos. Se utilizó la información de ventas de los años 2010, 2011 y 2012 para sacar dónde están ubicados los clientes de EPACEM S.A. y se determinó que existían 51 puntos de demanda repartidos a lo largo del país. Además, la demanda internacional, se colocó como demanda de cada uno de los puertos de salida del país por donde sale cada producto. Esto significa que si algún producto de exportación sale del país por el puerto de Esmeraldas, esa demanda será considerada dentro de la demanda total de Esmeraldas.

Centros de distribución potenciales.

En cuanto a la localización de los centros de distribución, se determinó que se utilizará un modelo que minimice costos de transporte en base a potenciales locaciones, en vez de una opción que haga un análisis de coordenadas por pesos. Esto se debe a que al aterrizar un modelo de localización de centros de distribución para empresas en la realidad, es mejor considerar opciones que desde un inicio presenten una viabilidad real para el negocio.

Por este motivo, se consideraron 10 posibles centros de distribución, ubicados en las principales ciudades y puertos de salida del país. Estos son Esmeraldas, Manta, Guayaquil, Machala, Santo Domingo, Tulcán, Quito, Ambato, Cuenca y Loja. Las instalaciones consideradas potenciales dentro de cada ciudad, se obtuvieron de la disponibilidad real de bodegas en el mercado de bienes raíces y de ahí se sacó una capacidad por tamaño y un costo de arrendar cada centro de distribución.

Divisibilidad de la demanda.

Se determinó que cada punto de demanda sea atendido por un solo centro de distribución. Esto se debe a que esta limitación en la forma de distribución, disminuye la complejidad de coordinar la distribución (Chopra & Meindl, 2007) y además dado el tipo de producto y su demanda estable, las cadenas no van a necesitar tanta flexibilidad por parte de las instalaciones. De modo que al restringir que la fuente de abastecimiento para cada punto de demanda fuera sólo una, se aterriza el modelo matemático a la realidad y se aminoran los costos (Ferreira Silva & Serra, 2007).

Flujo de productos.

En cuanto a los flujos de los productos, se escogió se sea un modelo multi-escalón, ya que se movería producto entre la fábrica principal y los centros de distribución y luego desde cada centro de distribución a los respectivos puntos de demanda que atienden. Sin embargo, se utilizó un flujo uno a uno, no solo por un tema de divisibilidad de la demanda; sino que cualquier proceso de optimización de rutas de transporte y consolidación de pedidos, deberá ser un proceso posterior a la elección de instalaciones para centros de distribución y su asignación de puntos de demanda.

Restricciones de capacidad.

La capacidad de cada centro de distribución, fue restringida como ya se explicó antes, al área en metros cuadrados de cada una de las instalaciones que se encontró como potencial centro de distribución. Esta capacidad se calculó en

base a una relación con la capacidad de la actual bodega y su rotación de inventario.

En cambio, la capacidad de la fábrica no se limitó y se le consideró como infinita, ya que cualquier necesidad que EPACEM S.A. tenga de materia prima ó de procesamiento, la suplen con terceros; por lo tanto no puede ser una restricción al considerar la capacidad de la organización para suplir la demanda de los clientes.

Características de cada punto de demanda y costo de transporte.

Además del volumen de productos que caracteriza a cada punto de demanda, se decidió introducir otra variable más: la frecuencia de pedidos de cada uno de ellos. Esto se debe al hecho de que un centro de distribución es esencialmente una instalación de tránsito y consolidación de pedidos hacia sus destinos finales; motivo por el cual están más relacionados con la frecuencia de paso, que con la cantidad que pasa por determinado punto.

Con el fin de considerar ambos factores dentro del modelo, se desarrolló un matriz de importancia que calificaría a cada punto de demanda en base a los dos parámetros explicados anteriormente. Para obtener la importancia final de cada punto de demanda, se realizó una escala de calificación para volumen de demanda y otra para frecuencia de pedidos, que se puede observar en la Tabla 5.1 de la siguiente página; además de un peso determinado para cada característica en la calificación final.

Se decidió que por ser un modelo de localización de centros de distribución, se daría un peso mayor a la frecuencia. Sin embargo, esta

preferencia no podía ser tan radical, ya que dentro de las políticas de la empresa se suele dar preferencia y beneficios a los clientes que compran mayor cantidad (mayor plazo de crédito, descuentos, entre otros). Por lo tanto, se determinó que se daría el 60% del peso a la frecuencia y un 40% al volumen.

De esta manera se consiguió una calificación total entre 0 y 10 para cada punto de demanda, que determinó el costo de transporte hacia ese punto de demanda, encareciéndolo en un 100% si la calificación es entre 0 y 2, el 75% si es entre 2 y 4, el 50% si es entre 4 y 6, el 25% si está entre 6 y 8, y nada de sobre costo para aquellos puntos de demanda que obtengan calificaciones entre 8-10.

Tabla 5.1. Escala de calificación de puntos de demanda por volumen y frecuencia, (Elaboración propia).

Cantidad (kg)	Frecuencia		
	Escala 1-10	(#entregas)	Escala 1-10
1-10	1	1-9	1
10-100	2	10-19	2
100-1x10 ³	3	20-49	3
1x10 ³ -1x10 ⁴	4	50-99	4
1x10 ⁴ -1x10 ⁵	5	100-199	5
1x10 ⁵ -1x10 ⁶	6	200-299	6
1x10 ⁶ -5x10 ⁶	7	300-399	7
5x10 ⁶ -10x10 ⁶	8	400-499	8
10x10 ⁶ -100x10 ⁶	9	500-999	9
>100x10 ⁶	10	>1000	10

Modelo matemático

Una vez que se definieron todas las características de la red que debía ser modelada, se procedió a encontrar un modelo matemático que permita determinar cuántos centros de distribución abrir y en dónde. Como primera opción de solución, se consideró el enfoque híbrido entre templado simulado y programación lineal que utilizan Vallim Filho y Fares Gualda (2006) en el trabajo de investigación revisado en la literatura del capítulo 2.

Sin embargo, esta posibilidad se descartó en seguida dada la complejidad de la programación del algoritmo de solución de templado simulado y la falta de experiencia en su utilización para resolver problemas de localización de centros de distribución. Para este tipo de solución, la experiencia es muy importante para determinar los parámetros iniciales del algoritmo de templado simulado explicado en el capítulo 2. Por lo tanto se hizo un análisis gráfico de la demanda, en busca de una simplificación del problema, tal como se explica a continuación.

Análisis geográfico de la demanda.

Con el fin de encontrar patrones dentro de la demanda, que simplifiquen el planteamiento de un modelo matemático, se utilizó la herramienta Google Maps para generar un mapa con los 51 puntos de demanda en el país, el mismo que se muestra en la Figura 5.1. Después se procedió a graficar la el volumen y la frecuencia de los pedidos de cada uno de los puntos de demanda, de modo que se pueda entender gráficamente el comportamiento de los consumidores dentro y fuera del país. El mapa de volumen se muestra en la Figura 5.2, mientras que el de frecuencia de pedidos se muestra en la Figura 5.3.

pedidos, más no así de volumen. En el resto del país se observa una distribución de frecuencia bastante similar.

Del análisis de los 3 mapas presentados en las Figuras 5.1, 5.2 y 5.3 respectivamente, se definió que debería considerarse ubicar un centro de distribución en la parte norte del país por la gran concentración de demanda y de puntos de demanda del mismo. Sin embargo, se desechó esta posibilidad ya que los indicadores de cumplimiento para la región B muestran un buen desempeño de la cadena de suministro de la región. Por otro lado, Esmeraldas es simplemente el puerto de salida de toda la exportación y por su ubicación no serviría como instalación de cross-docking hacia otros puntos del país.

En conclusión, todos los puntos de demanda al norte de la línea verde de los mapas de las Figuras 5.2 y 5.3 respectivamente, serán suplidos desde la actual bodega en Santo Domingo, pues hasta ahora no han tenido un problema de cumplimiento y la posibilidad de crecimiento es grande, una vez que esta bodega desfogue su capacidad con otro centro de distribución.

Adicionalmente, el tipo de producto que se vende en la región sur de la línea verde, es en un 99% producto comercial que se transporta en camión. De este modo, se limitó el modelo a 19 puntos de demanda, 5 posibles centros de distribución (Manta, Guayaquil, Machala, Cuenca y Loja) y un sólo tipo de demanda y por ende, un solo costo de transporte.

Modelo SSCFLP.

Una vez que se determinó el nuevo modelo minimizado que tenía que ser resuelto, se utilizó un modelo clásico de la programación entera binaria, conocido

como SSCPLP por sus siglas en inglés y detallado en el capítulo 2 de este trabajo. Este modelo permitirá decidir cuántos y cuáles centros de distribución abrir, asignándoles una variable de decisión binaria; así como a qué puntos de demanda atenderá cada centro de distribución abierto, también con el uso de variables de decisión binarias.

El modelo aplicado al problema específico de EPACEM S.A., queda de la siguiente manera, donde $I = 1, \dots, 19$ y determina cada punto de demanda que deben ser atendidos desde un centro de distribución del grupo $J = 1, \dots, 5$. X_{ij} es una variable de decisión binaria que determina si el centro de distribución j atiende o no al punto de demanda i , Y_j es otra variable de decisión binaria que determina si el centro de distribución j se abre o no, c_{ij} es el costo de transporte de satisfacer toda la demanda del punto de demanda i desde el centro de distribución j , y f_j es el costo fijo de abrir el centro de distribución j . La función objetivo y las restricciones funcionan tal y como se explicó en el capítulo 2.

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^{19} \sum_{j=1}^5 c_{ij} X_{ij} + \sum_{j=1}^5 f_j Y_j \quad (5.1)$$

s.a.

$$\sum_{j=1}^5 X_{ij} = 1 \quad \forall i \quad (5.2)$$

$$\sum_{i=1}^{19} a_i X_{ij} \leq b_j Y_j \quad \forall j \quad (5.3)$$

$$X_{ij}, Y_j \in \{0,1\} \quad \forall i, \forall j \quad (5.4)$$

Solución del modelo.

Este modelo de PEB, tiene tan sólo 100 variables de decisión, por tanto se puede resolver en Solver, add-in de Excel que se usa bastante en la investigación de operaciones. Para esto es necesario tener la información de volumen de la demanda de cada punto de demanda, el costo unitario de transporte por tonelada entre cada centro de distribución y cada punto de demanda, el costo unitario de transporte por tonelada entre la fábrica en Sto. Domingo y cada centro de distribución. La información de costo unitario de transporte por kilómetro, la proveyó el área contable de EPACEM S.A. y es de \$0.069/km/ton.

Después se calculó la calificación de cada punto de demanda con la escala de la Tabla 5.1 y su respectivo castigo al costo. Los resultados a continuación:

Tabla 5.2. Castigo al costo de acuerdo al puntaje total de cada punto de demanda, (Elaboración propia).

Punto Demanda	Calificación Cantidad	Calificación Frecuencia	Puntaje Total	% Castigo al Costo
PD-053	7	5	5.8	50%
PD-062	7	4	5.2	50%
PD-07	3	1	1.8	100%
PD-0108	7	6	6.4	25%
PD-017	7	5	5.8	50%
PD-047	7	6	6.4	25%
PD-049	7	5	5.8	50%
PD-075	6	3	4.2	50%
PD-0107	3	1	1.8	100%
PD-019	5	3	3.8	75%
PD-020	5	3	3.8	75%
PD-030	8	10	9.2	0%
PD-035	5	1	2.6	75%
PD-042	5	4	4.4	50%
PD-043	3	1	1.8	100%
PD-052	8	7	7.4	25%
PD-055	7	7	7	25%
PD-057	5	2	3.2	75%
PD-08	4	1	2.2	75%

Una vez que se obtuvo cual es el porcentaje que se debe castigar al costo real de \$0.069/km/ton, se procedió a calcular los costos de suplir la demanda total de cada punto de demanda, desde cada centro de distribución diferente, es decir la variable c_{ij} del modelo. Tanto los costos, como la demanda (a_i) de cada punto de demanda y la capacidad (b_j) de cada centro de distribución, se pueden observar a detalle en el Anexo 6, que muestra la hoja de cálculo dónde se colocó el modelo de programación entera binaria, para ser resuelto con Solver.

Finalmente, se corrió Solver y se obtuvo la solución óptima que cumplía con todas las restricciones de capacidad y minimizaba el costo total de transporte. La solución determinó que se abran los centros de distribución ubicados en Manta, Machala y Loja; con un costo total de \$1'437,925. Manta subutilizaba casi la mitad de su capacidad, atendiendo a 12 puntos de demanda; mientras que Loja y Machala sirven a 2 y 5 puntos de demanda respectivamente.

Análisis de escenarios.

Según Ballou (2004), es siempre recomendable evaluar una serie de alternativas que capaz resultan “subóptimas desde un punto de vista de modelación”, pero que pueden ser mejores desde un punto de vista práctico ó de negocio. Para este análisis de escenarios, recomienda actualizar costos y capacidades y eso es exactamente lo que se llevó a cabo para evaluar la solución obtenida en la sección anterior, a través de un modelo matemático de programación entera binaria.

Las alternativas que se evaluaron van desde ampliar la capacidad de ciertas opciones más céntricas, hasta la opción de no abrir ningún centro de

distribución y construir una nueva bodega en la fábrica actual. A continuación se presenta la Tabla 5.3, que muestra el costo total de estas diferentes opciones, para así conseguir una solución que capaz no es la matemáticamente óptima, pero si se ajuste mejor a la realidad de la empresa.

Tabla 5.3. Análisis de escenarios del modelo de localización de centros de distribución y asignación de la demanda para EPACEM S.A., (Elaboración propia)

Escenario	Descripción	CD Abiertos	Costo Total (\$/3años)
1	No abrir CD's, pero construir segunda bodega en fábrica	Ninguno	1413189
2	Solución brindada por Solver	Manta, Machala y Loja	1437925
3	Se buscaría en Manta un CD más pequeño (750m ²) y uno más grande en Machala (900m ²), quién absorbe a los puntos de demanda de Loja	Manta y Machala	1436522
4	Abrir aquellos CD que sí tienen capacidad, abriendo Cuenca como alternativa a Machala	Manta y Cuenca	1615905
5	Abrir aquellos CD que sí tienen capacidad, abriendo Guayaquil como alternativa a Machala	Manta y Guayaquil	1529131
6	Sólo abrir Guayaquil, que parecería una solución lógica por ser un punto céntrico, abriendo un CD de 1500m ²	Guayaquil	1505875

Discusión de resultados.

Se puede observar que la solución más barata, es el Escenario número 1 de \$1'413,189, que corresponde a la opción de no construir centros de distribución, sino de simplemente construir una bodega en la fábrica actual. Sin embargo, optar por esta solución significaría que todo el trabajo de medir el desempeño de la cadena de suministro, no tuvo un propósito real, pues así, ahorrarían en costos, pero el servicio al cliente seguiría siendo deficiente.

Sería deficiente de dos maneras: la primera es que el producto seguiría llegando a las zonas lejanas de Santo Domingo, con retrasos y con muchos daños, ya que está demasiado tiempo en tránsito. En segundo lugar, la deficiencia más grave de esta solución es el hecho de que se complica la posibilidad de implementar consolidación de pedidos de clientes, para que los pedidos que ventas toma de cada cliente, sea el que realmente desea este cliente y no la necesidad de EPACEM S.A., de colocar producto por una la operación de red logística ineficiente.

Por lo tanto, el que se escoge como solución del presente trabajo, es el escenario 3 de la Tabla 5.3, dónde se abrirían dos centros de distribución en Manta y en Machala, con un costo total de \$1'436,522. Este costo es \$20,000 más caro que el del escenario previamente discutido, sin embargo es un valor pequeño si se consideran los impactos a largo plazo de formar en una red de distribución que apunte a un mejor servicio al cliente. Por ejemplo, el AMR Research tiene estudios que muestran que por cada 3 puntos que aumente el indicador orden perfecta, las empresas de consumo masivo aumentan 1 punto de sus ganancias (Ghiani, Laporte, & Musmanno, 2004).

Adicionalmente, hay que considerar que los antecedentes que justifican este proyecto, se basan en una consolidación de mercado nacional, que en el caso de EPACEM S.A. es consumo masivo y se debe conseguir primeramente a través de una cadena de suministro sólida y confiable, que sepa medir su desempeño en función de las necesidades y requerimientos reales de sus clientes y no se limite a sus malas prácticas.

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

El resultado de identificación de las cadenas de valor, muestra que el giro de negocio de EPACEM S.A. está claramente dividido en dos tipos de negocio: consumo masivo y venta y comercialización de productos de primera necesidad.

En la actualidad las buenas prácticas de negocio como manejo de inventario, análisis logístico de consolidación de pedidos ó rutas de transporte, no se llevan a cabo para nada dentro de la organización. Esto produce que los márgenes operativos sean muy bajos porque se realiza una serie de actividades de manera ineficiente y poco práctica.

EPACEM S.A. no es una organización muy orientada a las métricas, por lo que la cantidad de información que se tiene registrado en el sistema, versus la cantidad que se podría registrar es bastante menor. Esto genera que a la larga, la utilidad del sistema se limite a su uso para la operación diaria, pero no facilita el proceso de toma de decisiones ya sean gerenciales, o de menor nivel.

Es de vital importancia, que la implementación de mejoras para subir su respuesta en confiabilidad y por tanto tener ventaja competitiva, se acompañe de una mejora en la gestión de ventas, de modo que puedan ganar mercados nuevos y recuperar perdidos; de modo que la implementación de centros de distribución sea realmente de utilidad para la empresa a futuro.

Para poder desarrollar una marca que pueda competir con marcas tan fuertemente posicionadas como son las de la competencia de EPACEM S.A., la empresa deberá primero alcanzar una madurez en su gestión de cadena de suministro orientada a la medición constante de métricas de desempeño.

Recomendaciones

Para mantener una buena gestión de cadena de suministro, se recomienda la elaboración de un SCORCard más completo, que se lleve continuamente y recoja data que se recolecte de manera oficial mediante sistema, formatos ó cualquier medio que permita que información de cumplimiento y costos logísticos sean trazables a lo largo de la cadena de suministro.

Se recomienda que el sistema de información recoja data relevante para evaluar a niveles gerenciales los diferentes desempeños de la empresa, más allá del tema netamente financiero, tal como información de gestión de cadena de suministro, información de la demanda, etc. Además debe hacerse una campaña de concientización del valor de datos reales, antes que datos “buenos”, para que las personas no teman alimentar el sistema con información de malos desempeños y no los escondan, de modo que se pueda encontrar donde están las oportunidades de mejora.

Si es que se decide llevar a cabo la propuesta de implementación de centros de distribución, es de vital importancia que comiencen a utilizar mejores prácticas como la consolidación de pedidos, volviéndose más interesantes para el cliente, y así reduzcan sus costos logísticos significativamente. Práctica que debe ir acompañada de la implementación de técnicas de consolidación y de la decisión de adquirir una flota propia, o contratar un servicio logístico más completo, asegurando que este tenga buenas prácticas de negocio como son cálculos de rutas más cortas, etc.

REFERENCIAS

- Arcos, J. (31 de Octubre de 2012). Director de Talento Humano, Grupo EPACEM. Entrevista No. 1. (C. Dueñas, Entrevistador) Quito, Pichincha, Ecuador.
- Arcos, J. (25 de Enero de 2013). Director de Talento Humano, Grupo EPACEM. Entrevista No. 2. (C. Dueñas, Entrevistador) Quito, Pichincha, Ecuador.
- Ayers, J. (2006). Handbook of Supply Chain Management (2ª edición ed.). Boca Raton, Estados Unidos: Taylor & Francis Group.
- Ballou, R. (2004). Logística: Administración de la cadena de suministro (5ª edición ed.). México D.F., México: Perason Educación.
- Beamon, B., & Chen, V. (2001). Performance Analysis of Conjoined Supply Chains. International Journal of Production Research , 39 (14).
- Borrego, D. (23 de Febrero de 2009). ¿Cómo elaborar un diagrama de causa-efecto? Recuperado el 5 de Mayo de 2013, de Herramientas para PYMES: <http://www.herramientasparapymes.com/%C2%BFcomo-elaborar-un-diagrama-de-causa-efecto>
- Burneo, J. (25 de Marzo de 2013). Jefe de Logística y Bodegas de EPACEM S.A. Entrevista No. 1. (C. Dueñas, Entrevistador)
- Canchiña, Á. (22 de Noviembre de 2012). Gerente de Producción EPACEM S.A. Entrevista No. 1. (C. Dueñas, Entrevistador) Santo Domingo, Santo Domingo de los Tsachilas, Ecuador.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2007). Supply Chain Management: strategy, planning and operation (3ra edición ed.). New Jersey, USA: Pearson Education, Inc.
- Cisneros, P. (2008). Universidad San Francisco de Quito. Clase de Ingeniería Industrial. Quito: Primer semestre 2008-2009.
- Cordovez, M. (31 de Octubre de 2012). Jefe Dpto. de Compras de EPACEM S.A. Entrevista No. 1. (C. Dueñas, Entrevistador) Quito, Pichincha, Ecuador.
- Dueñas, N. (18 de Marzo de 2011). Director de Consultoría para Latinoamérica, Azurian. Entrevista No. 1. (C. Dueñas, Entrevistador) Bogotá, Cundinamarca, Colombia.
- Dueñas, N. (22 de Octubre de 2012). Director de Consultoría para Latinoamérica, Azurian. Entrevista No. 2. (C. Dueñas, Entrevistador)

- Dueñas, N. (5 de Marzo de 2013). Director de Consultoría para Latinoamérica, Azurian. Entrevista No. 3. (C. Dueñas, Entrevistador)
- Dueñas, N. (8 de Marzo de 2013). Presidente de FEDAPAL. Entrevista No. 1. (C. Dueñas, Entrevistador)
- EPACEM S.A. (2012). División Agrícola. Recuperado el 02 de Noviembre de 2012, de EPACEM:
http://www.epacem.com.ec/web/index.php?option=com_content&view=article&id=87&Itemid=64#
- EPACEM S.A. (2012). Historia. Recuperado el 2 de Noviembre de 2012, de EPACEM:
http://www.epacem.com.ec/web/index.php?option=com_content&view=article&id=78&Itemid=113
- EPACEM S.A. (2012). Nuestra División Industrial. Recuperado el 02 de Noviembre de 2012, de EPACEM:
http://www.epacem.com.ec/web/index.php?option=com_content&view=article&id=87&Itemid=64#
- EPACEM S.A. (2012). Quiénes Somos. Recuperado el 02 de Noviembre de 2012, de EPACEM:
http://www.epacem.com.ec/web/index.php?option=com_content&view=article&id=75&Itemid=291
- Ferreira Silva, F., & Serra, D. (2007). A Capacitated Facility Location Problem with Constrained Backlogging Probabilities. *International Journal of Production Research* , 45 (21).
- Francis, J. (2008). Benchmarking tutorial. Recuperado el 17 de Noviembre de 2012, de Supply Chain Council: <http://supply-chain.org/resources/scormark/tutorial>
- Georgise, F., Thobe, K.-D., & Seifert, M. (2012). Adapting the SCOR Model to Suit the Different Scenarios: A Literature Review & Research Agenda. *International Journal of Business and Management* , 7 (6).
- Ghiani, G., Laporte, G., & Musmanno, R. (2004). *Introduction to Logistics Systems Planning and Control* (1ª edición ed.). West Sussex, England: John Wiley & Sons Ltd.
- Gómez Coello, E. (31 de Octubre de 2012). Ex Gerente de Ventas Nacionales de EPACEM S.A. Entrevista No. 1. (C. Dueñas, Entrevistador) Quito, Pichincha, Ecuador.
- Hillier, F., & Lieberman, G. (2006). *Introducción a la Investigación de Operaciones* (8ª edición ed.). México D.F., México: McGraw-Hill Interamericana .

- Huerta Navarro, D. (2008). Rediseño Estratégico y Desarrollo Organizacional. Experiencias de un hotel en Varadero. Recuperado el 05 de Mayo de 2013, de Plusformación, tu red social educativa:
<http://www.plusformacion.com/Recursos/r/rediseño-estrategico-desarrollo-organizacional-experiencias-hotel-varadero-0#bibliograa>
- La Londe, B., & Masters, J. (1994). Emerging Logistics Strategies: Blueprints for the Next Century. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management* , 24 (7), 35-47.
- Latin America Logistics Center . (2004). Reporte Benchmarking: Indicadores de desempeño logística en América Latina.
- Mentzer, DeWitt, Keebler, Min, Nix, Smith, y otros. (2001). Defining Supply Chain Management. *Journal of Business Logistics* , 22 (2).
- Montgomery, D. (2007). Control Estadístico de la Calidad (3ª edición ed.). México D.F., México: Limusa Wiley.
- Navarrete, D. (2011). Universidad San Francisco de Quito. Clase de Calidad Total. Quito: Segundo semestre 2010-2011.
- Niebel, B., & Freivalds, A. (2004). Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo (11ª edición ed.). México D.F., México: Alfaomega Grupo Editor S.A.
- Oil World Annual. (2012). Economía y Mercado: Estadísticas Mercado Nacional. Recuperado el 23 de Enero de 2013, de Fedepalma:
http://portal.fedepalma.org//documen/2012/ofertayconsumoaparente_mundial.pdf
- Oil World ISTA Mielke GmbH. (22 de Marzo de 2013). Oil World Monthly, Highlight of This Issue. Recuperado el 8 de Febrero de 2013, de Oil World:
<http://www.oilworld.biz/app.php?fid=1051&fpar=YToyOntzOjEzOiJQdWJsaWNhdGlvbkljtzOjQ6lkgxMDgiO3M6NDoiVHlwZSI7aToxO30%3D&isSSL=0&aps=0&blub=855fe4fad45d206874d80fd5f811b4b7>
- Reich, R. (2 de Abril de 2012). Gerente de Ventas Internacionales de EPACEM S.A. Entrevista No.1. (C. Dueñas, Entrevistador) Quito, Pichincha, Ecuador.
- Salgado, J. (23 de Febrero de 2011). Gerente General EPACEM S.A. Entrevista No. 1. (C. Dueñas, Entrevistador) Quito, Pichincha, Ecuador.
- Salgado, J. (25 de Enero de 2013). Gerente General EPACEM S.A. Entrevista No. 3. (C. Dueñas, Entrevistador) Quito, Pichincha, Ecuador.
- Supply-Chain Council. (2006). Supply Chain Operations Reference Model SCOR®, Version 8.0 (1ª edición ed.). Supply-Chain Council, Inc.

Supply-Chain Council, I. (2010). Supply Chain Operations Reference (SCOR®) model. Overview - Version 10.0. Cypress, Estados Unidos de América: Supply-Chain Council, Inc.

Tompkins, J., White, J., Bozer, Y., & Tanchoco, J. (2003). Facilities Planning (3ª edición ed.). United States of America: John Wiley & Sons Inc.

Vallim Filho, A., & Fares Gualda, N. (2006). Distribution center location: adding value to the supply chain. RIRL2006 .

Wisner, J. D., Tan, K.-C., & Leong, G. (2009). Principles of Supply Chain Management (2da edición ed.). Mason, Ohio, Estados Unidos: South-Western Cengage Learning.