

DISEÑO Y REEVALUACIÓN DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN EN COLOMBIA

Abstract

El caso que se desarrolla a continuación muestra diferentes aspectos conceptuales y metodológicos que deben ser tenidos en cuenta durante el diseño / rediseño de una red de distribución. Es de notoria importancia para cualquier compañía productora y comercializadora dentro de su estrategia corporativa realizar un dimensionamiento y estructura correcta de la red logística de distribución en términos del número locaciones, incluyendo bodegas, plataformas y centros de distribución, considerando como inductores de los mismos el movimiento de producto generado a través de la red por la demanda de los clientes y sus previsiones de crecimiento de la compañía. Este caso ha sido desarrollado utilizando IBM LogicNet Plus XE[®], como herramienta de soporte, con el fin de ilustrar algunos conceptos fundamentales de análisis de redes. LA COLINA es un nombre ficticio para la compañía en la cual se desarrolla el análisis y el material para este caso es basado en nuestra experiencia profesional.



1 Contexto

Productos LA COLINA es una compañía fundada en 1969 que elabora y distribuye productos alimenticios con gran éxito y presencia en el mercado. LA COLINA, atiende cerca de 7.000 clientes en el país y maneja cerca de 750 referencias. Originalmente arrancaron con una planta en Cali para productos alimenticios solidos pero hoy en día cuentan con una en Manizales y otra en Bogotá y sus líneas de producción se han ampliado y diversificado notoriamente. Su participación de mercado ha crecido a lo largo de los años y en particular ha tenido un aumento muy importante en los últimos 5 años. Actualmente cuenta con un centro de distribución en cada ciudad donde tiene una planta, adicionalmente en dos recientes en Medellín y en Barranquilla

El estudio se realiza con el fin de analizar diferentes opciones de configuración de la red para encontrar la más adecuada a las necesidades de la compañía y con la que se puedan generar ahorros potenciales contundentes.

2 El sistema

2.1 Descripción

A pesar de la evolución en el mercado que ha realizado durante los últimos años LA COLINA su red de distribución de producto terminado se ha mantenido prácticamente igual desde hace casi 15 años. Las nuevas ciudades que se atienden, simplemente se adicionan al centro de distribución más cercano y a todas se hace distribución directa. La junta directiva consciente de ello y acogiendo una propuesta del nuevo vicepresidente de logística desean realizar un estudio con el fin de evaluar alternativas y nuevas opciones para rediseñar su red de distribución y adaptarla a la nueva realidad del mercado. El rediseño no sólo incluye la posibilidad de abrir nuevos centros de distribución, sino reasignar clientes o ciudades a los nuevos centros de

distribución y además la posibilidad de tener bodegas de distribución secundarias que sean atendidas por los centros de distribución actuales.

La figura 1, muestra la configuración actual de la red con las ciudades que atiende cada centro de distribución.

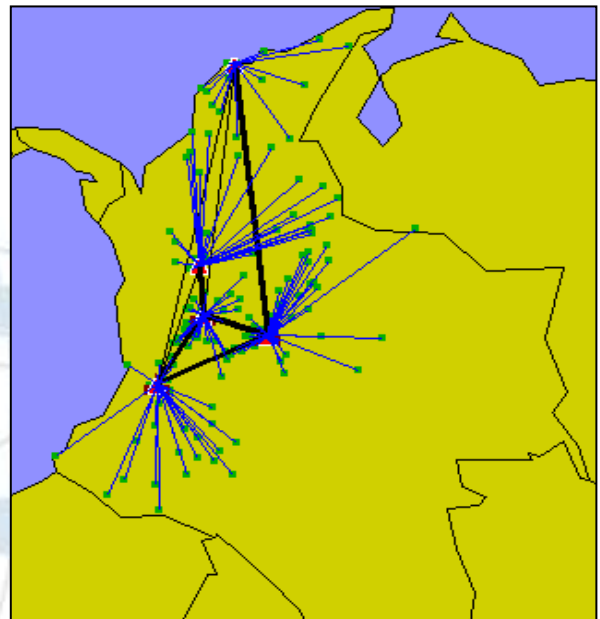


Figura 1: Configuración actual de la red.

El objetivo es entonces rediseñar la red de distribución minimizando el costo total de operarla, incluyendo costos de transporte, inventario, operación, construcción y adecuación de bodegas. Para ello se necesita determinar cuántas bodegas abrir, dónde deben operar, que tamaño deben tener y que ciudades debe atender cada una.

3 Metodología de estudio

Para soportar la decisión, se decidió construir un modelo utilizando el software IBM LogicNet +XE, el cual representará de manera básica la red de distribución, modelando los elementos fundamentales del sistema, para evaluar diferentes configuraciones del mismo.

3.1 Modelo en IBM Logic Net +XE

Se modelaron cada uno de los componentes del sistema. Dentro de los parámetros y restricciones modeladas se incluían:

- » **Plantas:** se asume que las plantas no se van a mover y seguirán operando como en la actualidad. Así mismo los costos de producción no se consideran ya que al examinar su estructura se determinó que no eran diferentes entre las plantas cuando algún producto se elabora en dos plantas, por lo que incluirlos, no cambiaría la decisión. Además algunos otros productos sólo se producen en una sola planta por lo que no afectaría incluir su costo ya que no hay posibilidad de otro origen.
- » **Productos:** las diferentes líneas de productos se han decidido agrupar en cuatro familias que se denominarán *sólidos, café, aceites, polvos*. Ello basado en su origen, su comercialización, su embalaje y su consumo. Como costo de manejo de inventarios se utilizó el 21.5% /año del valor del producto. Esto incluye: costos de capital, seguros y similares. Así mismo para cada línea, se calculó un volumen promedio ponderado de la unidad típica de movimiento, que principalmente es cajas. La unidad de peso que se decidió modelar es Kg, por lo que la información de la demanda esta expresada en ella.
- » **Demanda:** un año se consideró que capturaba las principales variaciones de la misma, además que representaba un periodo de operación y planeación razonable.
- » **Clientes:** si bien existen clientes en una misma ciudad con patrón de atención diferente (ejemplo supermercados vs tiendas) la gran mayoría presentan un comportamiento similar. Así mismo teniendo en cuenta que no se estaba analizando el problema de distribución local, los clientes se han decidido

agregar según su ciudad. A pesar que se visitan más de 450 municipios, solo se han considerado aquellos cuya demanda anual superara las 10 toneladas; los de menor demanda se asignaban al municipio más cercano. Para algunas zonas lejanas se definieron puntos especiales y por su extensión, Bogotá y Medellín fueron separados cada uno en dos puntos. De esta manera el total de los 7.000 clientes se redujeron a 138 municipios.

- » **Transporte:** modelar tarifas de transporte terrestre es uno de los elementos más complejos en Colombia. No sólo por la topografía del país, sino fundamentalmente por la informalidad y falta de información precisa. Aunque la compañía transporta directamente sus productos, estimar que fracción del costo corresponde a una ruta específica es una información que pocas veces se tiene registrada con precisión. Se recolecto información del valor del flete y la distancia de todos los arcos posibles, cotizando con tres proveedores independientes. Con esta información se establecieron regresiones que tenían r^2 superior a 0.74. Para cada tramo se establecieron tarifas por distancia con la relación encontrada ajustada por un factor de distancia de 1.35, sobre la distancia geostacional. Para distribución primaria se utilizan tractomulas de 5 y 6 ejes y doble troques; y para distribución a los clientes camiones de 4.5 y 2.5 ton.
- » **Bodegas:** en las bodegas actuales se consideran fundamentalmente las siguientes características:
 - Costo de apertura: este incluye el costo de adecuación, montaje e instalación así como otros costos fijos de una bodega. Así mismo costos de impuestos y capital, en la cantidad que se estime corresponde a la depreciación y

operación de un año que es el periodo de análisis que se está considerando.

- Costo de operación: este costo incluye el costo de arrendamiento, operación, servicios públicos y otros que cambian según el tamaño de la bodega.
- Costo de mano de obra: este costo incluye la mano de obra directa y costos variables que dependan de la cantidad de mercancía que maneje el centro de distribución.
- Rotación de inventario: en la actualidad se manejan alrededor de 10 días de inventario promedio. Aunque algunas referencias tienen mayor rotación que otras y algunos centros también, se consideró que una manera uniforme de representarlos era manteniendo una rotación similar entre diferentes bodegas, aunque diferentes por familia de producto.
- Capacidad: la capacidad de la bodega sólo incluye el volumen efectivo para almacenamiento y se considera en m³. Se consideró una altura aprovechable máxima promedio de 5 metros. Así una bodega de 1000 m³, sería un área aproximada de 200 m² efectivos.
- En el modelo original se tienen en cuenta los cinco centros actuales. En las alternativas de evaluación se consideran un total de 24 sitios potenciales posibles donde se considera tiene sentido operar eventualmente bodegas o centros de distribución. Estos incluyen: Buga, Popayán, Pasto, Pereira, Armenia, Ibagué, Neiva, Bucaramanga, Cúcuta, Socorro, Valledupar, Barrancabermeja, Magangué, Villavicencio, Zipaquirá, Duitama, Sincelejo, Montería y Cartagena.

4 Resultados

4.1 Resultados situación base

El primer análisis que se conduce en este tipo de estudios tiene que ver con la validación y representación de la situación actual. Hay que

recordar que es un modelo y no la realidad, pero se debe tener en cuenta que los elementos fundamentales de costos y flujos de la red queden razonablemente representados. Validaciones sobre distancias, costos de operación y transporte, inventarios y otros se realizaron aunque aquí no se presentan.

La validación que se realiza implica no sólo verificar los costos totales, sino también costos parciales de operación y transporte de cada uno de los centros de distribución, así como el movimiento de mercancía. El error máximo que se encontró en el costo de una ruta fue de 10.2%; no obstante el error global agregado fue de 0.95%.

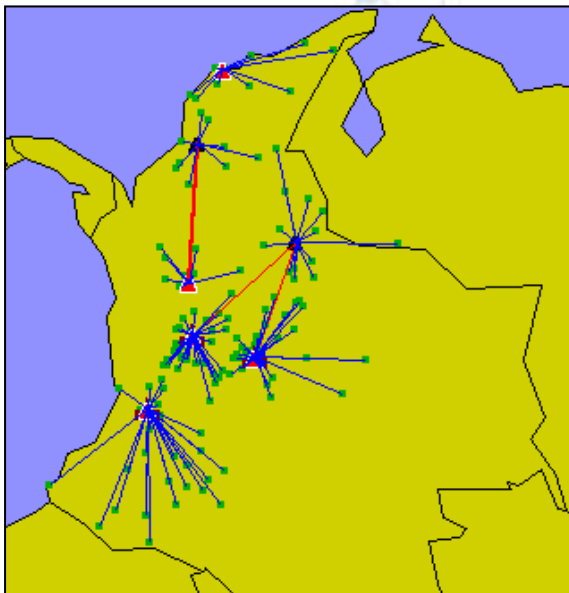
Un resumen básico de los resultados de costos se presenta en la tabla 1.

En cuanto al análisis de resultados, es importante tener en cuenta que más del 66% del costo representa el transporte y que llegar al cliente final representa el 42% del costo total de operación de la red. Es claro que el aumentar el número de bodegas, incrementa los costos de inventario y operación pero debe disminuir el costo de transporte al cliente por encontrarse en mayor cercanía con el mismo.

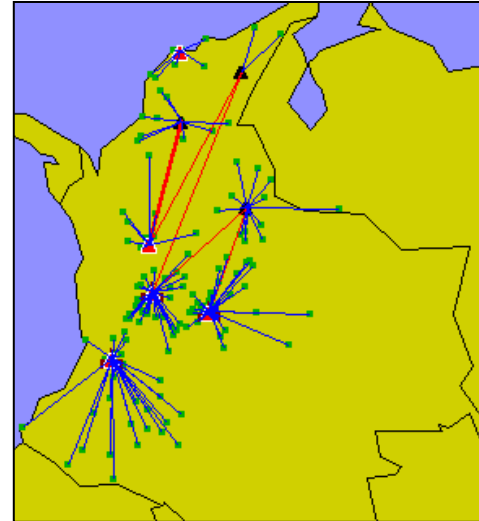
Descripción del Costo	Valor
Costo Transporte Planta – Bodega	\$3,520,603
Costo Transporte Bodega – Bodega	\$0
Costo Transporte Bodega – Cliente	\$5,951,475
TOTAL TRANSPORTE	\$9,472,078
Costo Procesamiento Bod – Bod	\$0
Costo procesamiento Bod – Cte	\$2,669,898
Costo abrir bodega	\$2,067,500
Mant. Inventario – Bodegas	\$4,737,398
COSTO TOTAL	\$18,946,874

Tabla 1: Costos a analizar.

Teniendo esto en mente y con la idea de ampliar la red de distribución, se decide evaluar la posibilidad de abrir más bodegas. No obstante por ahora se decide no cambiar la estructura de centros de distribución primarios actuales por lo que las nuevas bodegas serán atendidas por los centros de distribución actuales. La gráfica 2 presenta una opción con dos bodegas adicionales una en Bucaramanga la cual es atendida desde Manizales y Bogotá y otra en Sincelejo atendida desde Medellín. La gráfica tres muestra una opción con tres bodegas una en Bucaramanga atendida desde Bogotá y Manizales, una en Valledupar atendida desde Medellín y Bogotá y otra en Magangué atendida desde Medellín. Los resultados de costos se aprecian en la tabla 2. Es claro que los costos de mantenimiento de inventario y operación de bodega crecen, sin embargo los costos de distribución al cliente descienden en mayor cantidad, lográndose un ahorro potencial neto que supera los \$550 millones de pesos durante la operación de un año.



Gráfica 2.



Figuras 2 y 3 : Configuración de la red con dos y tres bodegas adicionales.

Descripción del Costo	Tres Bod	Dos Bod
Costo Transporte Planta – Bodega	\$2,858,966	\$3,091,637
Costo Transporte Bodega – Bodega	\$1,158,124	\$869,353
Costo Transporte Bodega – Cliente	\$3,964,582	\$4,201,660
TOTAL TRANSPORTE	\$7,981,672	\$8,162,650
Costo Procesamiento Bod – Bod	\$419,859	\$363,397
Costo Procesamiento Bod – Cte	\$2,662,661	\$2,661,636
Costo Abrir Bodega	\$2,558,500	\$2,390,500
Mantenimiento Inventario – Bodegas	\$5,641,020	\$5,415,533
COSTO TOTAL	\$19.263.712	\$18,893,716

Tabla 2: Comparación de los dos escenarios situación con dos y tres bodegas respectivamente.

En el siguiente escenario se incluyen las bodegas primarias las de Bucaramanga y Pereira, para tener un total posible de 7 primarias y 17

secundarias.

Los resultados de las dos mejores opciones encontradas (gráficas 4 y 5), muestran que se deberían tener entre nueve y diez bodegas. De las bodegas primarias en ambos casos se escogen Bogotá, Cali, Medellín y Barranquilla como lo es en la red actual, sin embargo se eliminaría Manizales y se adicionaría Pereira y Bucaramanga. En las bodegas secundarias se adicionarían Pasto, Valledupar y Sincelejo en ambas opciones y adicionalmente Neiva en la opción de diez bodegas. En ambos casos Bogotá es la única que presenta un volumen de 8.000 m³ ya que el resto son bodegas pequeñas de 1.500 m³, y Cali de 2.000 m³.

Los costos (tabla 3), muestran ahorros potenciales con respecto a la red actual de alrededor de \$1.300 millones por año, siendo una vez más el ahorro más importante el concerniente al transporte a cliente final a pesar del incremento en el costo de manejo y operación de bodegas.

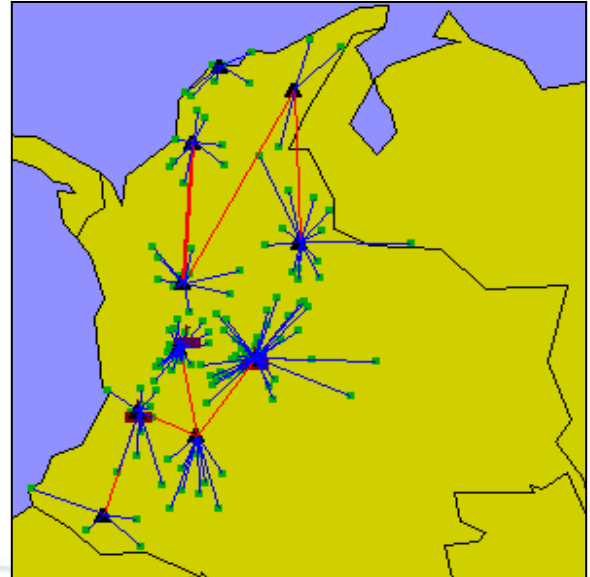
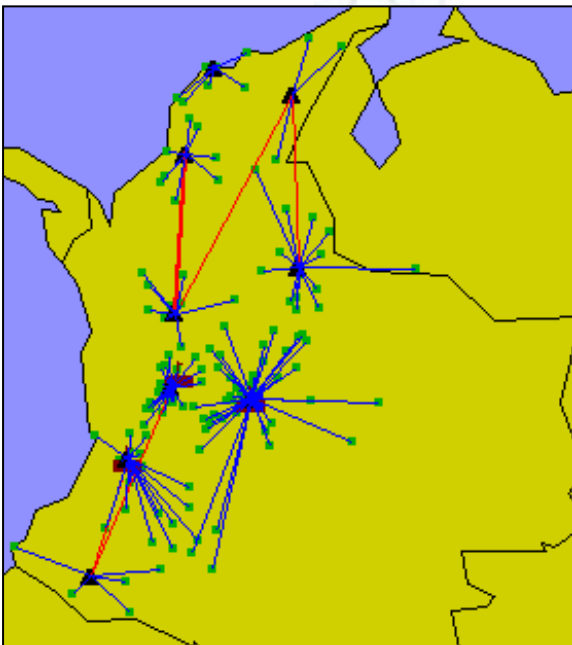


Figura 4 y 5: Configuración de la red con dos y tres bodegas adicionales.

Descripción del Costo	Nueve Bod	Diez Bod
Costo Transporte Planta – Bodega	\$3,366,626	\$3,253,568
Costo Transporte Bodega – Bodega	\$658,080	\$764,508
Costo Transporte Bodega – Cliente	\$3,681,311	\$3,476,751
TOTAL TRANSPORTE	\$7,706,017	\$7,494,827
Costo Procesamiento y Mantenimiento B - B	\$260,716	\$332,888
Costo Procesamiento Bod – Cte	\$2,662,826	\$2,661,991
Costo abrir bodega	\$2,275,000	\$2,450,000
Mantenimiento Inventario - bodegas	\$5,198,542	\$5,444,879
COSTO TOTAL	\$18,103,101	\$18,384,585

Tabla 3: Comparación de dos escenarios situación con nueve y diez bodegas respectivamente.

Es importante tener en cuenta que se podrían escoger hasta 24 bodegas, pero esto incrementaría los costos de manera lo que implicaría que el ahorro potencial en transporte al cliente final se perdería.

Convencidos de las posibles mejoras se decidió evaluar otra opción que considerara un número y tamaño “libre” de bodegas pero que no se tuviese que realizar distribución secundaria sino solo distribución directa desde las plantas a las bodegas que se decidan abrir y desde estas al cliente final; ello en razón a que los costos de transporte y manejo entre bodegas aparecían relativamente altos. Los resultados de esta alternativa (gráficas 6 y 7), muestran en las dos mejores opciones encontradas un total de diez bodegas. Barranquilla, Bogotá Bucaramanga, Medellín, Pereira, Valledupar y Popayan aparecen en ambas opciones. En una de las alternativas no aparece Cali pero si Buga. Las otras nuevas bodegas son en un caso Magangué y Zipaquirá y en el otro Sincelejo, Duitama y Valledupar. En estas opciones tanto el costo de transporte como el de operación de bodegas es el más bajo de todos.

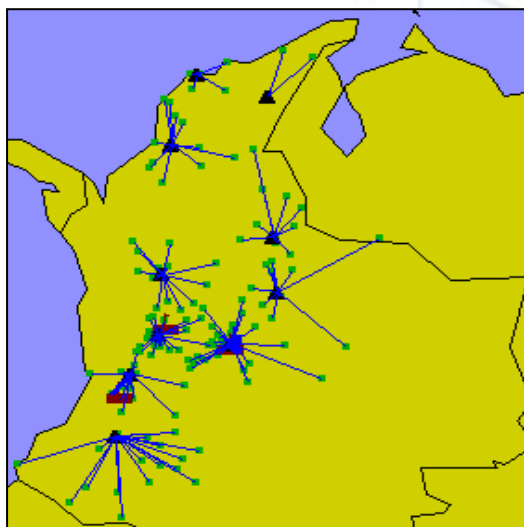


Figura 6: Configuración de la red con diez bodegas opción A, incluyendo Cali.

Claro en este último se debe tener en cuenta que en algunas de las bodegas actuales se debe reducir el tamaño lo que conllevaría unos ahorros algunas veces difíciles de obtener. Los ahorros potenciales (tabla 4) en transporte podrían alcanzar 2.000 millones de pesos por año si toda la estructura se lograra ajustar a la nueva configuración, valor que justificaría la apertura de nuevas bodegas.

Descripción del Costo	DIEZ - CALI	DIEZ - BUGA
Costo Transporte Planta – Bodega	\$3,961,531	\$3,958,849
Costo Transporte Bodega – Bodega	\$0	\$0
Costo Transporte Bodega – Cliente	\$3,331,222	\$3,290,238
TOTAL TRANSPORTE	\$7,292,753	\$7,249,087
Costo procesamiento Bod - Bod	\$0	\$0
Costo mantenimiento Bod – Cte.	\$2,658,702	\$2,650,307
Costo Abrir Bodega	\$2,246,500	\$2,218,500
Mantenimiento Inventario - Bodegas	\$4,905,202	\$4,868,807
COSTO TOTAL	\$12,197,955	\$12,117,894

Tabla 4: Comparación de dos escenarios situación con diez bodegas opción A y opción B.

5 Conclusiones y recomendaciones

- » En general se está de acuerdo con que se deben adicionar nuevos centros de distribución a la red. Esto además es consecuente con la mejora en el servicio al cliente que se lograría al tener mayor cercanía así como presencia en nuevas ciudades.
- » Bucaramanga siempre apareció en todas las opciones evaluadas, por lo que es un candidato seguro para operar. En la zona norte del país siempre surgía al menos una nueva Bodega, bien sea Sincelejo, Valledupar o Magangué. Por razones de seguridad, otras facilidades y crecimiento potencial se decidió inicialmente escoger Valledupar, con posibilidades de abrir una nueva bodega en cualquiera de las otras ciudades, dependiendo de la evolución del mercado.
- » En la zona centro aparecía una nueva opción bien sea Duitama o Zipaquirá. Esta última tiene el atractivo adicional de que algunos envíos podrían hacerse directamente desde las plantas y allí consolidar carga para hacer distribución secundaria y enviar a los otros centros de distribución, sin tener que pasar por Bogotá -hecho que cada día es más complejo- y que permitiría a esta última concentrarse más en su zona. Otros análisis adicionales con respecto a facilidad de transporte, instalaciones e impuestos complementarían la decisión sobre que opción escoger.
- » Al sur del país nuevamente aparecía una nueva bodega bien sea Pasto o Popayán, inicialmente se prefiere Popayán, pero se determinará cual escoger dependiendo de las posibilidades de instalaciones que se encuentren, así como arreglos o negociaciones que se puedan establecer con los proveedores de transporte desde las diferentes ciudades.
- » Con respecto a Manizales o Pereira, si bien se es consciente que esta última podría

representar una mejor ubicación, por tradición en la ciudad, en razón a que en Manizales se encuentra ubicada la planta principal y a la dificultad de mover el centro de distribución que es de instalaciones propias, se decide permanecer allí, no sin advertir que se evaluará en el mediano plazo la opción de operar una bodega desde allí aun manteniendo la de Manizales.

- » Aunque Buga apareció en una posibilidad, no se piensa mover el centro de distribución de Cali ya que los beneficios económicos no son sensibles, además que las instalaciones son propias.
- » En síntesis se adicionarán por ahora, cuatro bodegas más que en principio serán de distribución directa ya que al parecer es relativamente fácil consolidar carga para ello, manteniendo un flujo de envíos razonable desde las fábricas a todas ellas. Se tiene la duda si Popayán tiene suficiente facilidad de transporte por lo que no se descarta que esta sea atendida desde Cali. Para todos los casos se complementaría la decisión de ser primaria o secundaria, dependiendo de las negociaciones con los posibles proveedores de transporte.
- » Son claros los beneficios que se derivan de analizar integralmente la red de distribución. Aquí se evidenció una manera de mejorar el servicio al cliente, reduciendo sensiblemente los costos *totales* de operación y no sólo los costos locales de una opción, o los costos de transporte asociados a una sólo bodega. Analizar sistémicamente la red de suministro es una labor que debe hacer periódicamente una organización.
- » Otros análisis que se realizaron pero que aquí no se presentan, incluyen la determinación del costo de mover y manejar los diferentes productos a lo largo de toda la red. Esto asociado a los márgenes de cada línea de producto, provee nuevas ideas sobre la

verdadera rentabilidad de un producto, ya que los promedios suelen ocultar los costos que inducen cada producto a lo largo del todo el sistema.

- » De manera similar, la cuantificación de costos de visitar las diferentes ciudades es fundamental. Muchas veces se argumenta que por “presencia” y servicio al cliente se debe hacer distribución directa a todas las ciudades sin medir los costos que ello implica. Un análisis juicioso de esta situación suele revelar nuevos detalles que justificarían evaluar una distribución secundaria o con distribuidores o terceros para algunas zonas o regiones, ello claro sin perder la información sobre las demandas y necesidades del consumidor y no solo mantener información del canal.

6 *Inquietudes Adicionales*

- » ¿Soportará esta estructura el futuro crecimiento que la compañía desea alcanzar?
- » ¿Cómo se modificaría si se introduce una nueva línea de productos importados la cual se espera arribe fundamentalmente por Barranquilla y Buenaventura?
- » Si se incluyeran en más detalle los costos de producción ¿cambiaría la configuración de la red?
- » ¿Cómo incluir los proveedores principales de materia prima?
- » ¿Cómo afectaría esto la red?

7 *Acerca de Decisiones Logísticas*

- » Decisiones Logísticas es una compañía con más de 6 años de experiencia, que ofrece servicios de consultoría especializada en diseño y planeación de operaciones en la cadena de suministro y de rediseño del esquema de atención a clientes
- » Como rediseño del esquema de atención a clientes se incluyen: aumento de la productividad por punto de atención, estimación de capacidad, definición de la promesa de servicio, sincronización y alineación de los recursos con la demanda, redefinición de tareas y funciones, diseño de la sucursal o del centro de atención, entre otros.
- » Ofrece una sólida base de conocimiento en estrategia operacional, soportada en el uso de herramientas de diseño que brindan un poder analítico diferencial, por medio de evaluación de escenarios de atención y sus implicaciones en servicio y costos de servir
- » DL utiliza como soporte tecnologías en análisis de decisión, con fundamento en modelaje matemático de última generación, líderes mundiales en sus respectivas áreas.
- » Expertos y líderes en la región Andina en el uso de tecnología de simulación y optimización de redes, DL ha adelantado estudios con uso de esta tecnología más que ninguna otra compañía en la región.
- » Cuenta con un equipo elite de ingenieros, que acumula experiencia en análisis y diseño de operaciones y procesos logísticos.
- » Experiencia, técnica gerencial y práctica garantiza soluciones con preciso análisis y gran aplicabilidad.