

# DISEÑO DE UNA HERRAMIENTA PARA LA EVALUACION DE LA CALIDAD DE SERVICIO DE OPERADORES LOGISTICOS

## DESIGN OF A TOOL FOR THE SERVICE QUALITY EVALUATION OF LOGISTICS OPERATORS

ALEJANDRO VEGA MUÑOZ <sup>1</sup>  
HERNALDO REINOSO ALARCON <sup>2</sup>

Universidad Católica de la Santísima Concepción, Concepción, Chile  
Universidad de Concepción, Concepción, Chile

### RESUMEN

En este Estudio se presenta el problema de Evaluación de la Calidad de Servicio en el ámbito de acción de los Operadores Logísticos (*Third Party Logistics*), considerando tanto los niveles de eficacia interna como externa. Este problema será abordado mediante conceptos y técnicas aportadas por la calidad de servicio y la gestión logística, en relación con la subcontratación de servicios a los operadores logísticos (3PL).

Se propone el Diseño de una herramienta específica de evaluación de la calidad de servicio de los operadores logísticos, que integra elementos de eficiencia interna de los componentes esenciales de un sistema logístico, con elementos de eficiencia externa aportados por las dimensiones clásicas de calidad de los servicios; con el objeto de probar si la calidad percibida por los clientes de los operadores logísticos es igual o superior a la calidad que éstos esperan, además de conocer si los directivos de las empresas de externalización de servicios logísticos tienen una completa claridad de la calidad esperada por los clientes, al momento de tomar decisiones respecto del servicio brindado.

Dicha herramienta ha sido aplicada a 2 operadores logísticos (3PL) de la VIII Región de Chile, pudiendo concluir que en sólo uno de los dos casos existía evidencia que la calidad percibida por sus clientes, en términos generales, era igual o superior a la calidad que éstos esperaban. Y en relación, con la completa claridad de la calidad esperada por los clientes, por parte de los directivos de los operadores logísticos, al momento de tomar decisiones respecto del servicio brindado, no existe evidencia que permita señalar que esta hipótesis es cierta, en ninguno de los dos casos.

**Palabras Claves:** Calidad de Servicio, Gestión Logística, Operadores Logísticos.

<sup>1</sup>Magister (c) en Ingeniería Industrial por la Universidad de Concepción, Profesor Auxiliar Universidad Católica de la Santísima Concepción, [alejandrov@ucsc.cl](mailto:alejandrov@ucsc.cl), 41-735331, fax 41-735300.

<sup>2</sup>Doctor en Ingeniería de Sistemas y Computación por la Universidad Federal de Río de Janeiro, Profesor Asociado Universidad de Concepción, [hreinoso@udec.cl](mailto:hreinoso@udec.cl), 41-203624.

## 1. INTRODUCCION

Según Ballou (1991), la época de los 50 y 60 del siglo pasado marcó el desarrollo de la Logística en términos teóricos y prácticos. El clima económico reinante tras el corto apogeo post segunda guerra mundial y la recesión en la década de 1970, producto de los aumentos de las tasas de interés y el incremento de los costos de energía, colmó de grandes exigencias el ámbito industrial, el que necesitó de herramientas que le permitieran alcanzar mayores productividades. Estas herramientas eran las que proporcionaba la logística (entre otras actividades primarias), denominada por esto: la última barrera para la reducción de costos. Este mayor interés por las actividades logísticas es lo que genera su nacimiento, como una disciplina de negocios, alejándose de su origen militar (Lambert, Stock, Ellram, 1998).

Ya en la Era del Conocimiento, el crecimiento de las redes globales ha implicado una celeridad de respuesta requerida por los clientes, así las empresas deben responder en "tiempo real" a sus demandas de productos, las que se originan en puntos distantes del planeta y por las que compiten proveedores de clase mundial, los que buscan en la logística una fuente de diferenciación, imponiendo a su vez mayores exigencias en términos de calidad (Lambert, Stock, Ellram, 1998). Así, en el ambiente competitivo actual, las empresas se han enfocado a mejorar el desempeño de su cadena de suministros, más allá del enfoque tradicional de precio y calidad (Gaytán, Trujillo, Arroyo, Wójcik, 2002). Además, este cambio en el ambiente de negocios ha generado que las definiciones de servicio logístico basadas en las operaciones hayan evolucionado. El concepto básico de logística llegó a ser inadecuado para expresar completamente el valor creado por ésta (Mentzer, Flint, Kent, 1999).

Además de esto, hoy en día, el sector servicios ha experimentado un fuerte crecimiento en la economía mundial, alcanzando en Chile niveles por sobre el 50% del PIB. Ello implica que gran parte de las actividades realizadas por las empresas se han externalizado.

En esta evolución mundial la logística no ha sido la excepción. El crecimiento de la subcontratación en el área logística se atribuye a la apertura de la reglamentación del transporte, al enfoque de las competencias básicas, a la reducción de inventarios y a los mejores programas de computadora dedicados al manejo logístico (Chase, Aquilano, Jacobs, 2002) y en el desarrollo exitoso de este proceso de subcontratación es primordial el rol desempeñado por los operadores sobre las actividades de la gestión logística, las que se mencionan más adelante (Durán, Gutiérrez, Sánchez, 2001). En el último estudio anual sobre operadores logísticos 3PL, de Cap Gemini Ernst & Young, se puede observar, que existen servicios logísticos bastante sofisticados con altos porcentajes de externalización.

### **Calidad de Servicio y Subcontratación de Operaciones Logísticas.**

Como se ha señalado, la industria de servicios representa en la actualidad uno de los sectores económicos más emergentes en el ámbito mundial, de ahí el creciente interés por estudiar si las diversas disciplinas del conocimiento se encuentran preparadas para enfrentar a la que se podría denominar "la era industrial del servicio". En este punto en particular se presentará una discusión respecto de la forma en que la calidad se encuentra dispuesta a hacer frente a este desafío en función de las nuevas exigencias impuestas por la industria de los servicios.

Para lograr comprender cómo la calidad puede ser una fuerte contribución al desarrollo de la industria de servicios es necesario contextualizar que un servicio es algo distinto de un bien: siendo lo que distingue a los bienes de los servicios es el hecho que los clientes encuentran valor en los servicios sin obtener la propiedad permanente de los elementos tangibles (Lovelock, 1997). Considerando como características relevantes de un servicio: la intangibilidad, la perecibilidad o imposibilidad de almacenamiento; la inseparabilidad, es decir, consumo y producción simultánea, y la variabilidad o imposibilidad de homogenización (Eglier, Langeard, 1989), (Horovitz, 1991), (Stanton, Etzel, Walker, 1996), (Kotler, 2001). Características que serán claves para evaluar como la calidad puede intervenir a favor de los servicios.

Respecto de la calidad y su interrelación con los servicios se puede observar que el usuario o cliente final es un factor preponderante en la definición del concepto de calidad para los principales autores clásicos de esta disciplina, lo cual da paso al establecimiento de una línea específica

de desarrollo de la calidad, conocida como calidad de servicio (Feigenbaum, 1963), (Ishikawa, 1988), (Juran, 1994), (Crosby, 1987, 1999), (Deming citado por Escrig, Camisón, Bou, 2001). La cual considera que los enfoques de la calidad basados en los bienes son de difícil aplicación en términos de un servicio debido a sus características particulares (Grönross, 1994), siendo las que principalmente marcan la diferencia respecto de los bienes la perecibilidad y la inseparabilidad, ya que al efectuarse el consumo junto a la producción, no existe un tiempo a favor para efectuar acciones correctivas previas a la entrega al consumidor. Lo que deja en cierta desventaja a la industria de servicios, respecto de la industria de bienes, debido a que el sector servicios empezó a reconocer la importancia que tenía la calidad varios años después de que lo hizo el sector de manufactura (Evans, 2000).

Así, Kotler (2001) definiendo la calidad en función de los servicios, dice que la calidad es la totalidad de funciones y características de un servicio que atañen a su capacidad para satisfacer necesidades expresas o implícitas. Agregando que podemos decir que el que vende entrega calidad, si su servicio iguala o supera las expectativas del cliente. De esta forma, una empresa que satisface<sup>3</sup> la mayor parte de las necesidades de sus clientes, durante la mayor parte del tiempo, es una empresa de calidad.

Al asumir esta complejidad en la calidad de los servicios es necesario reconocer la importancia de desarrollar un modelo mucho más detallado que los que se utilizan normalmente en calidad de productos (Grönross, 1994). Pero, aún teniendo presente la importancia de la calidad de servicio resulta muy complejo tener una completa claridad del nivel de satisfacción percibida<sup>4</sup> por los clientes, respecto de las decisiones que toman quienes brindan el servicio. Ahora bien, si se tiene en cuenta que la calidad percibida por los clientes lleva a la rentabilidad (Grönross, 1994), entonces, es imprescindible contar con metodologías específicas, para esto. Debido principalmente a que las empresas prejuzgan la motivación del cliente y concentradas en el rendimiento técnico de sus productos e ignorantes de la motivación real de la compra, establecen políticas inadecuadas de calidad de servicio (Horovitz, 1991).

Uno de los modelos de referencia conceptual de gran reconocimiento es el Modelo de Brechas desarrollado por Parasuraman, Berry y Zeithaml (Brown, Fisk, Bitner, 1994). Este modelo establece la diferencia o brecha entre el servicio que un cliente espera y el servicio que percibe recibir, dicha brecha es producto de cuatro deficiencias determinadas en forma empírica, que se pueden establecer entre las etapas que ellos definen para un proceso de servicio, las que se detallan a continuación:

1. Expectativas del cliente y la percepción que la empresa tiene de ellas.
2. Percepción que los directivos tienen de las expectativas del cliente, y las especificaciones o normas de calidad.
3. Especificaciones o normas de la calidad, y la prestación del servicio.
4. Prestación del servicio y la comunicación externa entregada al cliente.

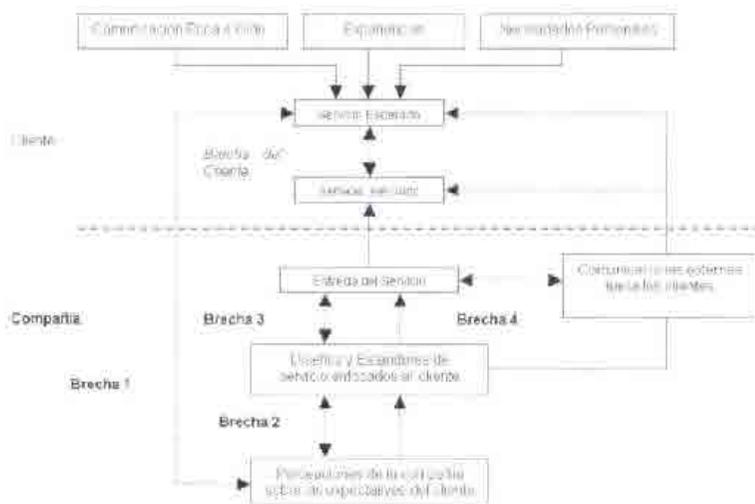
Además, este modelo presenta como los factores que influyen en las expectativas que el cliente tiene del servicio: la comunicación boca a oído, las necesidades personales, las experiencias previas en consumo de servicios y las comunicaciones externas recibidas de los proveedores de servicios. A continuación se presenta una representación esquemática del modelo en la Figura N°1.

En cuanto al desarrollo de herramientas de evaluación se pueden destacar las presentadas por Juran (1994) y Zeithaml, Parasuraman y Berry (1993). Por su parte, Juran (1994) propone la creación de un programa de calidad de servicio con componentes similares a las de una empresa fabril, como una herramienta de evaluación de la calidad en servicios. Pero, no se presentan modelos o herramientas más concretas para el sector de servicios. Siendo por tanto la metodología SERVQUAL, desarrollada por Zeithaml, Parasuraman y Berry, una de las herramientas más utilizadas para llevar a cabo esta comparación es la metodología (Brown, Fisk, Bitner, 1994).

<sup>3</sup>Debe tenerse en cuenta que para algunos autores la satisfacción del cliente se observa como un concepto más amplio, mientras que la evaluación de la calidad de servicio se centra específicamente en las dimensiones de servicio (Zeithaml, Bitner, 2002).

<sup>4</sup>Ante las discusiones conceptuales respecto de las diferencias y semejanzas de la calidad de servicio y la satisfacción del cliente se puede observar que la literatura de calidad de servicio (principal fuente de sustentación de este trabajo) es la que presenta mayores traslapes entre ambos constructos teóricos (Dabhoikar, 1993).

Figura N°1: Modelo de Brechas.



Fuente: adaptado de [Zeithaml, Parasuraman y Berry, 1993] y [Zeithaml, Bitner, 2002].

Esta metodología permite medir las percepciones de los usuarios sobre la calidad de los servicios, basándose en el modelo de Brechas (Zeithaml, Parasuraman y Berry, 1993). Las Dimensiones del Modelo incluyen los siguientes puntos:

1. Fiabilidad: la capacidad de entregar siempre lo que exactamente se prometió.
2. Capacidad de Respuesta: la disposición a ayudar a los clientes y proporcionar servicio rápido.
3. Garantía: los conocimientos y cortesía de los empleados y la capacidad de comunicar buena fe y confianza.
4. Empatía: el grado de interés y atención individual que se presta a los clientes.
5. Elementos Tangibles: las instalaciones y equipos físicos y el aspecto profesional del personal.

A pesar de la gran popularidad de SERVQUAL sus autores reconocen que esta herramienta no efectúa ponderaciones que permitan asignar el grado de importancia relativa de las distintas dimensiones de calidad, en el cálculo de un indicador agregado. Esto hace necesario la incorporación de nuevas componentes que permitan efectuar ponderaciones en función de criterios proporcionados por los propios clientes. Una de las herramientas de decisión, que permite desarrollar escalas de jerarquización de ponderaciones, en función de los requisitos de los clientes, es el proceso de jerarquización analítica (*Analytic Hierarchy Process, AHP*); el cual permite medir la inconsistencia de la escala jerárquica resultante (Chase, Aquilano, Jacobs, 2002).

Para intentar el desarrollo de una herramienta de este tipo y aplicarla a los operadores logísticos es imprescindible comprender el espectro de actividades aglutinadas bajo el concepto de gestión logística. A la fecha existen tantas definiciones como libros y personas dedicadas a ella existen, pero en palabras simples la gestión logística asegura que el producto adecuado, en la calidad adecuada, en la condición adecuada, es despachado al cliente adecuado, al lugar adecuado, en el tiempo adecuado y al costo adecuado (CLM, 1998). Cuyo objetivo es aumentar las ventajas competitivas, captando y reteniendo clientes, para generar un incremento en los beneficios económicos obtenidos por la comercialización y producción de los bienes y servicios; mediante la interacción de actividades, tales como el aprovisionamiento de los insumos, la distribución física de los productos, la gestión de la información, la coordinación de los tiempos de respuestas, el control de los niveles de inventarios, el estudio de la demanda, el servicio al cliente; lo cual se traduce en una tasa de retorno de la inversión más elevada, con un aumento de la rentabilidad de la empresa. (Ballou, 2004), (Lambert, Stock, Ellram, 1998), (Gutiérrez, Prida, 1998).

Dichas actividades se organizan en tres componentes: la logística de suministros, que relaciona a la organización con sus proveedores; la logística de distribución, que establece los nexos entre la organización y sus clientes; y la logística de reversa, que permite el retorno de las transacciones por disconformidad de los compradores o por el término de la vida útil de los bienes (con fines de reincorporación ambiental o productiva). Estas componentes a su vez se relacionan con los flujos logísticos, que permiten los desplazamientos desde o hacia la organización de los bienes, la información y los capitales (Ballou, 2004), (Poirier, 2001), (Durán, Gutiérrez, Sánchez, 2001), (Gutiérrez, Prida, 1998); tal como se esquematiza en la Figura N°2.

**Figura N°2:** Componentes y flujos de la Logística.

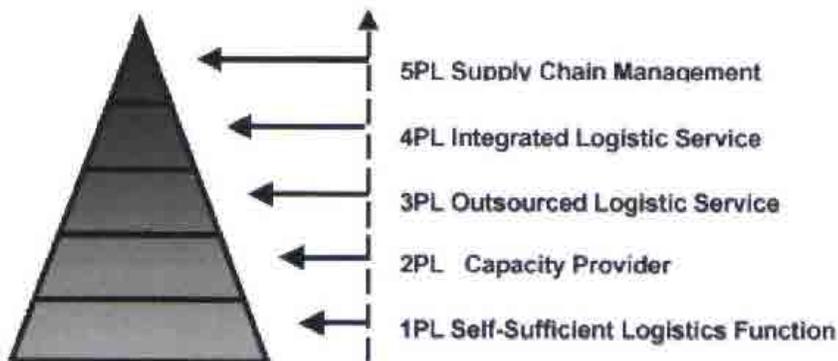


**Fuente:** Elaboración propia.

En este marco de acción los operadores logísticos pueden ser definidos como las empresas que se ocupan de proporcionar servicios logísticos a otras empresas a cambio de una contrapartida económica (Durán, Gutiérrez, Sánchez, 2001).

Las diversas categorías de operadores logísticos, que se presentan en la Figura N°3, reflejan esencialmente la demanda de los productores por poseer y gestionar las funciones de la logística (Lu, Su, 2002), (Poirier, 2001), (Rey, 2005):

**Figura N°3:** Categorías de Operadores Logísticos.



**Fuente:** [Lu, Su, 2002].

Este estudio se centra en los Operadores Logísticos 3PL (contrato logístico con 3 integrantes, *third party logistics*) o externalizador de servicios logísticos, un término bastante amplio que frecuentemente se usa para cubrir negocios de expedidores de cargas o contratos logísticos, pudiendo o no involucrar la propiedad de recursos, ya que ellos pueden externalizar la mayoría de sus capacidades recurriendo a los 2PL's; así en términos de un 3PL las soluciones logísticas son enfocadas mediante la combinación óptima de recursos disponibles de los proveedores de capacidades, esta menor intensidad de recursos les proporciona una mayor agilidad de funcionamiento, por consiguiente ellos tienen ingresos más altos por los recursos empleados.

Esta clase de operadores logísticos realiza todas o una gran parte de las actividades logísticas en la cadena de suministro de un cliente, y su valor agregado está basado en la información y el conocimiento versus un servicio de transporte no-diferenciado al más bajo costo. Su especialización en gestión logística los hace ir en aumento, pues cada vez más compañías necesitan perfeccionar su cadena de suministros, es más, el servicio de los 3PL's es de mayor efectividad, mientras ellos están más cerca del funcionamiento de su cliente, convirtiéndose en un socio más que un proveedor. Esto implica que los 3PL's se tornen indispensables para sus clientes, los que son más renuentes a cambiar su proveedor 3PL que un 2PL, existiendo una lealtad del cliente más alta y por consiguiente una estabilidad de los beneficios.

## La Calidad de Servicio en las Operaciones Logísticas

En términos específicos de servicios logísticos, debido a sus características complejas, es difícil examinar las necesidades de los clientes y crear un sistema coherente con sus requisitos de calidad (Legeza, 2003). En función de esta enorme complejidad es necesario el desarrollo de herramientas específicas de evaluación, donde la calidad esté definida de la misma manera que lo hacen los clientes, como la adecuabilidad para el uso pretendido (Evans, 2000), de otra forma, la gestión de la calidad será conducida de manera totalmente errónea.

La aplicación de modelos de calidad al campo de los servicios logísticos es un terreno poco explorado, principalmente debido a la corta data de la logística como disciplina de negocios. Hasta ahora las herramientas dedicadas a evaluar la Gestión Logística, como el Control Logístico, intentan controlar las actividades planificadas en términos del servicio al cliente (externo) y el costo de las actividades (interno) (Ballou, 2001), (Ballou, 2004).

En relación con la aplicación de las metodologías antes señaladas, en el área de conocimiento de la logística y en función de la eficiencia externa; Mentzer, Flint y Kent (1999) concluyen que es necesaria una conceptualización alternativa para evaluar la calidad de servicio en logística, debido a que estos servicios tienen más dimensiones técnicas o componentes de resultado. Amparados en sus conclusiones desarrollan una escala para medir la calidad del servicio en logística que se orienta hacia dimensiones técnicas o de eventos, metodológicamente equivalente al SERVQUAL, compuesta de 25 reactivos agrupados en 9 dimensiones, tales como: calidad de información, procedimientos para realizar pedidos, cantidades despachadas, entregas a tiempo, exactitud de la orden, calidad de los artículos entregados, entrega sin daños, manejo de las discrepancias del pedido y calidad del personal de contacto.

Pero esta escala fue elaborada para el caso particular de la Agencia de Logística del Departamento de Defensa de los Estados Unidos, y al ser esta una agencia que presta servicio a su propia institución, el trabajo desarrollado por Mentzer, et.al. (1999), corresponde más bien a una escala para evaluar la calidad de servicio en un operador logístico 1PL, a lo que se suma un ambiente altamente jerarquizado y un cliente virtualmente cautivo; por lo que la escala en cuestión brinda desigual importancia a los aspectos técnicos, por sobre el resguardo de la adecuabilidad al cliente.

Más tarde, y basados en este trabajo, Gaytán, Trujillo, Arroyo y Wójcik (2002), desarrollan una escala para evaluar las funciones logísticas de la empresa de autopartes. Mediante reactivos específicos sobre una escala *Likert*, agrupados en 7 dimensiones, definidas como: cumplimiento de compromisos en actividades de logística, compromisos para realizar mejoras en logística, coordinación interna, proceso de órdenes y sus entregas, información sobre existencia de productos, soporte para el envío e información de estatus del pedido.

Sin embargo, la metodología generada permite ejercer un control de calidad de servicio, sobre ciertas funciones logísticas y no sobre un proveedor de estos servicios, siendo entonces su mayor contribución la incorporación, a este proceso evaluativo, del AHP, permitiendo la integración de juicios emitidos por diferentes participantes y la obtención de una jerarquía única y consistente (Gaytán, Trujillo, Arroyo, Wójcik, 2002). Lo anterior es de suma importancia, pues una caza de errores no puede lanzarse en todas las direcciones posibles, siendo fundamental que se realice teniendo en cuenta las prioridades de las mejoras a alcanzar (Horovitz, 1991).

De esta forma, en términos de eficacia externa, se puede observar que en el estudio de la disciplina logística existe a la fecha un bajo nivel de desarrollo de herramientas que permitan evaluarla. Por el contrario, en términos de la eficacia interna, la literatura presenta importantes desarrollos en el área de los indicadores de desempeño logístico, los que principalmente están basados en indicadores que apuntan a cuantificar la productividad que la empresa presenta (Lambert, Stock, Ellram, 1998), (Christopher, 1998), (Kasilingam, 2000), (Legeza, 2003); permitiendo desarrollar auditorías logísticas<sup>2</sup>, para luego ejercer actividades de control, en pos de una mejor dirección de la empresa, exclusivamente en función de un mejoramiento de la eficacia interna, siendo los más exhaustivos, para los fines de este estudio, los indicadores propuestos por Kasilingam (2000) y CEL (2004).

Este carácter dual de la eficacia exige alcanzar un equilibrio entre ambos extremos, al respecto Grönroos (1994) comenta que en las operaciones de servicios una mejora de la eficacia interna puede llevar a un cambio negativo en la calidad externa, por lo que se debe entender que la eficacia externa es al menos tan importante como la eficacia interna.

Así, ante la presencia de herramientas que permitan evaluar la eficacia interna de la empresa y orientar las decisiones de sus directivos, en relación con el actuar de las empresa de servicios, es necesario tener en cuenta que el punto más importante es basar esos desarrollos internos en las características propias de los servicios, para que se tengan en cuenta las interrelaciones producidas entre los efectos externos e internos (Grönroos, 1994). De este modo, es necesario contar con una herramienta específica que funde ambas ópticas permitiendo equilibrarlas, para dar una mayor competitividad a la empresa.

Debido a que no existe evidencia, para afirmar la existencia de una herramienta que reúna las características necesarias para evaluar la calidad de servicio de los operadores logísticos (3PL). A continuación se diseñará una herramienta que permita dar solución al vacío existente en la evaluación de la calidad de servicio de estos operadores; basándose en la metodología de SERVQUAL, aunando los conceptos de eficacia interna y externa, mediante la incorporación de reactivos basados en los conceptos constituyentes de los indicadores de desempeño evaluados comúnmente por las auditorías logísticas; incluyendo además un equilibrio de sus 5 dimensiones de calidad, mediante la incorporación de ponderadores obtenidos a través del proceso de jerarquización analítica. En función de probar la siguientes hipótesis: "La calidad percibida por los clientes de los operadores logísticos regionales, es igual o superior a la calidad que éstos esperan" y "Los Directivos de las Empresas de Servicios Logísticos tienen una completa claridad de la calidad esperada por los clientes, al momento de tomar decisiones respecto del servicio brindado".

## 2. MATERIALES Y METODOS

Para identificar los tipos y características de los servicios prestados por los operadores logísticos (3PL), en la región del Bío Bío, se han considerado los estudios anuales de operadores logísticos 3PL 2002 y 2003. (Langley C., et. al, 2002 y 2003), sobre los cuales se ha desarrollado un sondeo a 100 empresas regionales para determinar en términos estimativos cuáles de los servicios logísticos 3PL, presentan mayores niveles de subcontratación por ellos.

En la determinación de las dimensiones que permiten evaluar la calidad de operadores logísticos, por parte de sus clientes en la región, se utilizarán los resultados validados por el sondeo, así como indicadores logísticos de desempeño aportados por la literatura.

<sup>2</sup>La auditoría logística es un examen periódico de la situación de las actividades logísticas, que proporciona la información necesaria, para establecer funciones de control (Ballou, 2004).

### **Selección del Diseño Experimental:**

La investigación por realizar será de tipo no experimental, a través de un diseño de clase transversal, pues se recolectarán datos en un solo momento de tiempo único con el objeto de describir y analizar la incidencia de las variables de calidad de servicio y su interrelación con la orientación al cliente en las políticas de gestión del operador logístico. Lo antes mencionado, sumado a las hipótesis planteadas conduce a decir que la investigación tendrá la estructura de Diseño No Experimental Transversal Correlacional.

### **Selección de la Muestra y Censo:**

El muestreo se deberá efectuar en dos etapas:

1. Etapa de Confección de la Herramienta de Evaluación, esta etapa está compuesta por:  
Muestreo de sondeo: este muestreo se realizará en forma aleatoria simple, con un tamaño muestral definido por conveniencia de tamaño igual a 100, con fines sólo exploratorios, de acuerdo con los siguientes conceptos:  
Elemento: directivo de empresa regional por entrevistar.  
Población: conjunto de directivos de empresas regionales por entrevistar.  
Unidad de muestreo: directivos de una misma empresa regional por entrevistar.  
Marco muestral: listado de directivos del directorio regional de empresas GEPP 2003.
2. Etapa de Aplicación de la Herramienta de Evaluación, esta etapa está compuesta por:  
Muestreo de operadores logísticos: los operadores logísticos serán elegidos por conveniencia, dependiendo de su interés por evaluar su eficiencia externa.  
Censo interno: entre los ejecutivos y directivos de la empresa, según una encuesta para medir sus prioridades de calidad del servicio logístico.  
Censo externo: este censo se realizará a los directivos y/o ejecutivos de contacto con el operador, de todas las empresas clientes.

### **Recolección, Análisis de Datos y Presentación de Resultados:**

Recolección de datos: Los datos serán recolectados mediante encuestas basadas en la metodología que propone la herramienta desarrollada, las que permitirán medir la importancia otorgada por clientes y proveedores a los distintos reactivos escogidos para ser medidos.

Análisis de datos: Los datos serán analizados en forma estadística, para luego, mediante el Proceso de Jerarquización Analítica (AHP) - utilizando el *Software Expert Choice* -, realizar una comparación jerárquica de los resultados obtenidos pudiendo tomar una decisión respecto de las hipótesis planteadas, además de proporcionar una medida de consistencia de los juicios de comparación interdimensional emitidos.

Presentación de resultados: El análisis de los datos permitirá presentar los resultados del estudio en forma de tablas y gráficos, además de la redacción que permitirá una correcta interpretación de los resultados.

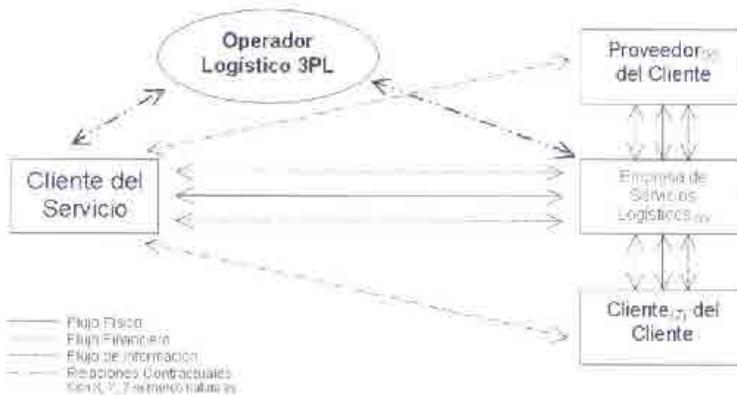
## **3. RESULTADOS**

El principal resultado de este Estudio es Diseñar una herramienta que permita dar solución a este vacío existente en la evaluación de la calidad de servicio de estos operadores, a través de información concerniente a los operadores logísticos (3PL) presentes en la Región del Bío Bío y sus actividades, en función de: la identificación de los tipos y características de los servicios prestados, y la determinación de las dimensiones de evaluación de su calidad de servicio; permitiendo establecer una herramienta de evaluación basada en la metodología de SERVQUAL, aunando los conceptos de eficacia interna y externa, mediante la incorporación de reactivos basados en los conceptos constituyentes de los indicadores de desempeño comúnmente evaluados por las auditorías logísticas e incluyendo, además, un equilibrio de sus 5 dimensiones de calidad, mediante la incorporación de ponderadores obtenidos a través del proceso de jerarquización analítica.

Este estudio en particular aborda el tema de los Operadores Logísticos de orden 3, siendo 3PL un término general que es frecuentemente usado para cubrir negociaciones de expedidores de cargas o contratos logísticos, donde éste realiza toda o una gran parte de las actividades logísticas en la cadena de suministros de un cliente y su valor agregado está basado en la información y el conocimiento versus un servicio de transporte no diferenciado al menor costo (Lu, Su, 2002).

Según Kasilingam (2000) los Operadores Logísticos 3PL (Third-party logistics providers) se insertan en las múltiples actividades logísticas de una empresa y principalmente coordinan todas estas actividades, actuando algunas veces como proveedor de una o más de éstas. Ambas definiciones permiten delimitar este estudio, excluyendo de la categoría 3PL a empresas que proveen capacidades logísticas genéricas, como son; los proveedores de transporte básico (empresas de camiones, transportistas aéreos, líneas de contenedores), los aeropuertos, los puertos marítimos y los proveedores de envíos expresos (Lu, Su, 2002). La Figura N°4 esquematiza a continuación la estructura de los servicios logísticos 3PL.

**Figura N°4:** Estructura de Servicios Logísticos 3PL.



**Fuente:** Elaboración propia.

Respecto de los servicios subcontratados en el ámbito de la logística, en las empresas de la región, se puede decir que éstos presentan una variación en cuanto a la diversidad de servicios, presentados en el último estudio anual sobre operadores logísticos 3PL, de *Cap Gemini Ernst & Young*, concentrándose las subcontrataciones a nivel local principalmente sobre los servicios más básicos, tales como los relacionados principalmente al transporte, almacenamiento y algunas actividades de consultoría.

En función de las definiciones antes presentadas, las empresas proveedoras de servicios logísticos, con presencia en la región y que se perfilan dentro de la categoría de 3PL, son: DHL-Danzas, Expeditors, Pacific Anchor Line y Viamat; todas ellas establecidas en la zona de estudio en el periodo 2003-2004.

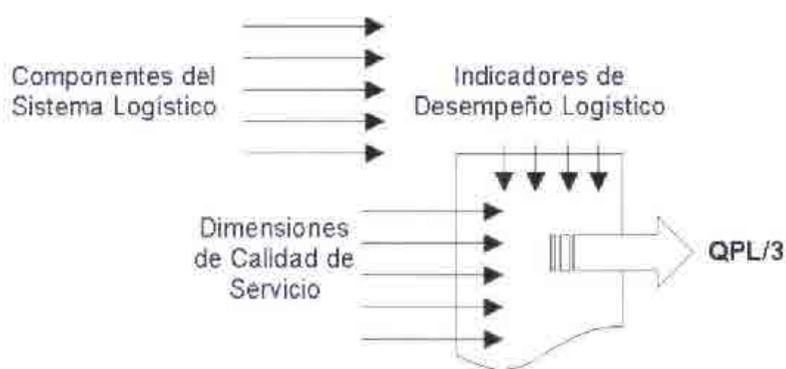
La reducida presencia de operadores logísticos denota un incipiente grado de desarrollo en esta materia de la Región del Bío Bío, lo cual, sin duda, perjudica sus posibilidades de competir en los mercados mundiales, principalmente a las pequeñas y medianas empresas exportadoras por su imposibilidad de negociar tarifas con las grandes compañías de transporte internacional.

Para determinar cuáles son los servicios que estos operadores logísticos específicamente prestan en nuestra región, se les ha aplicado la misma encuesta con que se ha realizado el sondeo a nivel regional, pudiendo concluir que los servicios con mayor concentración de oferentes corresponden a servicios logísticos básicos, principalmente ligados a las actividades logísticas de transporte y almacenamiento.

Así, en la determinación de las dimensiones de evaluación de la calidad de servicio de los operadores logísticos deben ser consideradas las principales dimensiones de evaluación de la calidad de servicio (consideradas en el modelo SERVQUAL), y los principales componentes de un sistema logístico. Por lo cual, la calidad de servicios estaría representada por dimensiones tales como: Fiabilidad, Capacidad de Respuesta, Garantía, Empatía y Elementos Tangibles (Zeithaml, Parasuraman y Berry, 1993). Mientras que los sistemas logísticos estarían compuestos por: Servicio al Cliente, Transporte, Adquisiciones, Almacenamiento, Manipulación de Materiales, Planificación Estratégica, Control de Inventarios y Pronósticos de la Demanda (CLM, 1998), cuya evaluación puede ser efectuada mediante indicadores de desempeño, como los propuestos por Kasilingam (2000) y CEL (2004), los cuales se agrupan básicamente en las siguientes categorías: distribución y servicio al cliente, planificación y gestión de inventarios, recepción de compras, gestión de proveedores, generación de pedidos y referencias de compras.

Esto permite entrelazar elementos de medición de la eficiencia externa, tales como las dimensiones de calidad de servicio, con elementos de eficiencia interna, como los indicadores de desempeño, con el objetivo de obtener como resultado una herramienta de evaluación de la calidad de servicio de operadores logísticos (3PL), como se muestra en la Figura N°5 la que se ha denominado QPL/3 (Quality Party Logistics / 3).

Figura N°5: Diagrama de Generación de la herramienta de Evaluación de 3PL.



Fuente: Elaboración propia.

### Establecimiento de la herramienta de evaluación de la calidad.

Una vez definidos los componentes que los servicios logísticos aportan a las dimensiones de la calidad de servicio se presentan los reactivos que compondrán el modelo de evaluación de la calidad QPL/3:

- Dimensión Fiabilidad: Orden de Pedido Exacta y Completa, Porcentaje de Devolución, Exactitud de Pronósticos, Exactitud del Control de Inventarios y Porcentaje de Costos Logísticos sobre las Ventas.
- Dimensión Capacidad de Respuesta: Entregas a Tiempo, Tiempo de Ciclo de Pedido y Tiempo de Ciclo de Reaprovisionamiento.
- Dimensión Garantía: Entrega Libre de Daño, Cuenta Exacta de Cargas, Porcentaje de Pérdidas, Ajuste de Inventario y Porcentaje de Errores de Transacción de Información y Dinero.
- Dimensión Empatía: Atención de Pedidos, Comunicación Efectiva y Respuesta Oportuna.
- Dimensión Elementos Tangibles: Estado de las Unidades de Transporte, Tecnologías de Rastreo de Envíos, Condiciones de Almacenamiento, Accesos y Muelles de Almacenes, Idoneidad de los Equipos de Manipulación y Disponibilidad de los Equipos de Manipulación.

La determinación de estos reactivos permite desarrollar la confección de la herramienta sobre la cual se instrumentalizará la evaluación de los operadores logísticos (3PL).

Con el objeto de eliminar los problemas de ponderación, la primera etapa de la herramienta deberá presentar ante los encuestados una escala comparativa de valoración ordinal<sup>8</sup>, aplicada sobre combinaciones pareadas de dimensiones de calidad de servicio: elementos tangibles, fiabilidad, capacidad de respuesta, seguridad y empatía; bajo el formato de la escala de medición propuesta por el método de proceso de jerarquización analítica.

Este proceso debe ser analizado para generar la base de ponderación de las dimensiones de calidad, en función de la escala psicométrica de los propios clientes, a partir de la media aritmética de las ponderaciones parciales obtenidas de cada elemento de muestreo; lo que permitirá que QLP/3, pueda soslayar el problema de ponderación que presenta SERVQUAL.

### **Etapas de Aplicación de QLP/3:**

#### **Etapa Interna:**

1. Definir el operador logístico (3PL), para el que se desea realizar la evaluación de la calidad de servicio, el que deberá presentar un fuerte compromiso con la idea de evaluar su calidad de servicio.
2. Aplicar y analizar la encuesta de base de QLP/3 (ver anexo 1), sobre la población de ejecutivos y directivos de la empresa.
3. Establecer las prioridades de jerarquización de las dimensiones de calidad y las percepciones de calidad del servicio logístico, de la empresa.

#### **Etapa Externa:**

1. Aplicar y analizar la encuesta de base de QLP/3 (ver anexo 1), sobre la población de ejecutivos y/o directivos de las empresas cliente del operador logístico (3PL).
2. Determinar las prioridades promedio de jerarquización de dimensiones de calidad establecidas por los clientes.
3. Establecer las expectativas y percepciones de calidad del servicio logístico; así como la brecha existente entre ambas.

#### **Etapa de Integración:**

1. Establecer las diferencias de jerarquización entre operador y cliente promedio, determinando así las diferentes orientaciones que rigen sus decisiones.
2. Efectuar un análisis de brechas entre cliente promedio y operador, en forma simple y en forma ponderada, según las escalas de jerarquización de dimensiones de calidad propias de cada uno, obtenidos mediante la metodología AHP.
3. Realizar un análisis de brechas entre las percepciones y expectativas de los clientes, calculando la incidencia de cada dimensión de calidad en la brecha ponderada global.
4. Detectar los reactivos de calidad críticos en la relación cliente – operador, mediante un análisis de importancia, relevancia, identificando reactivos de mejorar en la región de alta importancia (expectativa) y bajo desempeño (percepción), además de reactivos que minimizar para la región baja importancia (expectativa) y alto desempeño (percepción).

### **Aplicación de la herramienta de evaluación de la calidad de servicio de los operadores logísticos en la región del Bio - Bio.**

Ello ha permitido aplicar dicha herramienta a los Operadores Logísticos (3PL) presentes en la VIII Región que accedieron a formar parte del Estudio, las empresas Viamat y Pacific Anchor Line (PAL)<sup>9</sup>, las cuales atienden a un grupo de aproximadamente 30 medianas y grandes empresas de la VIII Región, pertenecientes a los rubros: metalmecánica, construcción, agroindustria, desarrollo y comercialización de soluciones tecnológicas e industria forestal.

<sup>8</sup>Dillon W., Madden T. y N. Firtle: "La Investigación de Mercados en un Entorno de Marketing", 3ª Ed., Mc Graw Hill / Irwin, Bogotá, 1997.

<sup>9</sup>Los resultados que se presentan a continuación no establecerán una relación específica entre los operadores logísticos y sus clientes. Así como tampoco se emitirán comparaciones entre los resultados obtenidos entre ambos operadores, debido a un compromiso de confiabilidad establecido, por escrito, con sus representantes locales.

De la Aplicación Interna (Operador) y Externa (Empresas-Cliente) de la Herramienta QPL/3 se obtuvieron los siguientes resultados:

En cuanto a las **diferencias de jerarquización** se puede observar, a continuación, la gran similitud de los dos primeros rangos, en los resultados obtenidos de los operadores logísticos y sus respectivos clientes. Existiendo diferencias de jerarquización en el 60% restante de dimensiones. Estas diferencias llevan a disminuir la productividad del operador, pues de acuerdo con su escala de valoración psicométrica invertirá recursos, por sobre los realmente requeridos por sus clientes en las dimensiones que se encuentran sobrevaloradas, en vez de conducir esos esfuerzos en la dirección de las dimensiones subvaloradas.

En torno al **análisis de brechas**, la importancia de su estudio radica en observar efectivamente cuales son las dimensiones en las que las diferencias establecidas entre lo que los operadores perciben entregar y los clientes perciben recibir, y los clientes esperan recibir o expectativas del servicio y perciben recibir o percepciones del servicio; logran aportar a un resultado satisfactorio en la evaluación de calidad de servicio. Además de contribuir con los antecedentes necesarios para la determinación de una calificación global de los operadores, por parte de sus clientes.

Respecto de las percepciones de calidad que ViaMat posee de sí misma y la que poseen sus Empresas Cliente, en promedio, no presentan grandes diferencias; excepto en la dimensión elementos tangibles, lo cual es básicamente producto de la discrepancia en la ponderación que asigna el operador y sus clientes a esta dimensión. Por otro lado, las percepciones de calidad que PAL posee de sí misma y la que poseen sus Empresas Cliente, en forma global, no presentan grandes diferencias; excepto en la dimensión fiabilidad (la que representa la 2<sup>a</sup> jerarquía tanto para el operador como para sus clientes) observándose que el operador manifiesta una sobre valoración del servicio brindado, lo cual puede producir un descuido en la calidad percibida por el cliente, quien, en términos reales, aún desea recibir más del operador en este ámbito.

En cuanto a la brecha expectativas/percepciones, en general, se puede observar que: Los clientes de ViaMat perciben que todas sus expectativas han sido - en promedio - superadas por los servicios brindados por este operador, siendo los resultados más ventajosos para sus clientes los obtenidos en las dimensiones de fiabilidad y garantía; pudiendo no ser así para el operador, quien, probablemente, ha invertido recursos, más allá de los requeridos, para complacer a sus clientes, lo cual será presentado con mayor claridad en el análisis de importancia relevancia. Y los clientes de PAL perciben que sus expectativas no han sido - en promedio - superadas por los servicios brindados por este operador, siendo los resultados más ventajosos para sus clientes el obtenido en la dimensión de empatía; una vez concluido el análisis de importancia relevancia, se podrá dilucidar con mayor claridad, si esta baja calificación presenta una importancia crítica o no, con especial énfasis en la dimensión capacidad de respuesta, donde se presentan las principales falencias.

A continuación, el **análisis de importancia relevancia** permite combinar la información de las percepciones del cliente y de las clasificaciones de su importancia, según sus expectativas.

Para el caso ViaMat se presentan 2 reactivos en condición de alta importancia (expectativa) y bajo desempeño (percepción), asociados a las dimensiones fiabilidad y elementos tangibles, lo que deben ser mejorados, para lograr satisfacer las expectativas de los clientes. Por otro lado, presenta 3 reactivos en condición de baja importancia (expectativa) y alto desempeño (percepción), asociados también a las dimensiones fiabilidad y elementos tangibles, para los cuales se sugiere al operador no incrementar las condiciones de servicio a sus clientes, pues cualquier sobre esfuerzo del operador no redundaría en una mayor valoración por parte de sus clientes. Respecto del operador PAL, éste no presenta reactivos críticos de gran relevancia, pero en general los reactivos se encuentran en gran riesgo de alcanzar esta situación; debido a que, en términos generales, no se ha logrado cumplir a cabalidad las expectativas de los clientes. Siendo las dimensiones de mayor preocupación la fiabilidad y la capacidad de respuesta.

#### **4. CONCLUSIONES Y DISCUSIONES**

Los operadores logísticos (3PL), presentes en la región del Bío Bío, prestan servicios de logística básicos para un operador, ligados a las actividades de núcleo del negocio, como el transporte y el almacenamiento; debido principalmente a la baja agregación de valor y grado de elaboración de los productos transferidos en mercados internacionales con salida o ingreso directo desde la Región. Razón a la cual también se debe el bajo grado de concentración de esta clase de empresas logísticas en la zona de estudio.

Se ha logrado dejar en evidencia que la calidad, en la industria de servicios, no puede ser tratada en los mismos términos que en la industria de bienes. Por tanto, para evaluar la calidad en esta industria de características tan peculiares han de emplearse nuevas herramientas que para este caso se han cimentado sobre la metodología SERVQUAL, determinando las dimensiones particulares que permiten evaluar la calidad de operadores logísticos a través de un estudio de campo en empresas y operadores logísticos, además de la incorporación de componentes esenciales de los sistemas logísticos, mediante los conceptos que orientan a los indicadores de desempeño logístico, única forma conocida de evaluar las actividades de este rubro.

Así, la metodología QPL/3, fundada en una concepción de calidad profundamente arraigada en la orientación al cliente, representada por las dimensiones de calidad establecidas por la metodología inspiradora SERVQUAL, ha permitido, además, incorporar los componentes esenciales de un sistema logístico, mediante indicadores de desempeño logístico. Esta amalgama de conceptos, corregida en sus efectos de ponderaciones interdimensionales por la metodología de decisión multicriterio discreta AHP, permite evaluar en forma eficiente las brechas existentes entre la calidad percibida por los clientes de los operadores logísticos de una región o zona geográfica en particular; la percepción de estos mismos sobre los servicios que ellos brindan y las expectativas de calidad esperadas por los clientes, pudiendo de esta forma presentar una política de trabajo conjunto Operador – Cliente, donde el principal beneficio para el Operador Logístico es poder incrementar su Productividad mediante el aumento de la fidelidad del cliente, al otorgar un servicio centrado en lo que ellos realmente valoran, siendo el principal beneficio por parte del cliente incrementar su Productividad mediante una mejor utilización de sus recursos al recibir un servicio más cercano a sus necesidades.

En referencia al estudio de evaluación realizado a los operadores logísticos ViaMat y Pacific Anchor Line, en ambos casos, se puede advertir que la capacidad de respuesta (dimensión relacionada a la disposición para ayudar a los clientes y proporcionar servicio rápido), encabeza la jerarquización de prioridades, tanto de clientes como de operadores. Debido principalmente al carácter operacional y al enfoque orientado a las contingencias de los procesos realizados en la VIII Región.

También se pudo observar que la calificación global de los operadores logísticos muestra que ellos no presentan falencias de significativa importancia. Presentando evidencia en el caso del operador ViaMat que la calidad percibida por sus clientes, en términos generales, es igual o superior a la calidad que éstos consideraban adecuada; aunque existirían algunos problemas de calidad focalizados en las dimensiones de fiabilidad y elementos tangibles. Respecto del caso del operador PAL, no existe evidencia para señalar que la calidad percibida por sus clientes, es igual o superior a la calidad que éstos esperan; aunque no existen problemas de gran significancia, que no puedan ser superados, una vez conocidas las conclusiones de este estudio.

En relación, con la completa claridad de la calidad esperada por los clientes, por parte de los directivos de los Operadores Logísticos, al momento de tomar decisiones respecto del servicio brindado, no existe evidencia - en ninguno de los casos - que permita señalar que esto es cierto, principalmente debido a la desorientación de estas empresas por a la falta de conocimiento respecto de las necesidades reales de sus clientes (producto de su enfoque comercial centrado en las ventas) y su corta trayectoria en la región.

## 5. AGRADECIMIENTOS.

Los autores hacen extensivos sus agradecimientos a Lidija Kunz, Gerente Zona Sur Viamat, Iris Vidal, Customer Service Pacific Anchor Line, y a la Dirección de Investigación y Postgrado de la Universidad Católica de la Santísima Concepción, por el apoyo económico brindado en el marco del Proyecto DIN 05 2004 "Evaluación de la Calidad de Servicio para el Mejoramiento de la Competitividad de Operadores Logísticos en la Región del Bío Bío".

## 6. REFERENCIAS

- Ballou R. (1991). *Logística Empresarial Control y Planificación*, Ediciones Díaz de Santos, Madrid.
- Ballou R. (2004). *Logística Administración de la Cadena de Suministro*, 5ª Ed., Pearson Educación, México.
- Brown S., Fisk R., Bitner, M. (1994). The Development and Emergence of Services Marketing Thought, *International Journal of Service Industry Management*, 5 (1), 21-48. Inserto en Lovelock 1997.
- CEL. (2004). *Indicadores de Gestión Logística*, Centro Español de Logística.
- CLM. (1998). *Careers in Logistics*, Council of Logistics Management, Oak Brook, Illinois, 2.
- Chase R., Aquilano N., Jacobs F. (2002) *Manual de Operaciones de Manufactura y Servicios*, Tomo 2, Mc Graw Hill, Bogotá.
- Crosby Ph. (1987). *La Calidad No Cuesta: El Arte de Cerciorarse de la Calidad*, 12 reimp., (1999), CECOSA, México.
- Dabholkar P. (1993). Customer Satisfaction and Service Quality: Two Constructs or One?, *American Marketing Association*, 4 (Summer), 10-18.
- Durán A., Gutiérrez G., Sánchez T. (2001). *La Logística del Comercio Electrónico*, Mc Graw Hill, Madrid.
- Eiglier P., Langeard E. (1989). *Servucción: El Marketing de los Servicios*, Mc Graw Hill, Madrid.
- Escrig A., Camisón C., Bou J. (2001). *Efectos de la Dirección de Calidad en los Resultados: El Papel Mediador de las Competencias Distintivas*, Tesis Doctoral, Departamento de Administración de Empresas y Marketing, Facultad de Ciencias Jurídicas y Empresariales, Universitat Jaume I, Castellón.
- Evans J. y Lindsay W. (2000). *Administración y Control de la Calidad*, Editorial International Thomson, México.
- Feigenbaum A. V. (1963). *Control de la Calidad Ingeniería y Administración*, Compañía Editorial Continental S. A., México.
- Gaytán, J., Trujillo, T., Arroyo, P., Wójcik, A. (2002). *Comparación Cliente-Proveedor sobre la Calidad de Servicio Logístico en una Empresa de Autopartes*, Memorias XXXIII Congreso de Investigación y Extensión del Sistema Tecnológico de Monterrey, ITESM.
- Grönroos, C. (1994). *Marketing y Gestión de Servicios*, Ediciones Díaz de Santos, Madrid.
- Gutiérrez, G. y Prida, B. (1998). *Logística y Distribución Física: Evolución, Situación Actual, Análisis Comparativo y Tendencias*, Mc Graw Hill, Madrid.

- Horovitz, J. (1991). *La Calidad del Servicio, a la Conquista del Cliente*, Mc Graw Hill, México.
- Ishikawa, K. (1988). *¿Qué es el Control Total de la Calidad?: La modalidad Japonesa*, Grupo Editorial Norma, Bogotá.
- Juran, J., Gryna, F. (1994). *Manual de Control de Calidad*, 4ª Ed., Mc Graw Hill, Madrid.
- Kasilingam, R. (2000). *Logistics and Transportation, Design and Planning*, Kluwer academic Publishers, Londres.
- Kotler, P. (2001). *Dirección de Marketing*, Editorial Pearson Educación, México.
- Langley, C., Allen, G., Colombo, M. (2003). *Third Party Logistics Study: Results and Findings of the 2003, Eighth annual study*, Cap Gemini Ernst & Young U.S., Detroit.
- Lambert, D., Stock, J., Ellram, L. (1998). *Fundamental of Logistics Management*, Irwin/Mc Graw Hill.
- Legeza, E. (2003). *Measurement of Logistics – Quality*, *Periodica Polytechnica Serie Transport Engineering*, 30 (1-2), 89-95.
- Lovelock, Ch. (1997). *Mercadotecnia de Servicios*, 3ª Ed., Prentice Hall, México.
- Lu, H., Su, Y. (2002). *An Approach Towards Overall Supply Chain Efficiency: A Future Oriented Solution and Analysis in Inbound Process*. Masters Thesis N° 2002:29, Logistics and Transport Management Programme at Graduate Business School, Göteborg University, Göteborg.
- Mentzer, J., Flint, D., Kent, J. (1999). *Developing a Logistics Service Quality Scale*. *Journal of Business Logistics*, Vol. 20, N°1.
- Poirier, Ch. (2001). *Administración de Cadenas de Aprovisionamiento: Cómo Construir una Ventaja Competitiva Sostenida*, Oxford University Press México, México.
- Rey, M. (2005). *El 3PL Va Más Allá de Proveer un Servicio*, *Revista Logistec*, 4 (27), 69-70.
- Solomon M., Stuart, E. (2001). *Marketing: Personas Reales, Decisiones Reales*, 2ª Ed., Pearson Educación, Bogotá.
- Stanton, W., Etzel M., Walker B. (1996). *Fundamentos de Marketing*, 6ª Ed. Mc Graw Hill, México.
- Zeithaml, V., Parasuraman, A., Berry, L. (1993). *Calidad Total en la Gestión de Servicios: Cómo lograr Equilibrio entre las Percepciones y Expectativas de los Consumidores*, Ediciones Díaz de Santos, Madrid.
- Zeithaml V., Bitner M. (2002). *Marketing de Servicios, Un enfoque de integración del cliente a la empresa*, 2ª Ed., Mc Graw Hill, México.

Copyright of Revista Ingeniería Industrial is the property of Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad del Bío-Bío and its content may not be copied or emailed to multiple sites or posted to a listserv without the copyright holder's express written permission. However, users may print, download, or email articles for individual use.