

# UNIVERSIDAD DE CUENCA



## FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

“APLICACIÓN DE MODELOS MATEMÁTICOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE COSTOS LOGÍSTICOS DENTRO DE LA CADENA DE SUMINISTRO EN EL SECTOR DE COMERCIALIZACIÓN DEL GAS LICUADO DE PETRÓLEO EN LA PROVINCIA DEL AZUAY, AÑO 2016”

Trabajo de Titulación, Modalidad “Proyecto de Investigación”, previo a la obtención del Título de Ingeniero Comercial

### AUTOR:

KATHERINE TATIANA CORONEL PANGOL

CI: 0105628408

### TUTOR:

ING. JORGE CAMPOVERDE CAMPOVERDE

CI: 0101795797

CUENCA – ECUADOR

2017



## Resumen

La presente investigación, estudia el sector de comercialización del Gas Licuado de Petróleo en la provincia del Azuay, con base en información obtenida del año 2016. Se tuvo acceso a 135 depósitos de distribución y 1 centro de acopio, en los cuales se pudo determinar que no existe una adecuada administración de costos, por lo que se plantea una estructura y composición de costos logísticos, pues se ha determinado que los costos que tienen mayor relevancia en este sector son los costos de: transporte, de inventario y de procesamiento de pedidos. Se plantea un modelo de optimización de costos generales, que se ha resuelto a través de Solver; también se propone el establecimiento de una cantidad óptima de pedido con restricciones. Posteriormente, se realiza una comparación entre los costos actuales y los costos optimizados, demostrando de esta manera el beneficio y aporte de la optimización de los costos logísticos en los negocios de comercialización de Gas Licuado de Petróleo. Finalmente se determinan algunos factores que influyen en el incremento de los costos logísticos, recomendando algunas acciones de mejora.

**Palabras Clave:** costos logísticos, optimización, cadena de suministro, cantidad óptima de pedido (EOQ), Gas Licuado de Petróleo (GLP).



## Abstract

This research studies the commercialization of Liquefied Petroleum Gas in the province of Azuay. It takes reference to information obtained from the year 2016. It has been accessed to 135 distribution warehouses and 1 collection center. They allow to determine that logistic costs are not adequately managed. Then, a structure and composition of logistics costs is proposed. It helps to determine that the costs that are the most relevant in this sector are: transportation, inventory and order processing costs. A general cost optimization model is proposed. This model is solved through Solver. Also, it has been obtained an optimum order quantity with restrictions. The research as well presents a comparison between current costs and optimized costs. Thereby demonstrating the benefit and contribution of the optimization of logistics costs in the studied sector. Some factors of inefficiency have also been identified. These factors influence the increase of logistics costs. Finally, are recommended some improvement actions.

**Key Words:** logistic costs, optimization, supply chain, economic order quantity (EOQ), Liquefied Petroleum Gas (LPG)



## Índice

Introducción.....	8
Explicación de la principal pregunta de investigación.....	10
Marco Teórico de referencia.....	22
Diseño Metodológico.....	32
Resultados obtenidos.....	36
Formulación de la Solución al Problema.....	50
Interpretación de los resultados.....	56
Conclusiones.....	71
Evaluación del impacto y utilidad académica y social de la investigación realizada	75
Bibliografía.....	79
Anexos.....	83

## Índices de Tablas y Figuras

Tabla 1: Despachos de GLP por segmento de consumo a nivel nacional.....	14
Tabla 2: Despachos de GLP por segmento de consumo, provincia del Azuay. ....	15
Tabla 3: Despachos de GLP por provincia.....	15
Tabla 4: Distribución de Depósitos de Distribución por cantón.....	36
Tabla 5: Distribución de los Depósitos de Distribución por Unidad Legal.....	37
Tabla 6: Años de Actividades de los Depósitos de Distribución.....	38
Tabla 7: Número de empleados en los Depósitos de Distribución.....	38
Tabla 8: Distribución de los Depósitos de Distribución según el mercado destino..	39
Tabla 9: Depósitos de Distribución que realizan entregas a domicilio. ....	40
Tabla 10: Limitaciones para el crecimiento empresarial.....	40
Tabla 11: Depósitos de distribución que realizan control de calidad y plan de mantenimiento.....	41
Tabla 12: Administración de Inventarios.....	41
Tabla 13: Formas de administración de Inventarios.....	42
Tabla 14: Contabilidad de Costos.....	42
Tabla 15: Costos logísticos por cada Depósito de Distribución.....	47
Tabla 16: Optimización de costos totales.....	58
Tabla 17: Cálculo de la EOQ sin restricción.....	62
Tabla 18: Comparación de costos totales.....	64
Tabla 19: Resumen de los costos optimizados y EOQ.....	68
Tabla 20: Correlaciones con respecto a los costos totales optimizados.....	70
Figura 1: Incremento anual de la cantidad vendida de GLP período 1972-2012.....	13
Figura 2: Cadena de comercialización del GLP.....	19
Figura 3: Proceso de modelización.....	23
Figura 4: Proceso de toma de decisiones con enfoque en la investigación de operaciones.....	23
Figura 5: Matriz para resolución a través de Solver.....	57



## CLAÚSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, ***Katherine Tatiana Coronel Pangol***, autora del trabajo de titulación “**Aplicación de modelos matemáticos para la optimización de costos logísticos dentro de la cadena de suministro en el sector de comercialización del Gas Licuado de Petróleo, en la provincia del Azuay, año 2016**”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 05 de septiembre de 2017

A handwritten signature in blue ink, enclosed in a blue oval. The signature appears to read "Katherine Coronel Pangol".

---

Katherine Tatiana Coronel Pangol

C.I: 0105628408



## CLAÚSULA DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, ***Katherine Tatiana Coronel Pangol***, en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación **“Aplicación de modelos matemáticos para la optimización de costos logísticos dentro de la cadena de suministro en el sector de comercialización del Gas Licuado de Petróleo, en la provincia del Azuay, año 2016”**, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 05 de septiembre de 2017

Katherine Tatiana Coronel Pangol

C.I: 0105628408



## AGRADECIMIENTO

Decir GRACIAS, resulta complicado en este punto de nuestra existencia.

En primer lugar, gracias a Dios, a la vida y al Universo, a Dios por la creación de la naturaleza, a la vida por el regalo perfecto que realiza cada día, y al Universo por cada conspiración perfecta que nos ha permitido llegar hasta hoy. Gracias a mis padres, por todo, por la vida, la educación, la salud, el cariño, los abrazos, los besos, los regaños, la dulzura, la disciplina, las lecciones, los consejos, las lágrimas; gracias a mi padre por el sacrificio y el esfuerzo de tantos años, gracias por volver. A mi madre, le quedarían cortas las 6 letras de la palabra GRACIAS, por toda la paciencia y el amor del universo... Gracias a mi querida Erika por la compañía y la complicidad de cada acto y gracias a mi Lady por llegar a darle luz a mis días.

Como no agradecerle a mi Universidad, por convertirse muchas veces en mi primer hogar, en el lugar en el que he pasado días enteros. Gracias a mi carrera, Administración de Empresas, el verdadero amor de mi vida, de quien me he enamorado con pasión, y a quien he elegido como compañera de vida.

Gracias también a mis profesores, sin ustedes, jamás hubiese logrado una de mis metas, y gracias especialmente a mi tutor de tesis, Ing. Jorge Campoverde, sería imposible desconocer su apoyo y conocimiento, durante todo este proceso.

Gracias a mis compañeros/as, con quienes hemos ido compartiendo tanto, durante todo este tiempo. Gracias también a quienes he podido llamar amigos en cada instancia de la vida. Gracias a quienes me acompañaron en cada momento de la U.

Finalmente, gracias, una y mil veces gracias, a quienes me dieron un NO como respuesta, o a quienes no confiaron en mí, por ustedes también hoy estoy aquí.

¡Gracias por tanto!

Katherine



## DEDICATORIA

A la vida, quien me enseña la maravillosa precisión de cada instante, lugar y persona.

A mi madre, por el apoyo indispensable, y compartir cada uno de mis sueños y hacerlos propios; por acompañarme a volar, e invitarme a soñar; por demostrarme que no hay imposibles.

A mi padre, por su dulzura y esfuerzo.

A Erika, por tanta complicidad, comprensión, y por su compañía en cada aventura.

A Lady, por llenar de dicha mis días, por cada beso, y cada abrazo.

A mis abuelitos, por todos los abrazos, y mimos desde pequeña.

Katherine



## Introducción

Las micro, pequeñas y medianas empresas tienen un papel fundamental en el desarrollo económico de la provincia del Azuay. Muchos de los negocios son familiares por lo que se los maneja de manera informal, sin llevar registros de sus actividades y operaciones, lo que dificulta un análisis de las limitantes, y posibles potencialidades de cada sector.

Uno de los sectores que no ha sido estudiado a profundidad, es el de comercialización de Gas Licuado de Petróleo, compuesto fundamentalmente por pequeños negocios, que se dedican a la distribución de este producto, en recorridos a domicilio, y en atención desde sus locales.

Los costos incurridos, para que el producto esté disponible en cada depósito de distribución, representan una importante restricción que disminuye las utilidades de los propietarios, por lo cual se pretende optimizar los costos logísticos, para incrementar el nivel de rentabilidad de estos negocios, y consecuentemente mejorar el nivel de vida de las personas relacionadas al tema.

Se considera que la cadena de suministro afecta y está relacionadas con todos los procesos de las organizaciones, independientemente de su tamaño, ubicación, tipo de actividad, etc.(Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2005); por lo tanto una adecuada administración de la cadena de suministro, permitirá generar ventaja competitiva. Dentro de la cadena de suministro de comercialización de Gas Licuado de Petróleo, se analizarán dos nodos, que incluyen 3 Centros de Acopio y 178 Depósitos de distribución, debido a que se ubican en la provincia del Azuay.

En tal virtud, la presente investigación analizará la composición de los costos logísticos de la cadena de suministro, y planteará un modelo de optimización de dichos costos.

El esquema del trabajo, consta de la siguiente manera: en primer lugar, se detalla un apartado en el cuál se analiza la principal pregunta de investigación,



a raíz de la situación actual del sector y de la provincia, además se plantean los objetivos, general y específicos de la investigación. Posteriormente, se detalla el marco teórico de referencia con las definiciones y conceptos más importantes y relevantes del tema a investigar, en esta sección se describe también el diseño metodológico. La tercera sección, presenta los resultados de la investigación, en donde se exponen datos importantes del sector, obtenidos a través de información primaria, que permiten un conocimiento más profundo del mismo, además se describe la composición de los costos logísticos, y se plantean matemáticamente los modelos a optimizar, y para calcular la cantidad económica de pedido. En la sección 4, se presentan las interpretaciones de los resultados presentados en la sección anterior; se realiza un análisis y comparación de las cantidades optimizadas, cantidad económica de pedido, y los costos que se generan actualmente en contraste con los costos optimizados, a partir de los cuales se analizará que modelo seleccionar para este caso de estudio; en esta sección también se presentan las conclusiones y recomendaciones de la investigación. Finalmente, en la sección 5, se evalúa la utilidad e impacto académico y social de la investigación. Se culmina con la bibliografía utilizada.



## **Explicación de la principal pregunta de investigación**

El ámbito empresarial, exige la toma de decisiones de manera continua; muchas de estas pueden definir el éxito o fracaso de los negocios. (Pilar, 2012) afirma que es común tomar decisiones al azar o por intuición, pero que muchas veces esta práctica no da los mejores resultados.

Según (Bovay, 2008), uno de los principales desafíos de los dueños de las pequeñas empresas, consiste en tomar decisiones, que deben ser buenas y rápidas para una adecuada administración de estas. El (World Business Council for Sustainable Development, 2004) afirma que las Pequeñas y Medianas Empresas (PYMES) adecuadamente administradas, son fuente de generación de empleo y creación de riqueza, además contribuyen a la estabilidad nacional y a la generación de ingresos fiscales.

(Flores Tapia, 2014), basado en un estudio realizado en Lima, concluye que existe una fuerte relación entre la gestión logística, y el desarrollo y la rentabilidad de las organizaciones; (Román & Juca, 2015), realizan un estudio aplicado a la ciudad de Cuenca, en una empresa de comercialización de insumos médicos, en donde determinan que la adecuada administración de inventarios, ayuda en el proceso de minimización de costos y maximización de beneficios; por su parte (Krajewski et al., 2005), consideran a la administración de operaciones y logística, como una estrategia empresarial para generar ventaja competitiva, ya que las decisiones de operaciones son fundamentales en el curso normal del negocio; desde esta óptica consideramos la concepción de logística según el (Council of Supply Chain Management Professionals, 2017), como la parte del proceso de la cadena de suministro que planea, ejecuta, y controla: el flujo de bienes, servicios e información relacionada necesaria, y el almacenamiento eficiente y efectivo de materiales, suministros y productos, desde el origen hasta el nodo de consumo final, con el objetivo de satisfacer los requerimientos de los clientes.

Según (Ballou, 2004) la logística consiste en la coordinación de las actividades para conseguir que los materiales estén disponibles, en el momento, en el lugar y en la cantidad, precisos, todo esto, con el menor costo posible; de esta



manera se pretende convertir las materias primas en productos terminados, agregando valor para el cliente, concluyendo que la logística va de la mano con el concepto de disponibilidad.

Para poder desarrollar el concepto de logística es necesario introducir el término de cadena de suministro, según (Mabert & Venkataramanan, 1998) plantean que la cadena de suministro implica la red de relaciones entre los proveedores y los clientes, además las relaciones entre los proveedores y sus proveedores, buscando de esta manera un efecto de cascada inversa hasta llegar a los proveedores iniciales. En esta red las materias primas son transformadas de tal manera que lleguen a los consumidores finales; por lo que gestionarla hoy en día se constituye en uno de los mayores retos para los directivos.

La importancia del análisis de los costos logísticos, radica en el alto impacto de estos en la disminución del margen de utilidad para las comercializadoras. Según el BID los altos costos logísticos reducen la competitividad del sector privado, uno de los factores que incrementan los costos logísticos en América Latina es la deficiente infraestructura en transporte, por lo que estos costos logísticos representan entre 18% y 35% del valor del producto final, cifra que supera la que registran los países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), que es de 8%; la situación tiende a agravarse en pequeñas y medianas empresas donde el porcentaje de costos logísticos llega a superar el 40%. (Banco Interamericano de Desarrollo, BID, 2015) . (Ballou, 2004), hace un aporte importante al afirmar que la logística y la cadena de suministro, son base fundamental en la estrategia de la empresa, ya que al administrarlas adecuadamente se reducen costos e incluso pueden incrementarse ventas.

Según el INEC, en base a los datos del Censo del 2010, (INEC, 2012) en la ciudad de Cuenca se encuentra el 5,6% de las unidades productivas, que corresponden a 36.000 negocios; el 4,43% del personal ocupado y se generan ingresos del 6,9% respecto al total nacional del Producto Interno Bruto (PIB); de las unidades de negocio registrados en el Azuay, el 48.1% se dedica a la



comercialización tanto al por mayor como al por menor y el 97% son micro empresas y pequeñas empresas, constituidas como unidades de negocio familiares.

Por otra parte, el Gas Licuado de Petróleo (GLP) según (INEN, 2008) “es la mezcla de hidrocarburos gaseosos en estado natural, en cuya composición predominan los hidrocarburos propano y butano”; el (World LPG Association, 2016) en su reporte anual, además dice que la composición del GLP es 60% butano y 40% propano; sus propiedades de acuerdo a (National Fire Protection Association, NFPA, 2008), con las especificaciones técnicas del (INEN, 2008) son:

- No tiene color
- Originalmente no tiene olor (se le agrega una sustancia olorosa, mercaptano, para poder detectar fugas)
- Combustible limpio
- Libre de toxicidad (aunque puede causar asfixias)
- Causante de irritación en la piel, cambiando rápidamente del estado líquido a gaseoso
- En condiciones normales es estable
- Puede ser altamente inflamable
- Combustión sumamente rápida
- En estado gaseoso es más pesado que el aire, y en estado líquido es más liviano que el agua

Desde el inicio de la comercialización del GLP en el Ecuador a finales de 1955, hasta 1973, se realizó a través de instituciones privadas, y a partir de 1973, la producción y comercialización la asumió el estado, proporcionando desde ese entonces los subsidios que se mantienen hasta el día de hoy (González, 2012). A través del tiempo se han presentado varios beneficios, uno de los principales ha sido su aporte en la generación de empleo (Cedeño, 2013), además de los empleos directos que se generan en la cadena de producción y comercialización, se han generado otros, mediante la fabricación de cocinas, calefones, y otros dispositivos que funcionan en base al GLP. Otras ventajas,



relacionadas con las propiedades antes descritas, pueden ser: menor contaminación, facilidad en el proceso de cocción de alimentos (World LPG Association, 2016), entre otros; constituyéndose en un producto de primera necesidad dentro de la familia ecuatoriana.

Durante los últimos 40 años, el incremento en la comercialización de GLP ha sido de un 103%, según los reportes de (Petroecuador, 2013). Puede apreciarse en la Ilustración 1, en donde se muestran las variaciones expresadas en porcentajes, de los precios en dólares de año a año entre 1972 y 2012. Hasta el año 1978 el incremento anual de unidades vendidas (bombonas de gas), era en promedio el 30%; en la década de los 80, el incremento promedio anual correspondía al 15%; la última década del siglo tuvo un incremento de 10% en promedio, a pesar de que en 1999 se puede evidenciar un decremento del 2.6%; a partir del 2000 el incremento anual oscila entre el 4 y el 8%, presentando nuevamente un decremento en el año 2009 del 1,4%, mientras que el resto de períodos muestran constantemente incrementos.

Figura 1



*Incremento anual de la cantidad vendida de GLP en el período 1972-2012*

**Fuente:** (Petroecuador, 2013)

**Elaboración:** Autor

(World LPG Association, 2016) afirma, que el GLP brinda la oportunidad de tener cocinas libres de humo nocivo, además es utilizado en la industria,



calefacción y transporte. Los usos más comunes a nivel mundial, según la Asociación Mundial de GLP son: Doméstico 44%; Agricultura 1%; Industria 12%; Transporte 9%; Refinería 8% y Química 26%. La situación de América del Sur es distinta, el 68% de GLP se destina al consumo doméstico, y dentro de este, el 85% es utilizado para la cocción de alimentos (World LPG Association, 2016); este escenario se asemeja a la situación en Ecuador; según la (Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero, 2015) el consumo de GLP se segmenta en 4 sectores como indica Tabla 1 en donde se evidencia que el sector doméstico abarca el 88,27% del consumo; el segmento industrial el 8,81%, el agroindustrial el 2,11% y el vehicular el 0.81%.

Tabla 1: Despachos de GLP por segmento de consumo a nivel nacional

Año 2015		
Segmento	Cantidad en kilogramos	Porcentaje de consumo
Agroindustrial	23.015.287	2,11%
Doméstico	964.258.142	88,27%
Industrial	96.189.934	8,81%
Vehicular	8.876.460	0,81%
<b>Total</b>	<b>1.092.339.823</b>	<b>100,00%</b>

**Fuente:** (Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero, 2015)

**Elaboración:** Autor

La Tabla 2 muestra el consumo de cada uno de los segmentos en la provincia del Azuay, evidenciando que el sector doméstico sigue siendo el de mayor consumo con un 85,57%, sin embargo, disminuye un poco su relación con respecto al nacional; en el sector industrial el consumo se incrementa, 14,29%, el sector agroindustrial tiene una representación casi nula con un 0,14%, y en el segmento vehicular no se utiliza GLP en el Azuay.



Tabla 2: Despachos de GLP por segmento de consumo, provincia del Azuay.

Año 2015		
Segmento	Cantidad en kilogramos	Porcentaje de consumo
Agroindustrial	148.127	0,14%
Doméstico	87.900.784	85,57%
Industrial	14.680.492	14,29%
Vehicular	-	0,00%
<b>Total</b>	<b>102.729.403</b>	<b>100,00%</b>

**Fuente:** (Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero, 2015)

**Elaboración:** Autor

Tabla 3: Despachos de GLP por provincia

Año 2015		
Provincia	Cantidad en kilogramos	Porcentaje de consumo
Azuay	102.729.403	9,40%
Bolívar	12.174.728	1,11%
Cañar	12.555.754	1,15%
Carchi	13.287.133	1,22%
Chimborazo	30.691.121	2,81%
Cotopaxi	11.737.455	1,07%
El Oro	41.556.570	3,80%
Esmeraldas	27.128.415	2,48%
Galápagos	1.642.095	0,15%
Guayas	247.990.257	22,70%
Imbabura	30.503.234	2,79%
Loja	30.681.866	2,81%
Los Ríos	65.635.926	6,01%
Manabí	73.235.869	6,70%
Morona Santiago	5.443.816	0,50%
Napo	5.525.195	0,51%



Orellana	8.690.020	0,80%
Pastaza	5.029.605	0,46%
Pichincha	243.640.660	22,30%
Santa Elena	17.480.451	1,60%
Santo Domingo	35.059.813	3,21%
Sucumbíos	13.168.653	1,21%
Tungurahua	51.294.298	4,70%
Zamora Chinchipe	5.457.486	0,50%
<b>Total</b>	<b>1.092.339.823</b>	<b>100,00%</b>

**Fuente:** (Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero, 2015)

**Elaboración:** Autor

Como se puede ver en la Tabla 3 el Azuay es la tercera provincia con mayor consumo a nivel nacional, con el 9,40%, superada tan solo por las provincias de Pichincha con el 22,30% y Guayas, con el 22,70%. Desde esta óptica resulta importante el estudio de la comercialización de GLP en el Azuay, dado el aporte del sector a la economía de la provincia y la importancia de la provincia en el consumo de este producto.

Uno de los temas que no se ha estudiado a profundidad en la provincia del Azuay es el de logística; son pocos los estudios realizados por las universidades locales en este tema, en comparación con otras áreas. Se tiende a pensar, por parte de los dueños de los negocios, que invertir en logística, es un desperdicio; por lo que se constituye en un tema al que no se le presta la debida atención, especialmente en las pequeñas empresas, probablemente la causa de estas suposiciones se basa en el desconocimiento de los propietarios de este tipo de negocios.

Actualmente el sector de comercialización de Gas Licuado de Petróleo (GLP), está conformado en su base por pequeños distribuidores, que pueden ser considerados Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (MIPYMES) quienes cuentan con estructuras organizacionales sumamente débiles, y carecen de herramientas que contribuyen a la toma de decisiones; no consideran los rubros que conforman los costos logísticos, ya sea por desconocimiento o por



la presunta dificultad de manejo de estos; limitan sus costos tan solo al valor de adquisición del producto, al que posteriormente le adicionan un porcentaje de rentabilidad y se continúa realizando la actividad de esta manera. Entre los principales costos logísticos que se omiten en este sector están los relacionados a transporte, mano de obra, almacenamiento, entre otros.

Los negocios de este sector tienden a funcionar en locales propios, generalmente en casas de sus propietarios, en algún lugar pequeño que se destina como bodega y centro de atención de los distribuidores de GLP, por lo que no se estiman costos de alquiler de local y se alteran los rubros por almacenamiento de productos; además suelen ser atendidos por sus propietarios, por lo que se omite el costo de mano de obra, pensando, erróneamente, que no se incurre en gastos por este concepto; si bien es cierto en muchos de los casos no se realizan erogaciones económicas por pago de empleados, no se considera el costo de oportunidad de las personas que atienden el local.

Por otra parte, los propietarios de los negocios de este sector, administran sus inventarios en base a la experiencia, no mantienen registros del movimiento de inventarios; no conocen cuál es la cantidad óptima de estos inventarios que se deben mantener, consecuentemente tampoco pueden definir técnicamente cuál es la cantidad óptima de pedidos que deben realizar. Probablemente esta situación los lleva a realizar varios abastecimientos innecesarios, con cantidades pequeñas, utilizando inadecuadamente la capacidad total de los vehículos, y generando costos adicionales.

Los estudios en GLP en la provincia del Azuay inician en los últimos años; entre los que podemos destacar, los realizados por (Barrera, 2012; Briones, 2011; Cambisaca, 2015; Gonzáles, 2012; Mancheno, 2016; Ordoñez & Reinoso, 2009; Polo, 2014), quienes investigan desde diferentes ópticas la situación del GLP, muchos de ellos desde un enfoque técnico, (Barrera, 2012) analiza la posibilidad de utilizar el GLP como combustible alternativo; (Mancheno, 2016) hace referencia a los efectos del GLP en la salud respiratoria de los trabajadores; otros estudios analizan los costos de

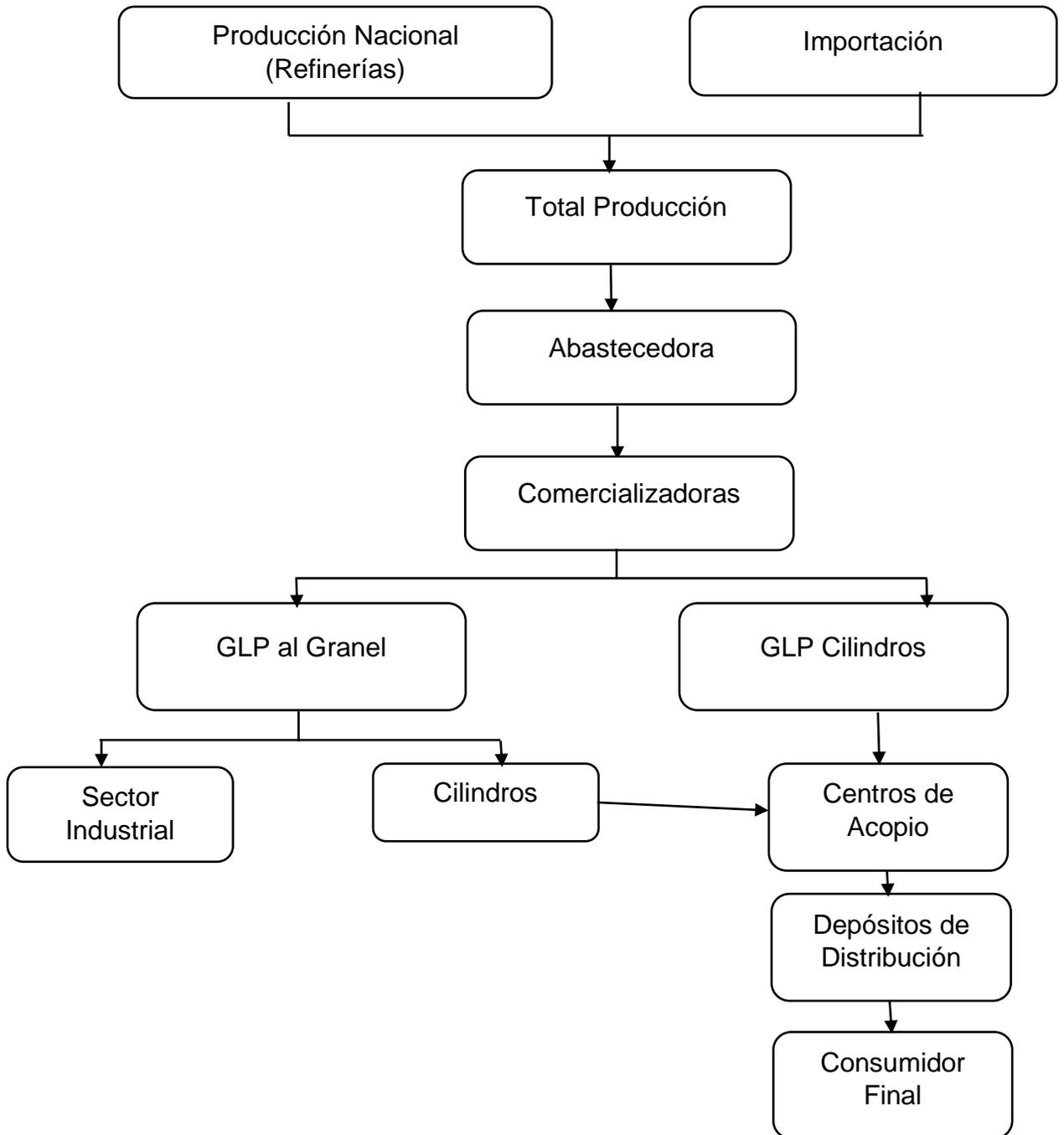


Austrogas, la comercializadora de GLP más representativa en el Azuay; (Polo, 2014), evalúa el subsidio al GLP en el Ecuador; (Briones, 2011), propone una estimación del costo de comercialización de los cilindros de GLP en Austrogas; (Cambisaca, 2015) desarrolla un sistema de costos aplicado en Austrogas para la comercialización de GLP, (Ordoñez & Reinoso, 2009) plantean un sistema de costos dirigido hacia las empresas comercializadoras de GLP, introduciendo estrategias empresariales para la toma de decisiones, y (González, 2012) hace un estudio de factibilidad para la implementación de un punto de suministro de GLP, en una estación de servicio de combustible (gasolina, diésel, etc). Por otra parte, existen varios estudios con respecto a logística, pero ninguno de ellos se aplica específicamente al sector de comercialización de GLP, ni se considera a los pequeños distribuidores; por lo que realizar un estudio en este tema constituye una línea base y probablemente un primer acercamiento a la situación real de la comercialización del GLP, desde los pequeños distribuidores y centros de acopio.

La principal motivación para realizar el trabajo se basa en la aseveración de la (World Business Council for Sustainable Development, 2004), sobre las pequeñas organizaciones bien administradas y su relación con la rentabilidad y el desarrollo. El estudio se presenta como el desarrollo de herramientas técnicas que le permitan al propietario de un centro de distribución o centro de acopio, la toma de decisiones adecuada, para generar mayor valor en su negocio.

Actualmente, según la (Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero, 2015), existen 5 nodos que componen la cadena de comercialización de GLP: Plantas Abastecedoras, Comercializadoras, Plantas de Almacenamiento y Envasado, Centros de Acopio, y Depósitos de Distribución. En la provincia del Azuay se encuentran ubicados 3 centros de acopio y 178 centros de distribución a lo largo de sus 15 cantones.

Figura 2



*Cadena de Comercialización del GLP*

**Fuente:** (Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero, 2015)

**Elaboración:** Autor

Además de conocer y estudiar la cadena de suministro, se plantea la propuesta de un modelo matemático que le brinde al propietario del depósito de distribución o del centro de acopio las herramientas necesarias para



administrar adecuadamente las cantidades de pedido y de almacenamiento, que le permitan minimizar sus costos con el objetivo de incrementar sus utilidades y conseguir sostenibilidad en el tiempo. Esta situación contribuirá al desarrollo económico del sector y por consiguiente de la provincia en general.

El estudio nos concede la oportunidad de combinar y aplicar los diferentes conceptos y teorías adquiridas en el aula de clase, con la situación real de un sector económico de la sociedad, cumpliendo uno de los objetivos del administrador de empresas, que consiste en la aplicación de herramientas en todo tipo de organizaciones que ayuden al proceso de gestión y toma de decisiones, considerando las diferentes situaciones del entorno en el que se desarrolle cada negocio.

Las propuestas que se plantean son completamente factibles de aplicación, pues son construidas a partir del conocimiento de cada uno de los depósitos de distribución o centros de acopio, objeto de estudio; y adaptadas a cada una de sus realidades y requerimientos. Los principales beneficiarios serán los propietarios de los depósitos de distribución o de los centros de acopio, quienes podrán implementar las recomendaciones en sus negocios, con el objetivo de disminuir sus costos logísticos e incrementar su rentabilidad.

Para el presente tema de investigación, se plantearon dos hipótesis:

- *Los negocios que se dedican a la comercialización de GLP, mantienen estructuras de costos, gestión de pedidos e inventarios de manera similar entre ellos; razón por la cual se puede aplicar un modelo similar para todos los negocios del sector, reemplazando únicamente el valor de las variables para cada caso.*
- *Los depósitos de distribución de GLP en el Azuay, no manejan adecuadamente sus costos logísticos, por lo que no se puede obtener niveles óptimos de rentabilidad en sus negocios; esta hipótesis se constituye en el punto de partida, para generar la investigación, ya que se pretende resolver dicho problema, y proporcionar a los propietarios*



de los depósitos de distribución herramientas adecuadas para administrar sus costos, minimizarlos e incrementar rentabilidad.

Considerando varios antecedentes, como se evidencia en el documento, la principal pregunta de investigación sería: **¿De qué manera optimizar los costos logísticos de los depósitos de distribución y centros de acopio de Gas Licuado de Petróleo en la provincia del Azuay, tomando como base el año 2016?**

Se ha considerado el año 2016, debido a que es el último período concluido y dado que en este tipo de negocios no existen registros históricos, no se puede conseguir información completa de los períodos anteriores.

A partir de esta interrogante, se plantea el objetivo general:

*Aplicar modelos matemáticos que permitan la optimización de costos dentro de la cadena de suministro en el sector de comercialización del Gas Licuado de Petróleo, para apoyar a los propietarios de negocios de este sector a incrementar rentabilidad y sostenibilidad en el tiempo.*

El objetivo general se basa en los siguientes objetivos específicos:

- Realizar un análisis de la composición de los costos logísticos según los centros de acopio y depósitos de distribución, para establecer los costos más relevantes en cada uno de los nodos a estudiar.
- Aplicar modelos matemáticos para encontrar cantidades óptimas de pedido y almacenamiento que nos permitan optimizar costos logísticos.
- Validar diferentes softwares para resolver los problemas planteados.
- Minimizar costos logísticos dentro de la cadena de suministro, en el sector de comercialización del GLP.
- Establecer factores determinantes de ineficiencia dentro de la cadena de suministro, para minimizarlos o plantear propuestas de mejora.
- Definir planes de mejora continua para garantizar el éxito de las propuestas planteadas.



## Marco Teórico de referencia

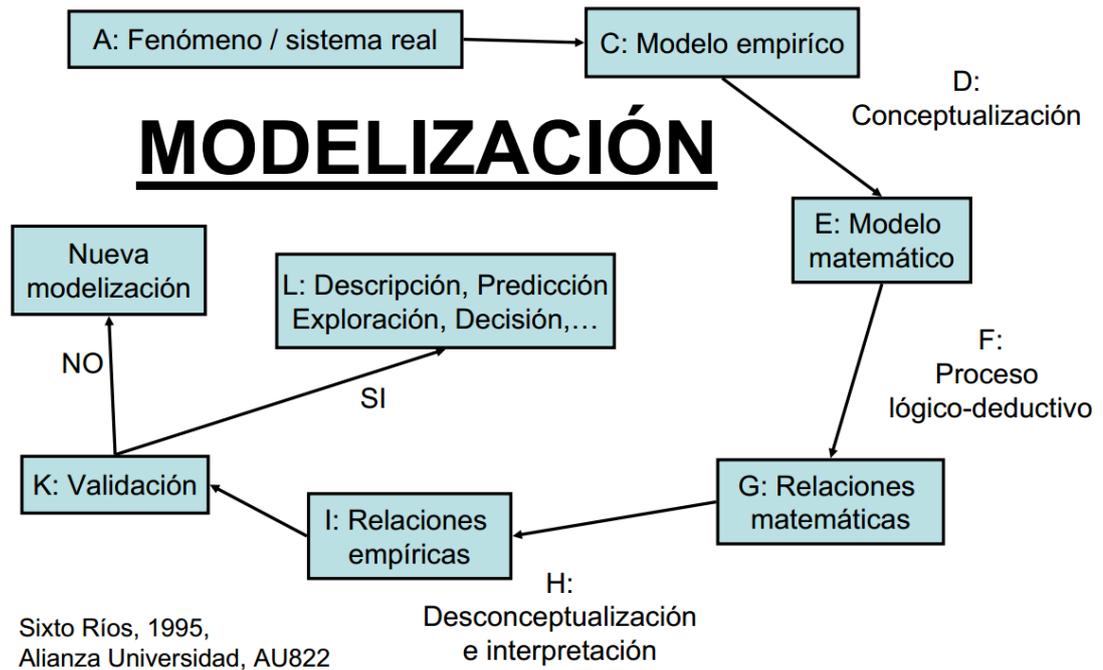
### Modelos matemáticos

Un modelo matemático puede ser considerado como la “relación matemática que describe objetos o problemas de una ciencia” (Camarena, 1990), generalmente los modelos matemáticos son conceptualizados por la ingeniería, ciencia que divide a estas relaciones en 2 categorías: Modelaje de Objetos y Modelaje de Problemas. (Duran, 2006), afirma que un modelo matemático es la interpretación de la mejor manera posible la realidad, a través de fórmulas o planteamientos matemáticos. Por otra parte (Peláez & Mejía, 2000), definen a un modelo matemático como un “conjunto de expresiones matemáticas que describen el comportamiento de las variables que caracterizan un sistema”.

### Modelación matemática

La modelación matemática es el “proceso cognitivo que se tiene que llevar a cabo para llegar a la construcción del modelo matemático de un problema u objeto del área de contexto”. (Camarena, 1990). Según (Ríos, 1995), la modelización se realiza a través del siguiente esquema. El esquema nos indica que a partir de un fenómeno o situación real, se realiza un modelo empírico, el cual se conceptualiza, generando un modelo matemático, que a través del proceso lógico-deductivo, representa y genera las relaciones matemáticas, que se buscan desconceptualizar e interpretar para llegar a relaciones empíricas, que se validan; si dicha validación resulta positiva, se continúa con la resolución y aplicación del modelo, en caso de que las relaciones no respondan a la validación, se debe regresar a un nuevo proceso de modelización.

Figura 3



### Procesos de Modelización

### Costos

“Valor utilizado para adquirir bienes o servicios, que se mide en dólares mediante la reducción de activos, o al incurrir en pasivos en el momento en que se obtienen los beneficios”.(Polimeni, Fabozzi, Adelberg, & Kole, 1989)

### Costos Logísticos

Los costos, son los valores que se incorporan a la producción de un bien(Portal Rueda, 2012). Según (Estrada Mejia, Restrepo de Ocampo, & Ballesteros Silva, 2010), los costos logísticos son aquellos rubros en los que incurre la empresa para garantizar un adecuado nivel de servicio al cliente. Para (López, 2014), los costos logísticos, son los rubros ocultos involucrados en el movimiento y almacenamiento de producto y/o materiales desde los proveedores, hasta los clientes. (Ballou, 2004), afirma que los costos logísticos, son uno de los rubros más importantes dentro de la organización, y propone la siguiente clasificación de los costos logísticos: costos de distribución, costos de suministro físico y costos de servicio al cliente. Para



(Portal Rueda, 2012), los costos logísticos deben reflejar los costos del flujo de material en el proceso productivo.

(Estrada Mejia et al., 2010), desagregan a los costos logísticos de la siguiente manera:

- Costos de distribución.- compuesto por los costos de transporte de productos terminados, incluyendo costos de entrada y salida de almacén, costos en devoluciones de inventario a la planta, costos extra por pedidos retrasados; por los costos de inventarios de productos terminados, incluyendo el costo de los inventarios en tránsito, costos de almacenamiento tanto en puntos de venta, como en las plantas, costo de inventario obsoleto, costo de manejo de materiales; costo de procesamiento de pedidos, compuesto por los costos de procesamiento de pedidos de clientes, y de reabastecimiento de inventarios, procesamiento de pedidos retrasados; costos de administración y gastos generales, compuestos por los gastos gerenciales no asignados, depreciaciones(Estrada Mejia et al., 2010).
- Costos de suministro físico. - compuestos por el transporte de bienes de suministro, costos de inventario de bienes de suministro, costo de procesamiento de pedidos; costos de administración y gastos generales asociados al suministro físico. (Estrada Mejia et al., 2010)
- Costos de servicio al cliente. - compuestos por porcentajes de entrega de almacenes en un día, porcentaje promedio en inventario, tiempo total de ciclo de pedido, entregas de pedidos atrasados y divididos, devoluciones de los clientes por daños, inventario obsoleto, errores de procesamiento de pedidos y entregas tardías. (Estrada Mejia et al., 2010)

Según la (Sintec Customer and Operation Strategy, 2015), en América Latina uno de los rubros más importantes para las industrias, corresponde a sus costos logísticos, que han incrementado los últimos años, y el reto más importante, es disminuir dichos costos, haciéndoles más eficientes a las organizaciones.



## **Logística**

El (Council of Supply Chain Management Professionals, 2017), define la logística, como la parte del proceso de la cadena de suministro que planea, lleva a cabo y controla el flujo y almacenamiento eficientes y efectivos de bienes y servicios, así como de la información relacionada, desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el fin de satisfacer los requerimientos de los clientes. (Chase, Robert, & Aquilano, 2009), sostienen que la logística es la ciencia y el arte de aprovisionarse, producir y distribuir los materiales y productos en el lugar y en las cantidades apropiadas. Para (Ballou, 2004), la logística consiste en la dirección coordinada de las actividades relacionadas, en lugar de hacerlo de manera separada. Uno de los principales objetivos de la logística consiste en la creación de valor para la empresa. (Ballou, 2004) relaciona también la gestión de la logística, con el servicio al cliente, ya que el manejo adecuado del servicio al cliente constituye una forma efectiva para la creación de valor en la empresa.

## **Cadena de suministro**

(Chase et al., 2009), consideran a la cadena de suministro como el conjunto de relaciones y vínculos que se crean entre la empresa y sus proveedores y clientes. (Ballou, 2004), conceptualiza a la cadena de suministro como el conjunto de actividades relacionadas con el flujo y transformación de bienes desde la materia prima, hasta el usuario final, así como los flujos de información relacionados. Para (Krajewski et al., 2005) una cadena de suministro puede ser definida, como la red de servicios, materiales, y flujos de información que vincula los procesos de una empresa (relación con el cliente, surtido de productos, relación con los proveedores), con los procesos de sus proveedores y de sus clientes; es decir que se forma una red amplia que engloba a proveedores y clientes de una empresa para trabajar de manera mancomunada. Las cadenas de suministro se presentan en empresas manufactureras y de servicio, en tal virtud, una cadena de suministro de servicios es aquella que se basa en la necesidad de proporcionar apoyo con respecto a los elementos indispensables de los paquetes de servicio que se



ofrecen. (Krajewski et al., 2005). Por su parte un paquete de servicio está compuesto por instalaciones de apoyo, bienes facilitadores, servicios implícitos y explícitos; aplicado este concepto a nuestro caso de estudio, las instalaciones de apoyo hacen referencia a los lugares físicos en donde se ubican los depósitos de distribución de GLP; las personas que atienden dichos locales; los computadores, en caso de poseerlas en los negocios; los camiones transportadores de las bombonas de gas; los bienes facilitadores, son las bombonas de GLP que poseen los depósitos de distribución de GLP. El servicio explícito, consiste en la venta de una bombona de GLP en buen estado, con el producto completo; mientras que el servicio implícito comprende, la colaboración del personal del depósito en el transporte de la bombona, un trato al cliente de manera amable y cordial, disponibilidad del producto en todo momento, atención al cliente en los horarios establecidos, visitas periódicas y constantes a domicilio a los clientes, para quienes realizan recorridos ofreciendo el producto.

### **Inventario**

(Krajewski et al., 2005) definen a un inventario como la “acumulación de materias que se utiliza para satisfacer la demanda de los clientes o apoyar la producción de bienes o servicios”. (Chase et al., 2009) afirma que los inventarios son las existencias de los recursos utilizados en la organización. La administración de inventarios se enfrenta a una disyuntiva, mantener inventarios bajos, o mantener inventarios altos; sobre lo que se hace necesaria la decisión del gerente de operaciones.

La principal razón para mantener un inventario bajo, es reducir los costos que genera una inversión en inventarios, considerado como capital inmovilizado durante un tiempo, hasta que se realice el inventario (es decir, se lo transforme en productos terminados, o se lo venda).(Krajewski et al., 2005)

### **Costo de mantenimiento**

El costo de mantenimiento de inventarios es “la suma del costo de capital más los costos variables que se pagan por tener artículos a la



mano, como los costos de almacenamiento y manejo y los impuestos, seguros y mermas” (Chase et al., 2009; Krajewski et al., 2005)

### **Costo de capital**

El costo de capital es el costo de oportunidad de invertir en los inventarios, en relación con el costo de invertir en otros activos con riesgo similar. (Krajewski et al., 2005)

Por otra parte, existen presiones para mantener inventarios altos, entre ellas, brindar una adecuada atención al cliente, y minimizar el costo de realizar pedidos y preparar el inventario. (Krajewski et al., 2005)

### **Costo de hacer pedidos**

El costo de hacer pedidos es el costo de preparar una orden de compra para un proveedor, o una orden de producción en el caso de una industria manufacturera. (Chase et al., 2009; Krajewski et al., 2005)

## **Investigación de Operaciones**

(Duran, 2006) define a la investigación de operaciones como “la ciencia de la toma de decisiones”. Según (Taha, 2012), la técnica más importante de la investigación de operaciones es la programación lineal, aunque también posee herramientas como la programación entera, la programación dinámica, la programación de redes, y la programación no lineal.

La investigación de operaciones, presenta una serie de pasos para su implementación:

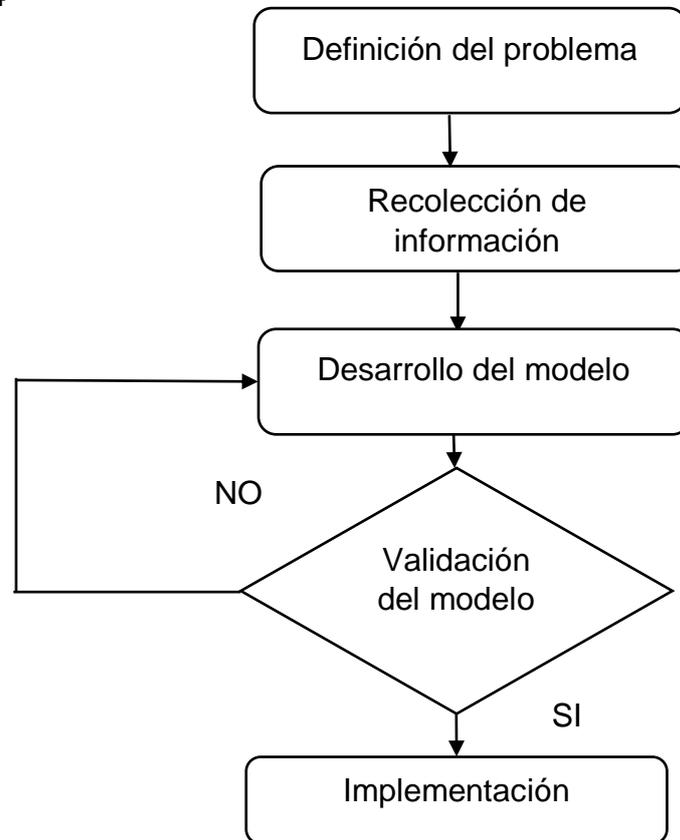
1. Definición del problema
2. Construcción del modelo
3. Solución del modelo
4. Validación del modelo
5. Implementación de la solución. (Taha, 2012)

Por otra parte (Krajewski et al., 2005), establece cuatro pasos básicos para la toma de decisiones, en el marco de la investigación de operaciones:

1. Reconocer y definir con claridad el problema
2. Recopilar la información necesaria para analizar las posibles alternativas
3. Seleccionar la alternativa más atractiva
4. Implementar la alternativa seleccionada.

En la figura 4 se ilustran, los procedimientos sintetizados de los autores mencionados anteriormente, para la toma de decisiones, en el marco de la investigación de operaciones.

Figura 4



*Proceso de toma de decisiones, con el enfoque de investigación de operaciones*

**Fuente:** (Krajewski et al., 2005; Taha, 2012)

**Elaboración:** Autor



## **Programación Lineal**

(Krajewski et al., 2005) define a la programación lineal como la técnica que resulta útil para asignar los recursos escasos entre las diferentes demandas que compiten por ellos. (Taha, 2012), afirma que la principal conceptualización de la programación lineal, es una o más funciones objetivos, sujetas a restricciones lineales. Para realizar programación lineal, se deben considerar, algunos conceptos:

Función objetivo. - Expresión que enuncia matemáticamente lo que se desea optimizar.

Variables de decisión. - Variables que están bajo el control de la persona que toma las decisiones.

Restricciones. - Limitaciones que restringen el modelo.

Región factible. - Conjunto de posibles soluciones para el modelo. Para que una combinación sea parte de una región factible, debe cumplir todas las restricciones propuestas (Taha, 2012)

### **Programación Lineal Entera**

La programación lineal entera, de categoría directa, hace referencia a la situación en la cual, se impide la asignación de valores fraccionarios a las variables del modelo (Taha, 2012). Se pueden dividir en programación entera pura, cuando todas las variables son valores enteros, y mixta, cuando se consideran variables discretas y continuas. (Ballou, 2004; Chase et al., 2009; Krajewski et al., 2005)

### **EOQ**

Anteriormente se habían mencionado algunas presiones para mantener inventarios bajos, y algunas para mantener inventarios altos, una de las posibles formas de equilibrar dichas presiones es encontrar una cantidad óptima que permita minimizar los costos manteniendo los inventarios lo suficientemente bajos como para no incurrir en costos



innecesarios, pero lo suficientemente altos para mantener disponibilidad de productos, a dicha cantidad la llamaremos Cantidad Económica de Pedido (EOQ por sus siglas en inglés economic order quantity). (Krajewski et al., 2005; Taha, 2012) plantea que para aplicar EOQ, se deben considerar varios supuestos:

1. Tasa de demanda es constante y se conoce con certeza
2. No existen restricciones para el tamaño de cada lote
3. Los dos únicos costos relevantes son: el de mantenimiento y el de realización de pedidos.
4. Las decisiones con respecto a un artículo son independientes de las decisiones de los demás artículos.
5. El tiempo de espera es constante y se conoce con certeza.

(Krajewski et al., 2005) indica que la forma de cálculo del EOQ, es:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

En donde,

- D = Demanda anual en unidades, por año
- S = Costo por hacer pedidos o prepara un lote, en dólares por lote.
- H = Costo de mantener una unidad en inventario durante un año, puede expresarse como porcentaje del valor.

### **EOQ con restricciones**

(Ibarra Balderas, 1995), afirma que hay ocasiones en las que los resultados de la EOQ, no son factibles, por diversas condiciones del negocio, en donde se vuelve necesario la aplicación de restricciones que limiten el valor de la EOQ, para poder obtener una cantidad óptima y factible que minimice los costos. Este tipo de restricciones, se las resuelve a través de un problema de optimización; en donde la función de costo total se transforma en la función objetivo y se adiciona una



restricción, cuyo problema se resuelve con la utilización de multiplicadores de Lagrange.

(Hausler & Paul, 2003) indican la metodología de resolución de problemas, con multiplicadores de Lagrange, en donde se incluye  $\lambda$  (lambda), como parámetro para incluir las restricciones.

(Ibarra Balderas, 1995), concluye que la fórmula de cálculo de EOQ, con restricción es:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2DS}{H + \lambda(\text{restricción})}}$$

### Gas Licuado de Petróleo

El Gas Licuado de Petróleo es un producto compuesto por Propano (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>), Butano (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>), o una mezcla de ambos. Se obtiene del proceso de refinación del petróleo y de Plantas Recuperadoras de Gas Natural. (Di Pelino, Vianco, Iglesias, Katz, & Daniele, 2012)

### Características

- Estado. - A presión atmosférica y temperatura ambiente (1 atmósfera y 20°C), el Gas Licuado de Petróleo se encuentra en estado gaseoso.
- Efecto de la temperatura. - Al aumentar la temperatura del GLP que se encuentra dentro de un tanque cerrado, aumenta su presión. Esto es debido a que aumenta la presión de vapor y, además, el líquido se expande.
- Densidad y viscosidad. - La densidad y presión de vapor del GLP varían según la composición. La densidad y peso específico son mayores que el aire, por lo que el GLP resulta más pesado que éste.
- Máxima exposición permisible para las personas. - La exposición máxima permisible para las personas es de 1.000 partes de GLP por cada 1.000.000 de partes de aire (1.000 ppm), en promedio sobre un



turno de trabajo de ocho horas. (Di Pelino et al., 2012; World LPG Association, 2016)

## **Diseño Metodológico**

### **Tipo de investigación**

El estudio que se realizará es una investigación aplicada, descriptiva y de campo, donde utilizaremos variables de tipo cualitativo y cuantitativo; que busca diagnosticar la situación actual de los centros de distribución y acopio del GLP en el Azuay, para establecer una adecuada composición de su estructura de costos, en base a la cual pueda aplicarse modelos matemáticos para optimizar la cadena de suministro.

### **Método de Investigación**

Se utilizará el método de investigación lógico-deductivo, ya que se aplicarán modelos matemáticos planteados como base para la optimización de costos, en esta investigación, y el método hipotético – deductivo para contrastar las preguntas de investigación realizando una prueba empírica a través de encuestas, y la aplicación de modelos.

### **Población**

La población la componen los 3 centros de acopio y los 178 depósitos de distribución ubicados en el Azuay; no se seleccionará una muestra, se realizará un censo a toda la población debido a que el número de observaciones así lo amerita.

### **Métodos de recolección de información**

La metodología a utilizar se compone de dos fases, por una parte todo lo relacionado a levantamiento de información en donde se considerará la metodología IIRSA, que es el Análisis del Potencial de Integración Productiva y Desarrollo de Servicios Logísticos de Valor Agregado de Proyectos, metodología que se basa en el planteamiento y posterior ejecución de la



recolección de información; es decir en primer lugar se realiza una planificación de la recolección de información, identificando los posibles objetos de estudio, delimitación del área de estudio; posteriormente se formulan hipótesis que deben ser validadas por expertos en el área, para en base a eso construir los formatos de recolección de información del área logística del campo de estudio. (Barceló & Barcia, 2009)

La siguiente parte consiste en el análisis de la información recolectada, para lo que se utilizará modelos matemáticos, que permitan la determinación de una cantidad óptima de inventario que se debe manejar en los centros de acopio y depósitos de distribución, a través de programación lineal para posteriormente establecer los costos mínimos a los que se llegará tras la aplicación del modelo.

Es importante destacar que la metodología IIRSA implica como punto final, el establecimiento de medidas correctivas, planes o propuestas de mejora que puedan ser implementados posteriormente por los sujetos que han sido objetos del estudio.

### **Tratamiento de la información**

Para nuestro estudio utilizaremos herramientas estadísticas para la evaluación de datos como son Excel y SPSS las cuales nos permitirán obtener datos que explican el comportamiento del sector de comercialización de GLP, en la provincia del Azuay, además para la evaluación de los resultados se utilizará cuadros, gráficos y tablas estadísticas para una mejor explicación de este fenómeno. La presentación de este estudio se realizará en formatos de Word y Excel. Para correr los modelos matemáticos utilizaremos programas como Lindo, WinQSB, Solver.

### **Fuentes de información**

Para nuestra investigación utilizaremos las siguientes fuentes de información:



### **Fuentes Primarias:**

- Encuestas a propietarios de depósitos de distribución de GLP
- Entrevistas a propietarios de centros de acopio de GLP

### **Fuentes Secundarias**

- Libros sobre Administración de Operaciones, Costos, Logística, Cadena de Suministro y similares.
- Artículos científicos relacionados con el tema

### **Fuentes Terciarias:**

- Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero
- Austrogas CEM
- Banco Central del Ecuador
- Informes Petroecuador
- INEC

### **Plan de recolección y procesamiento de datos**

La Información de fuente primaria, se la recolectará acudiendo directamente a los propietarios de los centros de acopio y los depósitos de distribución, a quienes se les aplicará una encuesta que pretende conocer la situación actual del sector, y obtener información de cada negocio, para poder aplicar los modelos matemáticos más adelante propuestos. La encuesta cuenta con 80 preguntas, que indagan sobre la situación económica y financiera de cada negocio. El tiempo promedio de aplicación se estima en alrededor de una hora. El formato de la misma se encuentra como Anexo al presente documento.

Por otra parte, la recolección de información de fuente secundaria, se la realizará a través de la revisión bibliográfica de libros, artículos científicos y académicos, tesis elaboradas y trabajos realizados en el área de: logística, cadena de suministro, costos logísticos, optimización de costos, modelos matemáticos, GLP, y otros relacionados al tema planteado.



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Posteriormente, a la recolección de información, se procesará la misma; los datos de fuente primaria, serán procesados en programas como Excel y SPSS, que nos brindarán resultados descriptivos a partir de las encuestas realizadas, y en base a dichos datos, se resolverá los modelos que se propongan en software como Lindo, Mat Lab, Solver, se preferirá utilizar más de un software para validar el correcto funcionamiento de los modelos que se aplicarán a cada caso.

Finalmente, se interpretarán los resultados a nivel sector, e individualmente en cada caso de estudio, y se propondrán acciones de mejora.



## Resultados obtenidos

Es importante profundizar el conocimiento del sector de comercialización de GLP en el Azuay, para entender ciertas características específicas de este sector objeto de estudio.

Según la ARCH, en la provincia del Azuay existen 178 depósitos de distribución y 3 centros de acopio, distribuidos en 14 de los 15 cantones de la provincia del Azuay, el único cantón que no posee depósitos de distribución registrados en esta entidad es el cantón Camilo Ponce Enríquez. En la realización de la presente investigación se pudo llegar tan sólo a 135 depósitos de distribución, las principales razones por las que no se obtuvo información de todos, radica en que varios de estos habían cerrado, algunos cambiaron su localización, y en pocos casos, los propietarios se negaron a brindar información. De las observaciones realizadas, se pueden evidenciar los siguientes resultados.

*Tabla 4: Distribución de Depósitos de Distribución por cantón*

<b>Cantón</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Chordeleg	1	0,7
Cuenca	104	76,5
El Pan	1	0,7
Girón	2	1,5
Gualaceo	6	4,4
Nabón	3	2,2
Paute	4	2,9
San Fernando	1	0,7
Santa Isabel	9	6,6
Sevilla de Oro	1	0,7
Sigsig	4	2,9
Total	136	100,0

**Fuente:** Encuesta aplicada a Depósitos de Distribución.

**Elaboración:** Autor

Anteriormente, se mencionó que los depósitos de distribución se distribuían en 14 de los 15 cantones de la provincia del Azuay, pero, según se evidencia



en la Tabla 4 se pudo acceder a los depósitos de 11 cantones, de los cuales se puede concluir que estos, se sitúan mayoritariamente en el cantón Cuenca, en donde se ubican el 75,5%, es decir 103 depósitos; el 6,6% está en el cantón Santa Isabel, el 4,4% en Gualaceo, alrededor de un 3% en Paute y otro 3% en el Sígsig, y el restante 3,5% se distribuye en el resto de cantones, con 1 o 2 depósitos en cada cantón. El único centro de acopio analizado se encuentra también en el cantón Cuenca.

*Tabla 5: Distribución de los Depósitos de Distribución por Unidad Legal*

<b>Unidad Legal</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
PN* OBLIGADOS A LLEVAR CONTABILIDAD	24	17,6
PN* NO OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD	112	82,4
Total	136	100,0

\* PN = Personas Naturales

**Fuente:** Encuesta aplicada a Depósitos de Distribución.

**Elaboración:** Autor

La Tabla 5. muestra que tan sólo 24 negocios son obligados a llevar contabilidad, el centro de acopio también tiene la obligación de llevar contabilidad; la mayoría de los depósitos obligados a llevar contabilidad lo deben hacer debido a que cumplen otras actividades o comercializan otros productos a más de los cilindros de GLP; el 82,4%, es decir 112 negocios, no son obligados a llevar contabilidad y muchos de estos, al ser negocios familiares ni siquiera están registrados en el Servicio de Rentas Internas (SRI).

Con relación a los años de actividades en este negocio, la Tabla 6 presenta que estos negocios operan entre 1 y 40 años; el 33% se encuentra en un rango entre 10 y 15 años, el 21% entre 15 y 20 años y el 15% entre 20 y 25 años, estos resultados se presentan en virtud de que estos negocios son principalmente familiares, que subsisten en calidad de herencia transmitida a través de generaciones. Los negocios con menos de 5 años, son tan sólo el 2%, de la misma manera aquellos que tienen más de 35 años, son también alrededor del 2%.



Tabla 6: Años de Actividades de los Depósitos de Distribución

Años de actividades	Frecuencia	Porcentaje
0-5	3	2,2
5-10	19	14,0
10-15	46	33,1
15-20	29	21,3
20-25	19	14,7
25-30	12	8,8
30-35	5	3,7
35-40	1	0,7
40 o más	2	1,5
Total	135	100,0

**Fuente:** Encuesta aplicada a Depósitos de Distribución.

**Elaboración:** Autor

Tabla 7: Número de empleados en los Depósitos de Distribución

Número de empleados	Frecuencia	Porcentaje
1	54	39,7
2	60	44,1
3	15	11,2
4	1	0,7
5	4	2,9
10	1	0,7
14	1	0,7
Total	136	100,0

**Fuente:** Encuesta aplicada a Depósitos de Distribución.

**Elaboración:** Autor

En lo relacionado al número de empleados que posee la empresa, según se aprecia en la Tabla 7 que estos negocios cuentan con personal mínimo, es decir poseen tan sólo entre 1 y 3 personas colaboradoras, y estos generalmente son miembros de la familia, o es tan sólo el propietario. El 39,7% de los negocios tienen a un solo empleado, es decir labora sólo el dueño o dueña del negocio; el 44%, tiene 2 empleados, a más del dueño labora otra persona, en algunos casos es un familiar, quien apoya en la atención del local



comercial, mientras el propietario realiza el recorrido a domicilio y en otros casos se contrata a una persona que colabora principalmente en la carga y descarga de los cilindros. El 11% de los negocios cuenta con 3 empleados quienes se enfocan en realizar actividades descritas anteriormente. Son pocos los negocios que cuentan con más de 3 empleados; el caso del centro de acopio es especial, pues este cuenta con 10 empleados, la principal diferencia entre el personal del centro de acopio y los depósitos de distribución, radica en que debido al tipo de negocio, existe personal que se dedica específicamente a actividades administrativas, mientras en los centros de acopio, este tipo de actividades lo realiza el propietario, o las mismas personas que se encargan de la manipulación de los productos.

*Tabla 8: Distribución de los Depósitos de Distribución según el mercado destino*

<b>Mercado destino</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Ciudad	86	63,2
Cantón	50	36,8
Total	136	100,0

**Fuente:** Encuesta aplicada a Depósitos de Distribución.

**Elaboración:** Autor

La Tabla 8 indica el mercado destino de ventas de los depósitos de distribución, el 63% destina sus ventas a las ciudades, que son los cascos urbanos de cada uno de los cantones; mientras el 37% se centra en la comercialización a las zonas rurales de los cantones en los que se ubican. Existen algunos negocios ubicados en cantones limitantes con otras provincias que distribuyen el producto a estas, tales como a Morona Santiago y Cañar.

A pesar de que una de las actividades claves en el negocio de comercialización de GLP, consiste en la entrega a domicilio del producto, el 53% de los negocios no lo hacen, se dedican sólo a la comercialización desde un punto fijo de venta. En la ciudad de Cuenca por el contrario muchos depósitos de distribución se dedican a realizar recorridos por el casco urbano y por las parroquias más cercanas, es tal el efecto de esta actividad que incluso se han desarrollado normativas con respecto al impacto de los



vehículos distribuidores de GLP, como lo relacionado al cambio del ruido de la bocina por un sonido más amigable y menos contaminante. En los otros cantones, la distribución de GLP tiende a realizarse especialmente desde un punto de venta fijo, a donde acuden los compradores a efectuar su compra.

*Tabla 9: Depósitos de Distribución que realizan entregas a domicilio.*

<b>Distribución a domicilio</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
NO	72	52,9
SI	64	47,1
Total	136	100,0

**Fuente:** Encuesta aplicada a Depósitos de Distribución.

**Elaboración:** Autor

Con respecto a las limitaciones de crecimiento de acuerdo a las percepciones y experiencia de los propietarios, se dan principalmente por el nivel de competencia del sector, con el 43%, pero también se presentan por la falta de financiamiento y la dificultad para conseguir los permisos necesarios según el 16% de los propietarios, lo que puede evidenciarse en la Tabla 10.

*Tabla 10: Limitaciones para el crecimiento empresarial*

<b>Limitante para el crecimiento empresarial</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Falta de financiamiento	23	16,9
Falta de experiencia	6	4,4
Permisos	23	16,9
Impuestos	14	10,3
Nivel de competencia del sector	59	43,4
Otros	11	8,1
Total	136	100,0

**Fuente:** Encuesta aplicada a Depósitos de Distribución.

**Elaboración:** Autor

La Tabla 11 por otra parte indica si los negocios realizan controles de calidad y planes de mantenimiento, en donde puede evidenciarse que el 46% realiza controles de calidad, este tipo de controles se aplican a los productos recibidos, sólo hay 2 negocios que aplican este tipo de controles a los procesos de gestión; los controles implementados en los productos



generalmente se lo realizan a través de inspección visual; el 54% por el contrario no realiza ningún tipo de control de calidad.

Tabla 11: Depósitos de distribución que realizan control de calidad y plan de mantenimiento

	Controles de calidad		Planes de mantenimiento	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
SI	62	45,6	37	27,2
NO	74	54,4	99	72,8
Total	136	100,0	136	100,0

**Fuente:** Encuesta aplicada a Depósitos de Distribución.

**Elaboración:** Autor

Con respecto a los planes de mantenimiento, el 27,2% posee planes de mantenimiento, que se aplican especialmente a vehículos, dado el giro del negocio no es necesario contar con otras máquinas o herramientas especiales. El porcentaje de los negocios que poseen el plan de mantenimiento es bajo, mantienen una relación con los negocios que poseen vehículos para abastecimiento y distribución. Los planes de mantenimiento que se poseen y aplican son correctivos, no se realizan mantenimientos predictivos.

Tabla 12: Administración de Inventarios

	Frecuencia	Porcentaje
SI	79	58,1
NO	57	41,9
Total	136	100,0

**Fuente:** Encuesta aplicada a Depósitos de Distribución.

**Elaboración:** Autor

El 58% afirma administrar sus inventarios, de acuerdo a la Tabla 13 esta gestión se la realiza por experiencia en un 76%; es decir en base al conocimiento del negocio se sabe las cantidades y los tiempos adecuados de pedido de productos; y el resto lo hace a través de kardex o sistemas computarizados.



Tabla 13: Formas de administración de Inventarios

	Frecuencia	Porcentaje
Por experiencia	60	75,9
Por kárdex manual	2	2,6
Por sistema computarizado	17	21,5
Total	79	100,0

Este tipo de negocios no son formales, por lo que muchos de estos no poseen documentación que registre sus operaciones, el 69% no lleva contabilidad general, debido a que no tienen obligación por ley de hacerlo; es decir según se evidenció en la Tabla 5, el 82% no tiene obligación de llevar contabilidad; con respecto a la contabilidad de costos, según la Tabla 14, el 65% no lleva registros sobre los costos que incurren en las operaciones del negocio. El 35% que lleva costos, lo hace de manera empírica. Precisamente, este es uno de las principales limitantes en la investigación, ya que no existe información histórica referencial en todos los negocios estudiados.

Tabla 14: Contabilidad de Costos

	Frecuencia	Porcentaje
SI	48	35,3
NO	88	64,7
Total	136	100,0

**Fuente:** Encuesta aplicada a Depósitos de Distribución.

**Elaboración:** Autor

La información que se ha podido recolectar corresponde al año 2016, que es el último período del que se ha podido obtener información en los depósitos de distribución. Se ha podido obtener rubros anuales, mensuales y semanales de los componentes de costos logísticos, y se los ha homogenizado en la misma unidad de tiempo, para poder trabajar con estos.

Para la estructura de los costos logísticos, se toma como base la clasificación presentada por (Ballou, 2004), que describe con mayor nivel de detalle (Estrada Mejia et al., 2010), y que se compone de: costos de distribución,



costos de suministros físicos y costos de servicio al cliente. Es necesario realizar ciertas puntualizaciones:

- El rubro de costos de suministro físico, no se considerará como una cuenta independiente en esta investigación, debido a que generalmente no se los reconoce por los propietarios, no se puede obtener información sobre los mismos, y en virtud de su baja representatividad son considerados dentro de los costos de almacenamiento y manejo de los productos, ya que ayudan de manera directa en estas dos actividades.
- Los costos de servicio al cliente, tampoco se han podido calcular, debido a que la disponibilidad de productos en todos los negocios es del 100%, es decir que el nivel de servicio al cliente es el óptimo, por otra parte, en lo relacionado a los costos por devoluciones, se considera dentro del rubro de costos de distribución.
- Los costos de distribución es el rubro que se ha desglosado con mayor nivel de detalle, y se ha compuesto básicamente de: costos de transporte, costos de inventario; costos de procesamiento de pedidos, y costos administrativos y gerenciales.

Los costos de transporte se han desglosado en:

- Costo de entrada al almacén
- Costo de salida del almacén
- Costo de devoluciones del cliente al depósito de distribución

Los costos de entrada y salida al almacén, están compuestos por:

- Costo por combustible, se obtiene el valor semanalmente.
- Costo por cambio de neumáticos, se obtiene el valor anualmente, y se lo analiza como un rubro semanal; considerando 52 semanas.



- Costo por cambio de aceite, se considera además cambio de filtros, se obtiene el valor mensualmente y se lo analiza como un rubro semanal, considerando 4 semanas en el mes.
- Costo de mantenimiento general del vehículo, se obtiene el valor anualmente y se lo considera como un rubro semanal.
- Costo extra por eventualidades, se obtiene un valor anualmente, y se lo considera como rubro semanal.
- Costo de depreciación para los vehículos propios, en donde se ha considerado una vida útil de 10 años para los vehículos nuevos, a pesar de que según la legislación ecuatoriana la vida útil de un vehículo es de 5 años, se ha tomado como referencia a las NICs, en donde se establece que se puede considerar un tiempo mayor de vida útil, de acuerdo al uso y al rendimiento del activo, en este caso particular los propietarios estiman como tiempo mínimo de utilidad del vehículo, 10 años; cuando los vehículos han sido adquiridos usados, se prevé un tiempo de vida útil de 7 años, para los que tienen menos de 5 años desde su fabricación, y 5 años, para los que tienen entre 5 y 10 años de fabricación. Para los vehículos que superan estos límites, ya no se ha considerado un valor de depreciación. El valor por depreciación se lo obtiene anualmente y se lo considera semanalmente.
- Costo de remuneraciones a personal encargado del transporte de productos, consiste en el sueldo mensual incluido horas extras, adicionado el valor por aporte patronal del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social IESS, beneficios sociales (Décimo tercer sueldo, décimo cuarto sueldo, vacaciones, fondos de reserva). El valor se lo obtiene mensualmente y se



consideran 240 horas laborables mensualmente, para obtener un rubro semanal.

- Costo por alquiler del vehículo, se considera el costo individual por cada ocasión en la que se alquila el servicio, y se lo considera con base en la semana como unidad, dependiendo del número de veces que el negocio realiza su aprovisionamiento.

El costo de devoluciones del cliente al depósito de distribución, es asumido por el proveedor cuando se realizan entregas a domicilio, en el caso de que no se realicen entregas a domicilio el costo lo asume el cliente. Por otra parte, el costo de devoluciones al proveedor por parte del depósito de distribución es asumido por el depósito de distribución.

Los costos de inventario, están compuestos de la siguiente manera:

- Costo de almacenamiento de materiales, valor que incluye el costo del local, es decir si el local es arrendado, el costo por arriendo del local, en caso de ser propio se considera el valor del predio pagado anualmente, analizando posteriormente como rubro semanal; se incrementa el valor por servicios básicos (Agua, luz, teléfono), que se obtiene mensualmente y se lo considera con base en la semana. Se incluye además el costo por remuneraciones a las personas encargadas del almacenamiento, incluyendo el sueldo mensual, horas extras, adicionando el valor por aporte patronal del IESS, beneficios sociales (Décimo tercer sueldo, décimo cuarto sueldo, vacaciones, fondos de reserva). El valor se lo obtiene mensualmente y se analiza como rubro semanal considerando 4 semanas.



- Costos de manejo de materiales conformado exclusivamente por las remuneraciones de las personas encargadas del manejo o manipulación de los productos. La forma de cálculo es la ya mencionada, incluyendo todas las erogaciones que realiza el patrono; se ha considerado un tiempo estándar en minutos para la manipulación (carga y descarga) de cada producto en el depósito de distribución.

Los costos de procesamiento de pedidos, están conformados por los costos de infraestructura en la cual se realiza el pedido, tales como alquiler, y servicios básicos; y por los costos del personal que se encarga de realizar los pedidos, considerando los minutos necesarios para la realización del pedido.

Es necesario realizar una consideración especial con respecto a los gastos administrativos y gerenciales, ya que al estudiar negocios pequeños como los depósitos de distribución de GLP, no se cuenta con personal específico para la realización de actividades administrativas, y tampoco se cuenta con directivos, por lo que el sueldo de las personas que cumplirían estas actividades, está incluido en los rubros, de transporte, almacenamiento, manipulación y procesamiento de pedidos, ya que en muchos casos, los únicos empleados son los propietarios, quienes cumplen con la mayoría de las actividades.

En la siguiente tabla se puede apreciar un resumen del cálculo de los costos semanales unitarios de los rubros principales, para cada depósito de distribución.



Tabla 15: Costos logísticos por cada Depósito de Distribución

No. Depósito Distribución	Costo transporte unitario <i>ctu</i>	Costo inventario semanal unitario <i>ciu</i>	Costo procesamiento de pedidos semanal unitario <i>cpu</i>	Costo total unitario
1	\$ 0,20	\$ 0,15	\$ 0,0048	\$ 0,3554
2	\$ 0,07	\$ 0,04	\$ 0,0017	\$ 0,1157
3	\$ 0,47	\$ 0,06	\$ 0,0006	\$ 0,5329
4	\$ 0,85	\$ 0,22	\$ 0,0033	\$ 1,0734
5	\$ 0,84	\$ 0,18	\$ 0,0058	\$ 1,0302
6	\$ 0,43	\$ 0,08	\$ 0,0023	\$ 0,5097
7	\$ 0,15	\$ 0,23	\$ 0,0044	\$ 0,3850
8	\$ 0,38	\$ 0,61	\$ 0,0865	\$ 1,0696
9	\$ 0,92	\$ 0,51	\$ 0,0055	\$ 1,4340
10	\$ 0,12	\$ 0,26	\$ 0,0092	\$ 0,3940
11	\$ 0,16	\$ 0,33	\$ 0,0046	\$ 0,4956
12	\$ 0,36	\$ 0,17	\$ 0,0025	\$ 0,5255
13	\$ 0,52	\$ 0,56	\$ 0,0018	\$ 1,0883
14	\$ 0,10	\$ 0,20	\$ 0,0043	\$ 0,3005
15	\$ 0,58	\$ 0,23	\$ 0,0089	\$ 0,8224
16	\$ 0,37	\$ 0,16	\$ 0,0044	\$ 0,5410
17	\$ 0,29	\$ 0,06	\$ 0,0029	\$ 0,3596
18	\$ 0,72	\$ 0,15	\$ 0,0022	\$ 0,8768
19	\$ 0,51	\$ 0,27	\$ 0,0132	\$ 0,7971
20	\$ 0,81	\$ 0,18	\$ 0,0072	\$ 0,9908
21	\$ 0,15	\$ 0,14	\$ 0,0029	\$ 0,2958
22	\$ 0,14	\$ 0,20	\$ 0,0069	\$ 0,3534
23	\$ 0,12	\$ 0,26	\$ 0,0003	\$ 0,3841
24	\$ 0,40	\$ 0,77	\$ 0,0385	\$ 1,2081
25	\$ 1,63	\$ 0,18	\$ 0,0044	\$ 1,8230
26	\$ 0,75	\$ 0,43	\$ 0,0115	\$ 1,1887
27	\$ 0,89	\$ 0,61	\$ 0,0052	\$ 1,5102
28	\$ 0,13	\$ 0,18	\$ 0,0052	\$ 0,3149
29	\$ 0,40	\$ 0,12	\$ 0,0027	\$ 0,5219
30	\$ 0,16	\$ 0,21	\$ 0,0033	\$ 0,3666
31	\$ 0,87	\$ 0,25	\$ 0,0049	\$ 1,1309
32	\$ 0,30	\$ 0,62	\$ 0,0069	\$ 0,9252
33	\$ 1,59	\$ 0,13	\$ 0,0017	\$ 1,7156
34	\$ 0,33	\$ 0,32	\$ 0,0096	\$ 0,6654
35	\$ 0,75	\$ 0,51	\$ 0,0130	\$ 1,2778
36	\$ 0,38	\$ 0,36	\$ 0,0117	\$ 0,7420
37	\$ 0,80	\$ 0,99	\$ 0,0352	\$ 1,8217
38	\$ 0,63	\$ 0,33	\$ 0,0082	\$ 0,9594
39	\$ 0,17	\$ 0,03	\$ 0,0005	\$ 0,2050
40	\$ 0,93	\$ 0,19	\$ 0,0058	\$ 1,1265
41	\$ 0,27	\$ 0,20	\$ 0,0128	\$ 0,4794
42	\$ 0,23	\$ 0,07	\$ 0,0007	\$ 0,2950
43	\$ 0,43	\$ 0,40	\$ 0,0023	\$ 0,8402
44	\$ 1,18	\$ 0,16	\$ 0,0088	\$ 1,3421
45	\$ 0,23	\$ 0,65	\$ 0,0244	\$ 0,9058
Katherine Tatiana Coronel Pargol	\$ 0,79	\$ 0,79	\$ 0,0106	\$ 1,9960



UNIVERSIDAD DE CUENCA

No. Depósito Distribución	Costo transporte unitario	Costo inventario semanal unitario	Costo procesamiento de pedidos semanal unitario	Costo total unitario
	ctu	ciu	cpu	
47	\$ 1,14	\$ 0,82	\$ 0,0126	\$ 1,9718
48	\$ 0,62	\$ 0,89	\$ 0,0042	\$ 1,5136
49	\$ 0,78	\$ 0,33	\$ 0,0022	\$ 1,1104
50	\$ 0,28	\$ 0,13	\$ 0,0068	\$ 0,4113
51	\$ 0,20	\$ 0,52	\$ 0,0005	\$ 0,7208
52	\$ 0,13	\$ 0,03	\$ 0,0015	\$ 0,1564
53	\$ 0,12	\$ 0,19	\$ 0,0087	\$ 0,3227
54	\$ 0,26	\$ 0,09	\$ 0,0003	\$ 0,3532
55	\$ 0,85	\$ 0,20	\$ 0,0014	\$ 1,0521
56	\$ 0,43	\$ 0,37	\$ 0,0402	\$ 0,8436
57	\$ 0,32	\$ 0,28	\$ 0,0352	\$ 0,6394
58	\$ 0,11	\$ 0,16	\$ 0,0033	\$ 0,2784
59	\$ 0,72	\$ 0,65	\$ 0,0352	\$ 1,4057
60	\$ 1,33	\$ 0,42	\$ 0,1877	\$ 1,9365
61	\$ 0,75	\$ 0,10	\$ 0,0068	\$ 0,8612
62	\$ 0,31	\$ 0,12	\$ 0,0027	\$ 0,4390
63	\$ 0,33	\$ 0,02	\$ 0,0028	\$ 0,3613
64	\$ 0,37	\$ 0,03	\$ 0,0029	\$ 0,4064
65	\$ 0,28	\$ 0,03	\$ 0,0021	\$ 0,3172
66	\$ 0,10	\$ 0,06	\$ 0,0003	\$ 0,1582
67	\$ 0,30	\$ 0,07	\$ 0,0016	\$ 0,3657
68	\$ 0,20	\$ 0,14	\$ 0,0070	\$ 0,3483
69	\$ 0,20	\$ 0,22	\$ 0,0088	\$ 0,4269
70	\$ 0,15	\$ 0,29	\$ 0,0006	\$ 0,4440
71	\$ 0,27	\$ 0,14	\$ 0,0023	\$ 0,4102
72	\$ 0,18	\$ 0,15	\$ 0,0005	\$ 0,3293
73	\$ 0,22	\$ 0,24	\$ 0,0137	\$ 0,4775
74	\$ 0,71	\$ 0,18	\$ 0,0017	\$ 0,8922
75	\$ 0,09	\$ 0,16	\$ 0,0017	\$ 0,2520
76	\$ 0,50	\$ 0,10	\$ 0,0015	\$ 0,5942
77	\$ 1,72	\$ 0,31	\$ 0,0101	\$ 2,0381
78	\$ 0,30	\$ 0,27	\$ 0,0005	\$ 0,5697
79	\$ 0,48	\$ 0,13	\$ 0,0025	\$ 0,6174
80	\$ 0,29	\$ 0,44	\$ 0,0083	\$ 0,7394
81	\$ 0,28	\$ 0,40	\$ 0,0440	\$ 0,7245
82	\$ 0,38	\$ 0,16	\$ 0,0050	\$ 0,5363
83	\$ 0,35	\$ 0,23	\$ 0,0022	\$ 0,5812
84	\$ 0,14	\$ 0,24	\$ 0,0050	\$ 0,3897
85	\$ 0,15	\$ 0,17	\$ 0,0008	\$ 0,3222
86	\$ 1,82	\$ 0,28	\$ 0,0048	\$ 2,1055
87	\$ 0,78	\$ 0,11	\$ 0,0026	\$ 0,8907
88	\$ 0,67	\$ 0,42	\$ 0,0059	\$ 1,0972
89	\$ 1,84	\$ 0,48	\$ 0,0176	\$ 2,3407
90	\$ 0,34	\$ 0,27	\$ 0,0029	\$ 0,6084
91	\$ 0,23	\$ 0,06	\$ 0,0023	\$ 0,2940
92	\$ 0,19	\$ 0,23	\$ 0,0021	\$ 0,4196
93	\$ 0,36	\$ 0,42	\$ 0,0059	\$ 0,7811
94	\$ 0,42	\$ 0,14	\$ 0,0035	\$ 0,5623
95	\$ 0,25	\$ 0,42	\$ 0,0013	\$ 0,6706
Katherine Tatiana Coronel Pango	\$ 0,22	\$ 0,22	\$ 0,0088	\$ 0,5325



UNIVERSIDAD DE CUENCA

No. Depósito Distribución	Costo transporte unitario <i>ctu</i>	Costo inventario semanal unitario <i>ciu</i>	Costo procesamiento de pedidos semanal unitario <i>cpu</i>	Costo total unitario
97	\$ 0,26	\$ 0,23	\$ 0,0065	\$ 0,4979
98	\$ 1,61	\$ 0,48	\$ 0,0088	\$ 2,0927
99	\$ 0,26	\$ 0,22	\$ 0,0098	\$ 0,4840
100	\$ 0,30	\$ 0,38	\$ 0,0047	\$ 0,6831
101	\$ 1,02	\$ 0,27	\$ 0,0050	\$ 1,2900
102	\$ 1,46	\$ 0,16	\$ 0,0101	\$ 1,6376
103	\$ 1,09	\$ 0,80	\$ 0,0025	\$ 1,8931
104	\$ 0,32	\$ 0,10	\$ 0,0030	\$ 0,4247
105	\$ 1,64	\$ 0,19	\$ 0,0041	\$ 1,8355
106	\$ 0,93	\$ 0,31	\$ 0,0015	\$ 1,2382
107	\$ 0,43	\$ 0,09	\$ 0,0027	\$ 0,5205
108	\$ 0,62	\$ 1,06	\$ 0,0036	\$ 1,6831
109	\$ 0,22	\$ 0,20	\$ 0,0007	\$ 0,4243
110	\$ 0,83	\$ 0,22	\$ 0,0096	\$ 1,0669
111	\$ 0,86	\$ 0,18	\$ 0,0067	\$ 1,0418
112	\$ 0,63	\$ 1,05	\$ 0,0078	\$ 1,6886
113	\$ 0,67	\$ 0,31	\$ 0,0098	\$ 0,9902
114	\$ 0,83	\$ 0,47	\$ 0,0055	\$ 1,3061
115	\$ 0,83	\$ 0,18	\$ 0,0078	\$ 1,0229
116	\$ 0,86	\$ 0,29	\$ 0,0136	\$ 1,1570
117	\$ 1,00	\$ 0,32	\$ 0,0060	\$ 1,3308
118	\$ 0,38	\$ 0,15	\$ 0,0024	\$ 0,5304
119	\$ 0,15	\$ 0,07	\$ 0,0015	\$ 0,2218
120	\$ 0,33	\$ 0,20	\$ 0,0064	\$ 0,5352
121	\$ 0,60	\$ 0,33	\$ 0,0050	\$ 0,9353
122	\$ 0,38	\$ 0,04	\$ 0,0018	\$ 0,4162
123	\$ 0,48	\$ 0,14	\$ 0,0007	\$ 0,6115
124	\$ 0,79	\$ 0,06	\$ 0,0009	\$ 0,8507
125	\$ 0,73	\$ 0,22	\$ 0,0019	\$ 0,9533
126	\$ 0,49	\$ 0,28	\$ 0,0007	\$ 0,7640
127	\$ 1,14	\$ 0,22	\$ 0,0059	\$ 1,3614
128	\$ 0,20	\$ 0,27	\$ 0,0094	\$ 0,4753
129	\$ 1,24	\$ 0,26	\$ 0,0047	\$ 1,5057
130	\$ 0,50	\$ 0,26	\$ 0,0056	\$ 0,7670
131	\$ 0,24	\$ 0,29	\$ 0,0045	\$ 0,5349
132	\$ 0,27	\$ 0,31	\$ 0,0128	\$ 0,5857
133	\$ 0,94	\$ 0,20	\$ 0,0029	\$ 1,1410
134	\$ 0,50	\$ 0,38	\$ 0,0101	\$ 0,8864
135	\$ 1,40	\$ 0,31	\$ 0,0101	\$ 1,7201
136	\$ 0,90	\$ 0,28	\$ 0,0059	\$ 1,1884
Mínimo	\$ 0,07	\$ 0,02	\$ 0,0003	\$ 0,1157
Máximo	\$ 1,84	\$ 1,06	\$ 0,1877	\$ 2,3407
Promedio	\$ 0,56	\$ 0,28	\$ 0,0086	\$ 0,8456

**Fuente:** Encuesta aplicada a Depósitos de Distribución.

**Elaboración:** Autor



El valor mínimo en costos de transporte es \$0.07, y el máximo \$1.84, este rubro es el más elevado. En lo referente a los costos de inventarios, es decir de mantener una unidad con base semanal, el mínimo es de \$0.02, y el máximo es de \$1.06, con un promedio de \$0.28. Finalmente, el costo de procesamiento de pedidos es el más bajo con un mínimo de \$0.0003 y un máximo de \$0.1877, con una media que no llega ni siquiera al \$0.01. El costo unitario más elevado es de \$2.34, y corresponde a un depósito de distribución ubicado en el cantón Cuenca, en la parroquia Molleturo.

## **Formulación de la Solución al Problema**

### **Modelo matemático**

El modelo matemático pretende determinar los costos óptimos para cada depósito de distribución. Para la optimización se considerarán los costos como parámetros establecidos, sobre los cuales no se tiene influencia, mientras que las variables, que se pueden gestionar son las cantidades. El conjunto de cantidades óptimas, permitirá llegar al objetivo final de minimización de costos logísticos.

Las variables a manipular corresponden a las cantidades de recepción y salida del almacén, cantidades de almacenamiento y cantidades de pedido, para lo que se utilizará la nomenclatura que se propone a continuación:

### **Parámetros**

- **ctu:** costo de transporte unitario semanal
- **ciu:** costo de inventario unitario semanal
- **cpu:** costo de procesamiento de pedidos unitario semanal

Cada uno de estos valores obtenidos, son los coeficientes que acompañarán a las variables que se aplicarán en el modelo.

La descripción de la composición de los parámetros enunciados, ha sido descrita anteriormente en el documento.



## Variables

- **q1:** Cantidad semanal a recibir en el almacén.
- **q2:** Cantidad a almacenar en promedio.
- **q3:** Cantidad semanal a solicitar.
- **q4:** Cantidad que sale del almacén (para el caso de los depósitos de distribución que realizan la función de entrega a domicilio).

El objetivo principal del modelo es la optimización de los costos logísticos, por lo que la función que se optimizará será:

$$CT = (ctu * q1) + (ciu * q1) + (ciu * q2) + (cpu * q3) + (ctu * q4) + (ciu * q4)$$

La función antes descrita nos indica que los costos que influyen en la cantidad a recibir son los de transporte, específicamente los de entrada al almacén, y los de manipulación de productos, en el proceso de descarga de los productos cuando llegan al depósito de distribución. La cantidad de almacenamiento incurre en los costos propios de almacenamiento y manipulación de los productos, y estarán en relación con la capacidad máxima de almacenamiento. La cantidad a pedir es afectada tan sólo por el costo de realizar los pedidos; y finalmente las cantidades que se distribuyen desde el almacén hacia los domicilios, están influidas por los costos de transporte y de manipulación de productos, en el proceso de carga de los productos desde el depósito al camión.

Es necesario recabar información adicional que nos permita establecer ciertas restricciones aplicables al modelo, como:

- **Imi:** Lote mínimo de pedido, cantidad impuesta por el proveedor, que debe ser llevada obligatoriamente por los depósitos de distribución de manera semanal.
- **Ima:** Lote máximo de pedido; restricción como techo que impone el proveedor; generalmente debido a regulaciones, los proveedores no pueden suministrar cantidades superiores a determinado límite.



- **dls:** Días laborados por el depósito de distribución, considerado en atención al público desde el punto de venta, y los días de recorridos a domicilio.
- **vds:** Ventas a domicilio semanales; cantidad de cilindros vendidos semanalmente en recorridos a domicilio.
- **nps:** Número de pedidos semanales; comprende el número de veces que se realizan los pedidos por semana.
- **cat:** Capacidad de almacenamiento total, hace referencia a la capacidad semanal que posee el local para almacenar cilindros de GLP.
- **cam:** Capacidad mínima de almacenamiento, es la cantidad mínima aceptada por el propietario para almacenar, generalmente en virtud de la cantidad de cilindros propios que posee, y debido a ciertas irregularidades en algunas épocas respecto a la comercialización de GLP. Generalmente está alrededor del 50% de la capacidad total de almacenamiento.
- **dsp:** Demanda semanal, es la cantidad de producto vendido semanalmente, y es la suma entre las ventas realizadas en el punto de venta y las ventas realizadas a domicilio, considerando los días laborados.
- **ddp:** Demanda diaria; valor que considera las ventas realizadas en el punto de venta y las ventas realizadas a domicilio en los recorridos.

Las restricciones que se aplicarán en este caso de estudio son:

1.  $q3 \geq lmi$
2.  $q3 \leq lma$
3.  $(q4 * dls) \geq vds$
4.  $q2 + q1 \geq q4$
5.  $q2 \geq cam$
6.  $q2 \leq cat$
7.  $(q3 * nps) + q2 \geq dsp$
8.  $q2 \geq ddp$



$$9. q1 \leq cat$$

$$10. q1 = q3$$

$$11. q1, q2, q3, q4 \geq 0$$

Las restricciones 1 y 2, indican que la cantidad que se solicita semanalmente tiene que ser mayor a los lotes mínimos, y menor a los lotes máximos, establecidos por el proveedor; especialmente la restricción de lotes máximos se acoge a la legislación establecida por los organismos de regulación y control. La restricción 3 indica que semanalmente la cantidad de salida del depósito de distribución tiene que ser mayor o igual a la de ventas semanales a domicilio, con el objetivo de garantizar disponibilidad de producto y evitar faltantes del mismo. La 4, indica que la cantidad de almacenamiento adicionada a la cantidad que ingresa al almacén debe ser mayor o igual a la cantidad que egresa del depósito. Las restricciones 5 y 6, indican que la cantidad de almacenamiento debe ser mayor o igual que la capacidad de almacenamiento mínimo, pero menor o igual que la capacidad de almacenamiento total, respectivamente. La restricción 7, indica que la cantidad por cada orden de pedido multiplicado por el número de pedidos semanales, agregando la cantidad de almacenamiento debe ser mayor o igual a la demanda semanal del producto. La restricción 8, indica que la cantidad de almacenamiento debe ser mayor a la demanda diaria del producto, con el objetivo de evitar faltantes para cubrir la demanda, mientras que la restricción 9 establece que la cantidad de producto que ingresa al depósito debe ser menor a la capacidad de almacenamiento, para que exista el espacio necesario para el almacenamiento; la décima restricción indica que las cantidades de pedido y de ingreso al almacén deben ser iguales; finalmente la restricción 11, expresa que los valores para las cantidades de ingreso y egreso del almacén, de almacenamiento, y de pedido, deben ser positivas.

En resumen, el modelo de programación lineal que se aplicará para cada caso de estudio es el siguiente:

### **Función Objetivo**

$$CT = (ctu * q1) + (ciu * q1) + (ciu * q2) + (cpu * q3) + (ctu * q4) + (ciu * q4)$$



## Restricciones

$$q3 \geq lmi$$

$$q3 \leq lma$$

$$(q4 * dls) \geq vds$$

$$q2 + q1 \geq q4$$

$$q2 \geq cam$$

$$q2 \leq cat$$

$$(q3 * nps) + q2 \geq dsp$$

$$q2 \geq ddp$$

$$q1 \leq cat$$

$$q1 = q3$$

$$q1, q2, q3, q4 \geq 0$$

## EOQ con restricciones

Otro método para la optimización de costos, es a través del cálculo del EOQ, para lo que se considerarán las siguientes variables:

- **dsp**: Demanda semanal
- **ciu**: Costo semanal de mantener el inventario
- **cor**: Costo de ordenar; es el valor de efectuar el pedido, agregado las erogaciones necesarias hasta que el producto se encuentre en el local.
- **cat**: Capacidad de almacenamiento total

Se aplicará la siguiente fórmula:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 * dsp * cor}{ciu}}$$

En el caso de que la cantidad económica de pedido, no se ajuste a la capacidad máxima de almacenamiento, se activará una restricción, y la EOQ se calculará con la fórmula que se indica a continuación, en donde se ha



incluido un multiplicador de Lagrange, en calidad de restricción, para resolver el problema de optimización:

$$EOQ^* = \sqrt{\frac{2 * dsp * cor}{ciu + 2\lambda cat}}$$

El valor de  $\lambda$  ha sido calculado partiendo de la fórmula mencionada anteriormente, en donde el valor de  $EOQ^*$ , es la capacidad máxima de almacenamiento. Se ha obtenido un valor  $\lambda$  promedio, entre todos los casos de estudio para tomarlo como base para el cálculo del nuevo EOQ.



## Interpretación de los resultados

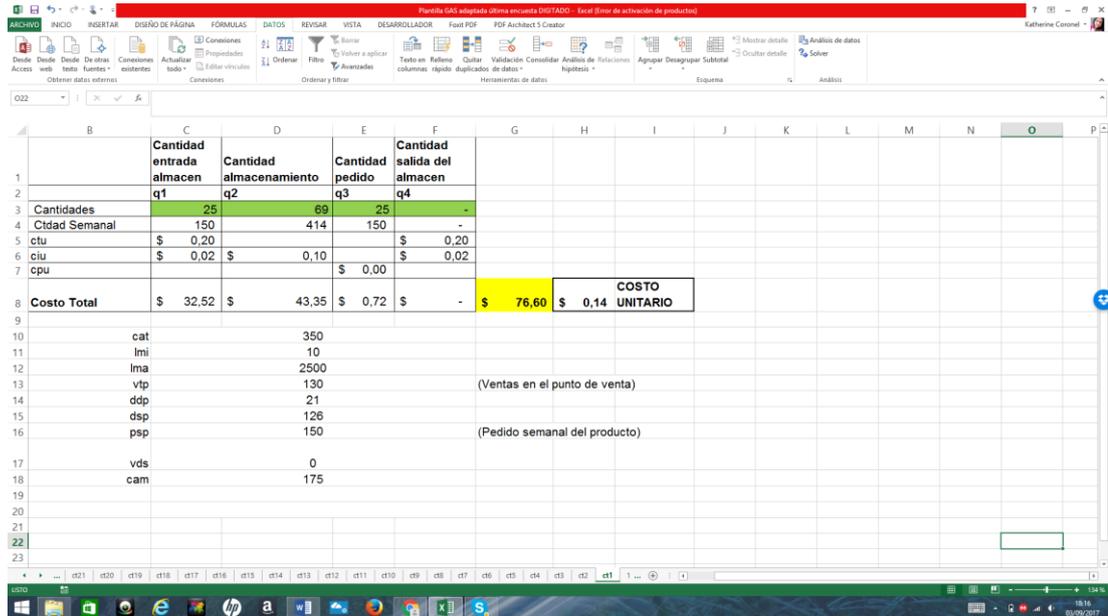
Para la aplicación del modelo de programación lineal se han utilizado dos programas informáticos, Lindo y Solver. Lindo es un software gratuito en línea que se lo puede acceder sin dificultad, pero presenta un inconveniente, en el establecimiento de restricciones no permite aquellas que impliquen la relación entre variables, de tal manera que las restricciones 4, 7 y 10 de este modelo, quedarían invalidadas; por otra parte, Solver es un complemento de Microsoft Excel, de fácil activación y en donde a raíz de la construcción de una matriz, se puede realizar la resolución de problemas de optimización. La aplicación de los modelos se realizó a través de Solver.

Por otra parte, la aplicación de los modelos, exige el establecimiento del objetivo de optimización correcto, y la decisión de optimizar costos unitarios o costos totales. La optimización de costos unitarios, nos brindará el menor costo unitario posible al que se pueda llegar, pero generará una inversión superior, pues debe contemplar más unidades, es decir llegar a los toques de almacenamiento, pedido y recepción de mercadería; bajo el modelo de economías de escala, sin embargo, la demanda de cada negocio, imposibilita cumplir con la capacidad máxima. Por lo demás, optimizar costos totales conduciría a un costo general menor, pero generará costos unitarios mayores, pues existen rubros fijos, que se mantienen constantes, independientemente del número de unidades que se comercialicen. En el presente estudio se han minimizado tanto los costos unitarios, como los costos totales, para establecer una diferencia y concluir cuál es la variable adecuada a optimizar.

El resultado de la optimización ha sido la combinación de diferentes cantidades para recibir, almacenar, pedir, y enviar a recorrido de los depósitos de distribución. Cada depósito de distribución ha sido considerado como un caso de aplicación y se ha aplicado el modelo individualmente a cada uno de ellos.

Se indica a través de una captura de pantalla, la matriz que se ha establecido para optimizar mediante Solver.

Figura 5



Matriz para resolución a través de Solver

**Fuente y Elaboración:** Autor a través de Excel

Se puede ver que las celdas marcadas de color verde, corresponden a las cantidades que se van a modificar con el objetivo de optimizar los costos, y la celda de color amarillo, corresponde a la celda objetivo, es decir la que contendrá el valor optimizado, en este caso el de los costos logísticos totales. El ejemplo que se presenta es para el depósito de distribución 1.

Inicialmente se realizó la optimización tanto para costos unitarios, como para costos totales, pero se pudo apreciar que existe una gran diferencia en los costos finales. La principal diferencia entre la optimización de costos totales y costos unitarios, responde a los conceptos de economía de escala, en donde a mayor cantidad de productos almacenados los costos unitarios disminuirán, debido a que los costos de inventario son fijos, es decir no se incrementan de acuerdo al incremento de las unidades almacenadas.

Los resultados obtenidos, se presentan en la Tabla 16, la observación 85 corresponde al centro de acopio.



Tabla 16: Optimización de costos totales

No. Depósito de Distribución	Costos optimizados				
	Cantidad que ingresa al almacen	Cantidad optimizada almacenamiento	Cantidad optimizada pedido	Ctdad optimizada salida almacen	Costo total optimización
	q1	q2	q3	q4	
1	150	69	150	-	\$ 89,78
2	798	214	798	-	\$ 125,58
3	900	189	900	240	\$ 644,05
4	210	54	210	168	\$ 445,97
5	210	54	210	168	\$ 424,74
6	450	92	450	360	\$ 432,96
7	180	56	180	-	\$ 115,82
8	60	27	60	-	\$ 150,46
9	312	85	312	252	\$ 927,67
10	126	42	126	-	\$ 96,95
11	138	43	138	-	\$ 127,96
12	486	153	486	392	\$ 535,79
13	648	161	648	280	\$ 1.275,57
14	210	65	210	-	\$ 107,99
15	186	48	186	-	\$ 199,37
16	198	64	198	-	\$ 149,54
17	600	159	600	480	\$ 409,78
18	240	66	240	192	\$ 413,67
19	96	36	96	-	\$ 120,02
20	240	63	240	192	\$ 459,12
21	600	128	600	480	\$ 361,40
22	228	65	228	-	\$ 129,93
23	1680	318	1680	1.344	\$ 1.346,34
24	60	35	60	-	\$ 186,85
25	174	48	174	140	\$ 603,98
26	60	30	60	-	\$ 132,28
27	264	67	264	211	\$ 840,54
28	258	70	258	-	\$ 126,99
29	462	107	462	370	\$ 465,42
30	150	44	150	-	\$ 95,64
31	180	53	180	168	\$ 434,86
32	60	36	60	-	\$ 148,12
33	300	92	300	240	\$ 958,90
34	78	41	78	-	\$ 106,85
35	120	34	120	-	\$ 242,50
36	90	38	90	-	\$ 124,50
37	60	26	60	-	\$ 249,13
38	150	47	150	-	\$ 206,47
39	978	238	978	812	\$ 385,42
40	150	47	150	-	\$ 206,25
41	126	42	126	-	\$ 97,34
42	696	111	696	648	\$ 419,84
43	540	120	540	374	\$ 921,46
44	150	47	150	144	\$ 420,56
45	60	25	60	-	\$ 147,11
46	96	36	96	-	\$ 316,46
47	96	36	96	-	\$ 319,84
48	120	35	120	-	\$ 333,72

Katherine Tatiana Coronel Pangol



UNIVERSIDAD DE CUENCA

No. Depósito de Distribución	Costos optimizados				
	Cantidad que ingresa al almacén	Cantidad optimizada almacenamiento	Cantidad optimizada pedido	Ctdad optimizada salida almacén	Costo total optimización
	q1	q2	q3	q4	
49	396	92	396	192	\$ 737,72
50	174	52	174	-	\$ 98,53
51	1200	273	1200	-	\$ 1.370,57
52	948	281	948	-	\$ 184,72
53	96	33	96	-	\$ 63,17
54	978	202	978	816	\$ 687,96
55	540	111	540	398	\$ 1.061,35
56	60	21	60	-	\$ 108,61
57	60	26	60	-	\$ 79,23
58	138	46	138	-	\$ 68,92
59	60	24	60	-	\$ 178,01
60	60	20	60	-	\$ 182,57
61	180	56	180	168	\$ 316,97
62	486	117	486	465	\$ 470,54
63	450	122	450	398	\$ 322,68
64	450	129	450	384	\$ 362,01
65	648	154	648	532	\$ 391,63
66	1800	339	1800	1.680	\$ 599,55
67	390	96	390	346	\$ 284,56
68	174	55	174	-	\$ 90,80
69	60	30	60	-	\$ 57,54
70	1698	356	1698	816	\$ 1.527,18
71	600	114	600	560	\$ 526,91
72	1050	212	1050	912	\$ 778,85
73	60	27	60	-	\$ 62,85
74	288	46	288	252	\$ 534,66
75	1050	242	1050	-	\$ 428,78
76	450	129	450	192	\$ 413,08
77	90	36	90	84	\$ 397,20
78	1386	318	1386	840	\$ 1.634,21
79	318	70	318	280	\$ 400,62
80	156	47	156	-	\$ 199,12
81	60	35	60	-	\$ 103,88
82	258	67	258	-	\$ 179,89
83	606	144	606	432	\$ 691,27
84	198	56	198	-	\$ 131,01
85	1998	454	1998	768	\$ 1.203,53
86	108	37	108	-	\$ 274,78
87	198	56	198	192	\$ 367,84
88	198	56	198	-	\$ 309,19
89	78	20	78	72	\$ 451,90
90	480	33	480	432	\$ 635,50
91	516	87	516	480	\$ 314,49
92	696	156	696	672	\$ 688,67
93	300	71	300	-	\$ 345,91
94	300	72	300	-	\$ 210,10
95	390	96	390	-	\$ 399,20
96	180	48	180	-	\$ 141,63



No. Depósito de Distribución	Costos optimizados				
	Cantidad que ingresa al almacen	Cantidad optimizada almacenamiento	Cantidad optimizada pedido	Ctdad optimizada salida almacen	Costo total optimización
	q1	q2	q3	q4	
97	180	50	180	-	\$ 137,59
98	96	33	96	96	\$ 469,35
99	180	48	180	-	\$ 132,59
100	300	72	300	-	\$ 313,12
101	186	33	186	140	\$ 487,35
102	126	38	126	96	\$ 388,48
103	180	21	180	140	\$ 846,59
104	330	83	330	-	\$ 169,24
105	156	30	156	82	\$ 479,12
106	60	24	60	-	\$ 118,92
107	558	104	558	470	\$ 561,60
108	462	53	462	392	\$ 1.979,81
109	960	132	960	840	\$ 886,67
110	78	28	78	-	\$ 117,19
111	96	36	96	-	\$ 129,57
112	78	28	78	-	\$ 289,69
113	84	31	84	-	\$ 132,08
114	180	48	180	179	\$ 547,11
115	186	51	186	168	\$ 391,37
116	90	36	90	-	\$ 150,52
117	156	29	156	140	\$ 478,09
118	120	35	120	-	\$ 89,77
119	1146	261	1146	1.008	\$ 539,27
120	96	32	96	-	\$ 82,99
121	90	31	90	-	\$ 135,59
122	450	107	450	384	\$ 360,91
123	546	149	546	360	\$ 619,24
124	498	131	498	160	\$ 583,05
125	288	83	288	192	\$ 508,71
126	1350	302	1350	-	\$ 1.332,04
127	168	47	168	120	\$ 429,79
128	126	42	126	-	\$ 108,11
129	120	45	120	120	\$ 400,29
130	138	50	138	-	\$ 155,10
131	150	41	150	-	\$ 133,59
132	126	38	126	-	\$ 126,63
133	210	59	210	144	\$ 443,54
134	126	38	126	-	\$ 177,26
135	120	39	120	112	\$ 446,46
136	96	42	96	-	\$ 161,62

**Fuente:** Cálculos realizados en base a encuesta aplicada a Depósitos de Distribución.

**Elaboración:** Autor

La Tabla 16, presenta el número del depósito de distribución, a continuación, las cantidades óptimas de recepción, almacenamiento, pedido y salida del local, finalmente se incluye una columna con el costo total.



En el caso de los distribuidores de GLP, resulta factible realizar una optimización de costos totales, a pesar de que sus costos unitarios sean mayores, ya que su capacidad de comercialización no permite trabajar con las capacidades máximas de almacenamiento. Mantener altas cantidades de inventario, sabiendo que la demanda es reducida, a pesar de que no genera caducidad u obsolescencia constituye una inversión que no genera rentabilidad, por lo que, para el pequeño distribuidor, quien no dispone de la capacidad de tener dinero inmovilizado, es una mala decisión.

Otro método que se ha utilizado para la optimización de costos logísticos, corresponde al cálculo del EOQ. En la Tabla 17, se indican las cantidades óptimas de pedido para cada depósito de distribución, aplicando la fórmula básica, sin la consideración de ninguna restricción; dicha tabla está conformada por el número de los depósitos de distribución, acompañado de una columna con el valor del EOQ.

Los valores que se encuentran resaltados de color rojo, constituyen las cantidades óptimas de pedido, que no cumplen con la restricción de capacidad máxima de almacenamiento, es decir la EOQ calculada supera el almacenamiento máximo. Dichas celdas, activarán las restricciones de capacidad de almacenamiento. Las celdas que no están marcadas, registran un EOQ totalmente factible y aplicable. Caber recalcar que este EOQ es por pedido, es decir, la cantidad óptima que debe realizarse en cada pedido. Posteriormente para el cálculo de los costos se procederá a considerar el EOQ semanal.



Tabla 17: Cálculo de la EOQ sin restricción

Número Depósito Distribución	EOQ sin restricción	Número Depósito Distribución	EOQ sin restricción	Número Depósito Distribución	EOQ sin restricción	Número Depósito Distribución	EOQ sin restricción	Número Depósito Distribución	EOQ sin restricción
1	122	33	699	65	1395	97	125	129	217
2	732	34	53	66	1870	98	144	130	126
3	1253	35	84	67	701	99	124	131	85
4	284	36	66	68	144	100	243	132	77
5	298	37	27	69	38	101	246	133	333
6	741	38	147	70	871	102	277	134	95
7	162	39	1713	71	666	103	117	135	199
8	11	40	207	72	841	104	398	136	124
9	401	41	97	73	35	105	256		
10	58	42	1030	74	401	106	148		
11	61	43	413	75	486	107	1037		
12	511	44	337	76	688	108	272		
13	404	45	20	77	167	109	778		
14	106	46	76	78	950	110	94		
15	187	47	77	79	470	111	136		
16	203	48	60	80	86	112	37		
17	956	49	379	81	20	113	73		
18	347	50	166	82	266	114	197		
19	81	51	499	83	562	115	300		
20	369	52	1267	84	101	116	101		
21	605	53	48	85	1219	117	170		
22	128	54	1313	86	200	118	110		
23	978	55	925	87	499	119	1347		
24	27	56	20	88	161	120	80		
25	409	57	26	89	80	121	75		
26	43	58	78	90	359	122	1068		
27	272	59	31	91	868	123	697		
28	154	60	7	92	728	124	902		
29	653	61	356	93	181	125	409		
30	79	62	584	94	328	126	1289		
31	244	63	1083	95	207	127	260		
32	28	64	977	96	131	128	77		

**Fuente:** Cálculos realizados en base a encuesta aplicada a Depósitos de Distribución.

**Elaboración:** Autor

Para contraponer la restricción que se nos presenta, se tiene que aplicar la formulación matemática del EOQ con restricciones antes mencionada. Previo a la aplicación de la fórmula se calcula el valor de  $\lambda$ , despejando de la fórmula del EOQ con restricciones. El valor promedio de la restricción de acuerdo a todos los casos, corresponde a 0.19036. Aplicando este valor, se cumplen las restricciones que antes se habían incumplido, y se generan nuevos valores de EOQ.



A continuación, se presenta la Tabla 18, que es una comparación entre las cantidades actuales que manejan los depósitos de distribución, y las cantidades sugeridas, tanto a través de la solución de la optimización, como del cálculo de EOQ, aplicadas las restricciones en caso de ser necesario. De tal manera que la Tabla 18, se compone por el número del depósito de distribución, seguido de una columna que indica la cantidad actual de recepción de los productos, luego la cantidad actual de almacenamiento, la cantidad actual de pedido de cada depósito, la cantidad que egresa del local para realizar la distribución a domicilio y el costo total logístico actual en el que incurren los depósitos, antes de la optimización; seguido se encuentran las cantidades y los costos optimizados (cantidad de recepción, almacenamiento, pedido, recorrido a domicilio de cada local y costos logísticos totales optimizados. Posteriormente se encuentran las cantidades determinadas a través del EOQ, con las respectivas restricciones, en los casos en las que estas fueron activadas. Continuamente, se puede apreciar las diferencias en costos, en primer lugar, la diferencia entre los costos actuales y los costos optimizados, y luego la diferencia entre los costos actuales, y los costos generados a raíz del EOQ. Finalmente se encuentra el número de pedidos que se deben realizar semanalmente y la cantidad de unidades que deben realizarse en cada pedido. Las cantidades que deben solicitarse en cada pedido, respetan la capacidad máxima de los camiones, ya sean estos propios o alquilados, de tal manera que no se vean afectados los costos de transporte.

La Tabla 18, indica claramente que los depósitos de distribución pueden optimizar sus costos logísticos, con el objetivo de incrementar su rentabilidad.



Tabla 18: Comparación de costos totales

No. Depósito de Distribución	Costos actuales					Costos optimizados					EOQ		Diferencia costos		Pedidos	
	Cantidad que ingresa al almacen	Cantidad almacenada	Cantidad de pedido	Cantidad salida del almacen	Costo total actual	Cantidad que ingresa al almacen	Cantidad optimizada almacenamiento	Cantidad optimizada pedido	Ctdad optimizada salida almacen	Costo total optimización	EOQ	Costo total EOQ	Diferencia entre Costo actual y costo optimizado	Diferencia entre costo actual y EOQ	No. Pedidos semanales	Cantidad por pedido
						q1	q2	q3	q4							Unidades
1	180	230	180	-	\$ 200,22	150	69	150	-	\$ 89,78	122	\$ 519,04	(\$ 110,44)	\$ 318,81	3	50
2	900	713	900	-	\$ 230,94	798	214	798	-	\$ 125,58	732	\$ 949,27	(\$ 105,36)	\$ 718,33	3	266
3	1.200	630	1.200	240	\$ 920,92	900	189	900	240	\$ 644,05	551	\$ 3.203,71	(\$ 276,87)	\$ 2.282,79	5	180
4	210	180	210	168	\$ 578,49	210	54	210	168	\$ 445,97	196	\$ 2.935,17	(\$ 132,51)	\$ 2.356,68	8	26
5	210	180	210	168	\$ 538,32	210	54	210	168	\$ 424,74	197	\$ 2.829,38	(\$ 113,58)	\$ 2.291,06	8	26
6	450	305	450	360	\$ 514,99	450	92	450	360	\$ 432,96	371	\$ 3.333,56	(\$ 82,03)	\$ 2.818,57	6	75
7	195	185	195	-	\$ 253,02	180	56	180	-	\$ 115,82	162	\$ 1.233,93	(\$ 137,20)	\$ 980,91	3	60
8	20	90	20	-	\$ 318,92	60	27	60	-	\$ 150,46	11	\$ 147,27	(\$ 168,46)	(\$ 171,65)	2	30
9	315	282	315	252	\$ 1.380,27	312	85	312	252	\$ 927,67	326	\$ 8.035,97	(\$ 452,60)	\$ 6.655,70	7	45
10	150	141	150	-	\$ 230,94	126	42	126	-	\$ 96,95	58	\$ 306,53	(\$ 133,98)	\$ 75,59	2	63
11	150	143	150	-	\$ 293,00	138	43	138	-	\$ 127,96	61	\$ 393,73	(\$ 165,04)	\$ 100,73	2	69
12	490	511	490	392	\$ 803,57	486	153	486	392	\$ 535,79	511	\$ 2.966,13	(\$ 267,79)	\$ 2.162,56	7	69
13	770	538	770	280	\$ 2.330,95	648	161	648	280	\$ 1.275,57	404	\$ 4.966,28	(\$ 1.055,37)	\$ 2.635,34	6	108
14	240	215	240	-	\$ 245,64	210	65	210	-	\$ 107,99	106	\$ 392,16	(\$ 137,65)	\$ 146,52	2	105
15	195	161	195	-	\$ 332,84	186	48	186	-	\$ 199,37	187	\$ 1.598,59	(\$ 133,48)	\$ 1.265,75	3	62
16	234	213	234	-	\$ 283,20	198	64	198	-	\$ 149,54	203	\$ 1.213,68	(\$ 133,66)	\$ 930,47	3	66
17	600	530	600	480	\$ 510,17	600	159	600	480	\$ 409,78	418	\$ 2.919,33	(\$ 100,39)	\$ 2.409,16	6	100
18	240	220	240	192	\$ 527,77	240	66	240	192	\$ 413,67	217	\$ 2.633,66	(\$ 114,10)	\$ 2.105,89	7	34
19	105	121	105	-	\$ 239,13	96	36	96	-	\$ 120,02	81	\$ 772,07	(\$ 119,10)	\$ 532,95	3	32
20	240	210	240	192	\$ 577,05	240	63	240	192	\$ 459,12	236	\$ 3.302,27	(\$ 117,93)	\$ 2.725,23	7	34
21	600	428	600	480	\$ 553,30	600	128	600	480	\$ 361,40	362	\$ 2.675,98	(\$ 191,90)	\$ 2.122,69	7	86
22	250	218	250	-	\$ 277,61	228	65	228	-	\$ 129,93	128	\$ 571,02	(\$ 147,68)	\$ 293,40	2	114
23	1.680	1.060	1.680	1.344	\$ 2.232,05	1680	318	1680	1.344	\$ 1.346,34	978	\$ 5.455,45	(\$ 885,72)	\$ 3.223,40	8	210
24	60	115	60	-	\$ 477,27	60	35	60	-	\$ 186,85	27	\$ 413,10	(\$ 290,42)	(\$ 64,17)	2	30
25	175	159	175	140	\$ 706,02	174	48	174	140	\$ 603,98	159	\$ 5.919,18	(\$ 102,04)	\$ 5.213,15	7	25
26	60	100	60	-	\$ 283,80	60	30	60	-	\$ 132,28	43	\$ 641,38	(\$ 151,52)	\$ 357,59	3	20
27	264	224	264	211	\$ 1.285,28	264	67	264	211	\$ 840,54	272	\$ 6.017,06	(\$ 444,74)	\$ 4.731,79	6	44
28	300	233	300	-	\$ 270,29	258	70	258	-	\$ 126,99	154	\$ 623,16	(\$ 143,30)	\$ 352,87	2	129
29	462	357	462	370	\$ 597,67	462	107	462	370	\$ 465,42	367	\$ 3.410,29	(\$ 132,24)	\$ 2.812,62	6	77
30	160	145	160	-	\$ 205,23	150	44	150	-	\$ 95,64	79	\$ 389,03	(\$ 109,59)	\$ 183,80	1	150
31	210	175	210	168	\$ 611,63	180	53	180	168	\$ 434,86	173	\$ 3.009,81	(\$ 176,78)	\$ 2.398,18	6	30
32	100	120	100	-	\$ 416,05	60	36	60	-	\$ 148,12	28	\$ 447,26	(\$ 267,93)	\$ 31,21	2	30
33	300	305	300	240	\$ 1.078,13	300	92	300	240	\$ 958,90	400	\$ 6.149,90	(\$ 119,23)	\$ 5.071,77	6	50
34	90	138	90	-	\$ 256,15	78	41	78	-	\$ 106,85	53	\$ 448,42	(\$ 149,30)	\$ 192,28	3	26
35	120	113	120	-	\$ 463,64	120	34	120	-	\$ 242,50	84	\$ 1.334,58	(\$ 221,14)	\$ 870,94	4	30



# UNIVERSIDAD DE CUENCA

No. Depósito de Distribución	Costos actuales					Costos optimizados					EOQ		Diferencia costos		Pedidos	
	Cantidad que ingresa al almacen	Cantidad almacenada	Cantidad de pedido	Cantidad salida del almacen	Costo total actual	Cantidad que ingresa al almacen	Cantidad optimizada almacenamiento	Cantidad optimizada pedido	Ctdad optimizada salida almacen	Costo total optimización	EOQ	Costo total EOQ	Diferencia entre Costo acutal y costo optimizado	Diferencia entre costo actual y EOQ	No. Pedidos semanales	Cantidad por pedido
						q1	q2	q3	q4							Unidades
36	120	125	120	-	\$ 294,14	90	38	90	-	\$ 124,50	66	\$ 669,65	(\$ 169,64)	\$ 375,51	3	30
37	50	85	50	-	\$ 565,00	60	26	60	-	\$ 249,13	27	\$ 652,48	(\$ 315,87)	\$ 87,48	3	20
38	192	155	192	-	\$ 413,15	150	47	150	-	\$ 206,47	147	\$ 1.688,20	(\$ 206,68)	\$ 1.275,05	4	38
39	1.015	793	1.015	812	\$ 470,56	978	238	978	812	\$ 385,42	566	\$ 2.633,44	(\$ 85,13)	\$ 2.162,88	7	140
40	150	155	150	-	\$ 305,46	150	47	150	-	\$ 206,25	137	\$ 1.815,66	(\$ 99,21)	\$ 1.510,20	5	30
41	135	141	135	-	\$ 198,18	126	42	126	-	\$ 97,34	97	\$ 547,96	(\$ 100,85)	\$ 349,78	3	42
42	810	371	810	648	\$ 540,31	696	111	696	648	\$ 419,84	371	\$ 3.250,04	(\$ 120,47)	\$ 2.709,73	6	116
43	468	400	468	374	\$ 1.404,14	540	120	540	374	\$ 921,46	413	\$ 4.507,57	(\$ 482,68)	\$ 3.103,43	7	77
44	180	155	180	144	\$ 542,78	150	47	150	144	\$ 420,56	155	\$ 3.882,04	(\$ 122,22)	\$ 3.339,26	5	30
45	65	83	65	-	\$ 370,58	60	25	60	-	\$ 147,11	20	\$ 274,86	(\$ 223,47)	(\$ 95,72)	1	60
46	100	121	100	-	\$ 648,14	96	36	96	-	\$ 316,46	76	\$ 1.743,65	(\$ 331,69)	\$ 1.095,51	4	24
47	112	121	112	-	\$ 687,31	96	36	96	-	\$ 319,84	77	\$ 1.860,47	(\$ 367,48)	\$ 1.173,16	4	24
48	126	115	126	-	\$ 724,68	120	35	120	-	\$ 333,72	60	\$ 1.227,40	(\$ 390,95)	\$ 502,72	3	40
49	240	306	240	192	\$ 893,94	396	92	396	192	\$ 737,72	379	\$ 3.813,59	(\$ 156,21)	\$ 2.919,66	10	40
50	180	174	180	-	\$ 174,35	174	52	174	-	\$ 98,53	166	\$ 714,96	(\$ 75,82)	\$ 540,62	2	87
51	1.260	910	1.260	-	\$ 2.928,17	1200	273	1200	-	\$ 1.370,57	499	\$ 4.224,33	(\$ 1.557,60)	\$ 1.296,16	7	171
52	1.000	938	1.000	-	\$ 289,46	948	281	948	-	\$ 184,72	1267	\$ 1.704,49	(\$ 104,74)	\$ 1.415,03	5	190
53	100	111	100	-	\$ 144,48	96	33	96	-	\$ 63,17	48	\$ 203,87	(\$ 81,30)	\$ 59,39	1	96
54	1.020	673	1.020	816	\$ 912,01	978	202	978	816	\$ 687,96	695	\$ 5.079,60	(\$ 224,05)	\$ 4.167,59	6	163
55	498	370	498	398	\$ 1.271,24	540	111	540	398	\$ 1.061,35	370	\$ 9.823,12	(\$ 209,89)	\$ 8.551,88	7	77
56	35	70	35	-	\$ 213,29	60	21	60	-	\$ 108,61	20	\$ 248,82	(\$ 104,68)	\$ 35,53	2	30
57	50	85	50	-	\$ 170,02	60	26	60	-	\$ 79,23	26	\$ 255,53	(\$ 90,80)	\$ 85,51	2	30
58	160	153	160	-	\$ 156,59	138	46	138	-	\$ 68,92	78	\$ 282,27	(\$ 87,66)	\$ 125,69	1	138
59	50	80	50	-	\$ 382,52	60	24	60	-	\$ 178,01	31	\$ 574,11	(\$ 204,51)	\$ 191,59	3	20
60	8	65	8	-	\$ 216,46	60	20	60	-	\$ 182,57	7	\$ 158,56	(\$ 46,36)	(\$ 57,90)	4	15
61	210	185	210	168	\$ 402,78	180	56	180	168	\$ 316,97	191	\$ 2.203,34	(\$ 85,81)	\$ 1.800,57	6	30
62	581	391	581	465	\$ 680,49	486	117	486	465	\$ 470,54	346	\$ 2.863,30	(\$ 209,95)	\$ 2.182,82	6	81
63	498	405	498	398	\$ 380,75	450	122	450	398	\$ 322,68	362	\$ 2.357,87	(\$ 58,07)	\$ 1.977,12	6	75
64	480	430	480	384	\$ 433,84	450	129	450	384	\$ 362,01	375	\$ 2.661,98	(\$ 71,83)	\$ 2.228,15	6	75
65	665	513	665	532	\$ 455,16	648	154	648	532	\$ 391,63	492	\$ 3.056,03	(\$ 63,53)	\$ 2.600,87	7	93
66	2.100	1.130	2.100	1.680	\$ 870,62	1800	339	1800	1.680	\$ 599,55	839	\$ 3.642,06	(\$ 271,07)	\$ 2.771,44	6	300
67	432	320	432	346	\$ 365,67	390	96	390	346	\$ 284,56	318	\$ 2.404,95	(\$ 81,10)	\$ 2.039,28	6	65
68	200	184	200	-	\$ 182,78	174	55	174	-	\$ 90,80	144	\$ 590,57	(\$ 91,99)	\$ 407,78	4	44
69	80	100	80	-	\$ 144,25	60	30	60	-	\$ 57,54	38	\$ 243,21	(\$ 86,71)	\$ 98,96	1	60
70	1.700	1.188	1.700	816	\$ 2.758,18	1698	356	1698	816	\$ 1.527,18	871	\$ 5.291,13	(\$ 1.231,00)	\$ 2.532,95	10	170
71	700	380	700	560	\$ 746,64	600	114	600	560	\$ 526,91	407	\$ 3.353,18	(\$ 219,72)	\$ 2.606,55	6	100
72	1.140	705	1.140	912	\$ 1.202,49	1050	212	1050	912	\$ 778,85	841	\$ 3.984,78	(\$ 423,64)	\$ 2.782,29	6	175
73	90	90	90	-	\$ 159,43	60	27	60	-	\$ 62,85	35	\$ 300,85	(\$ 96,58)	\$ 141,42	1	60
74	315	153	315	252	\$ 678,73	288	46	288	252	\$ 534,66	153	\$ 4.077,33	(\$ 144,07)	\$ 3.398,61	7	41
75	1.050	805	1.050	-	\$ 884,75	1050	242	1050	-	\$ 428,78	486	\$ 1.494,37	(\$ 455,97)	\$ 609,62	6	175



UNIVERSIDAD DE CUENCA

No. Depósito de Distribución	Costos actuales					Costos optimizados					EOQ		Diferencia costos		Pedidos	
	Cantidad que ingresa al almacen	Cantidad almacenada	Cantidad de pedido	Cantidad salida del almacen	Costo total actual	Cantidad que ingresa al almacen	Cantidad optimizada almacenamiento	Cantidad optimizada pedido	Ctdad optimizada salida almacen	Costo total optimización	EOQ	Costo total EOQ	Diferencia entre Costo acutal y costo optimizado	Diferencia entre costo actual y EOQ	No. Pedidos semanales	Cantidad por pedido
						q1	q2	q3	q4							Unidades
76	600	430	600	192	\$ 616,43	450	129	450	192	\$ 413,08	348	\$ 2.691,70	(\$ 203,35)	\$ 2.075,27	12	38
77	105	120	105	84	\$ 551,63	90	36	90	84	\$ 397,20	125	\$ 3.359,01	(\$ 154,43)	\$ 2.807,38	6	15
78	1.500	1.061	1.500	840	\$ 2.741,04	1386	318	1386	840	\$ 1.634,21	950	\$ 6.882,12	(\$ 1.106,83)	\$ 4.141,08	10	139
79	350	233	350	280	\$ 525,80	318	70	318	280	\$ 400,62	282	\$ 2.994,20	(\$ 125,18)	\$ 2.468,40	7	45
80	170	156	170	-	\$ 436,15	156	47	156	-	\$ 199,12	86	\$ 796,39	(\$ 237,02)	\$ 360,24	5	31
81	36	115	36	-	\$ 241,56	60	35	60	-	\$ 103,88	20	\$ 177,02	(\$ 137,68)	(\$ 64,54)	4	15
82	280	223	280	-	\$ 307,22	258	67	258	-	\$ 179,89	266	\$ 1.474,97	(\$ 127,33)	\$ 1.167,75	7	37
83	630	481	630	432	\$ 1.052,27	606	144	606	432	\$ 691,27	562	\$ 3.849,26	(\$ 361,00)	\$ 2.796,99	7	87
84	210	188	210	-	\$ 284,82	198	56	198	-	\$ 131,01	101	\$ 487,60	(\$ 153,80)	\$ 202,79	3	66
85	2.240	1.513	2.240	768	\$ 2.184,62	1998	454	1998	768	\$ 1.203,53	1219	\$ 4.914,80	(\$ 981,08)	\$ 2.730,18	13	154
86	110	123	110	-	\$ 401,07	108	37	108	-	\$ 274,78	123	\$ 3.705,86	(\$ 126,29)	\$ 3.304,79	2	54
87	240	188	240	192	\$ 473,90	198	56	198	192	\$ 367,84	188	\$ 4.337,84	(\$ 106,05)	\$ 3.863,95	5	40
88	210	188	210	-	\$ 580,31	198	56	198	-	\$ 309,19	161	\$ 2.011,78	(\$ 271,12)	\$ 1.431,47	7	28
89	90	68	90	72	\$ 664,34	78	20	78	72	\$ 451,90	68	\$ 2.476,28	(\$ 212,44)	\$ 1.811,95	6	13
90	540	110	540	432	\$ 809,44	480	33	480	432	\$ 635,50	110	\$ 3.094,01	(\$ 173,94)	\$ 2.284,57	6	80
91	600	291	600	480	\$ 408,04	516	87	516	480	\$ 314,49	291	\$ 3.188,57	(\$ 93,55)	\$ 2.780,53	6	86
92	840	521	840	672	\$ 1.149,83	696	156	696	672	\$ 688,67	728	\$ 5.945,79	(\$ 461,16)	\$ 4.795,96	6	116
93	300	238	300	-	\$ 669,69	300	71	300	-	\$ 345,91	181	\$ 1.669,63	(\$ 323,79)	\$ 999,94	7	43
94	300	240	300	-	\$ 324,48	300	72	300	-	\$ 210,10	200	\$ 1.660,63	(\$ 114,38)	\$ 1.336,15	7	43
95	420	320	420	-	\$ 835,15	390	96	390	-	\$ 399,20	207	\$ 1.653,74	(\$ 435,95)	\$ 818,60	7	56
96	180	160	180	-	\$ 265,18	180	48	180	-	\$ 141,63	131	\$ 811,51	(\$ 123,55)	\$ 546,34	4	45
97	190	165	190	-	\$ 272,87	180	50	180	-	\$ 137,59	125	\$ 744,29	(\$ 135,28)	\$ 471,42	2	90
98	120	111	120	96	\$ 708,07	96	33	96	96	\$ 469,35	118	\$ 3.657,69	(\$ 238,72)	\$ 2.949,62	5	19
99	180	160	180	-	\$ 254,39	180	48	180	-	\$ 132,59	124	\$ 707,97	(\$ 121,80)	\$ 453,58	3	60
100	300	240	300	-	\$ 618,43	300	72	300	-	\$ 313,12	243	\$ 2.663,50	(\$ 305,31)	\$ 2.045,07	7	43
101	210	111	210	140	\$ 656,52	186	33	186	140	\$ 487,35	111	\$ 3.757,02	(\$ 169,17)	\$ 3.100,50	6	31
102	140	126	140	96	\$ 484,23	126	38	126	96	\$ 388,48	126	\$ 3.283,85	(\$ 95,76)	\$ 2.799,62	7	18
103	210	70	210	140	\$ 1.240,14	180	21	180	140	\$ 846,59	70	\$ 3.693,50	(\$ 393,54)	\$ 2.453,37	6	30
104	350	275	350	-	\$ 264,91	330	83	330	-	\$ 169,24	275	\$ 1.481,95	(\$ 95,67)	\$ 1.217,04	7	47
105	170	101	170	82	\$ 594,49	156	30	156	82	\$ 479,12	101	\$ 3.434,71	(\$ 115,37)	\$ 2.840,22	5	31
106	180	80	180	-	\$ 371,65	60	24	60	-	\$ 118,92	80	\$ 5.233,52	(\$ 252,73)	\$ 4.861,87	3	20
107	588	348	588	470	\$ 680,26	558	104	558	470	\$ 561,60	348	\$ 5.164,51	(\$ 118,66)	\$ 4.484,25	7	80
108	490	177	490	392	\$ 2.949,40	462	53	462	392	\$ 1.979,81	177	\$ 8.574,28	(\$ 969,58)	\$ 5.624,88	7	66
109	1.050	440	1.050	840	\$ 1.267,39	960	132	960	840	\$ 886,67	440	\$ 4.756,39	(\$ 380,72)	\$ 3.489,00	7	137
110	90	93	90	-	\$ 211,70	78	28	78	-	\$ 117,19	94	\$ 1.028,61	(\$ 94,51)	\$ 816,91	3	26



# UNIVERSIDAD DE CUENCA

No. Depósito de Distribución	Costos actuales					Costos optimizados					EOQ		Diferencia costos		Pedidos	
	Cantidad que ingresa al almacén	Cantidad almacenada	Cantidad de pedido	Cantidad salida del almacén	Costo total actual	Cantidad que ingresa al almacén	Cantidad optimizada almacenamiento	Cantidad optimizada pedido	Ctdad optimizada salida almacén	Costo total optimización	EOQ	Costo total EOQ	Diferencia entre Costo actual y costo optimizado	Diferencia entre costo actual y EOQ	No. Pedidos semanales	Cantidad por pedido
						q1	q2	q3	q4							Unidades
111	105	121	105	-	\$ 214,21	96	36	96	-	\$ 129,57	136	\$ 1.209,72	(\$ 84,64)	\$ 995,51	3	32
112	90	93	90	-	\$ 690,60	78	28	78	-	\$ 289,69	37	\$ 909,27	(\$ 400,91)	\$ 218,67	3	26
113	90	104	90	-	\$ 259,01	84	31	84	-	\$ 132,08	73	\$ 852,10	(\$ 126,93)	\$ 593,09	3	28
114	224	160	224	179	\$ 857,02	180	48	180	179	\$ 547,11	160	\$ 3.415,30	(\$ 309,91)	\$ 2.558,28	6	30
115	210	171	210	168	\$ 517,51	186	51	186	168	\$ 391,37	195	\$ 2.719,27	(\$ 126,14)	\$ 2.201,76	7	27
116	105	120	105	-	\$ 285,96	90	36	90	-	\$ 150,52	101	\$ 1.239,98	(\$ 135,44)	\$ 954,01	3	30
117	175	96	175	140	\$ 659,92	156	29	156	140	\$ 478,09	96	\$ 2.881,40	(\$ 181,82)	\$ 2.221,48	7	22
118	120	115	120	-	\$ 155,46	120	35	120	-	\$ 89,77	110	\$ 633,23	(\$ 65,70)	\$ 477,77	3	40
119	1.260	871	1.260	1.008	\$ 775,00	1146	261	1146	1.008	\$ 539,27	650	\$ 3.577,80	(\$ 235,73)	\$ 2.802,81	7	164
120	108	106	108	-	\$ 167,37	96	32	96	-	\$ 82,99	80	\$ 524,62	(\$ 84,38)	\$ 357,25	3	32
121	105	103	105	-	\$ 276,35	90	31	90	-	\$ 135,59	75	\$ 895,35	(\$ 140,76)	\$ 619,00	3	30
122	480	355	480	384	\$ 419,69	450	107	450	384	\$ 360,91	400	\$ 2.995,77	(\$ 58,79)	\$ 2.576,07	6	75
123	720	496	720	360	\$ 938,06	546	149	546	360	\$ 619,24	697	\$ 3.813,88	(\$ 318,82)	\$ 2.875,82	7	78
124	600	438	600	160	\$ 750,05	498	131	498	160	\$ 583,05	392	\$ 2.788,42	(\$ 166,99)	\$ 2.038,38	10	50
125	360	278	360	192	\$ 762,17	288	83	288	192	\$ 508,71	277	\$ 3.799,14	(\$ 253,47)	\$ 3.036,96	5	58
126	1.440	1.005	1.440	-	\$ 2.296,01	1350	302	1350	-	\$ 1.332,04	1289	\$ 11.183,68	(\$ 963,98)	\$ 8.887,66	8	169
127	180	158	180	120	\$ 562,62	168	47	168	120	\$ 429,79	180	\$ 2.929,33	(\$ 132,83)	\$ 2.366,70	6	28
128	150	141	150	-	\$ 245,73	126	42	126	-	\$ 108,11	77	\$ 476,31	(\$ 137,62)	\$ 230,58	3	42
129	150	150	150	120	\$ 570,19	120	45	120	120	\$ 400,29	155	\$ 3.165,36	(\$ 169,90)	\$ 2.595,17	4	30
130	150	168	150	-	\$ 300,21	138	50	138	-	\$ 155,10	126	\$ 1.056,58	(\$ 145,11)	\$ 756,36	5	28
131	150	135	150	-	\$ 273,42	150	41	150	-	\$ 133,59	85	\$ 565,85	(\$ 139,83)	\$ 292,43	3	50
132	135	126	135	-	\$ 268,60	126	38	126	-	\$ 126,63	77	\$ 572,48	(\$ 141,97)	\$ 303,88	3	42
133	240	195	240	144	\$ 604,77	210	59	210	144	\$ 443,54	223	\$ 3.171,74	(\$ 161,23)	\$ 2.566,96	7	30
134	140	126	140	-	\$ 358,36	126	38	126	-	\$ 177,26	95	\$ 1.039,44	(\$ 181,11)	\$ 681,08	7	18
135	140	130	140	112	\$ 621,47	120	39	120	112	\$ 446,46	150	\$ 3.628,23	(\$ 175,00)	\$ 3.006,77	7	17
136	120	141	120	-	\$ 314,88	96	42	96	-	\$ 161,62	124	\$ 1.463,33	(\$ 153,25)	\$ 1.148,45	5	19

Fuente y Elaboración: Autor



En las columnas de las diferencias de costos, los valores resaltados en rojo, indican el ahorro que tendría el propietario del depósito de distribución al operar con las cantidades sugeridas en la optimización.

El método a través del EOQ, presenta valores sumamente altos, excepto en algunas observaciones, esto debido a que los costos de transporte son sumados al costo de realizar pedidos, por lo que se preferirá solicitar cantidades altas en cada pedido con el objetivo de disminuir los pedidos y asociados a estos, los costos logísticos. El costo unitario que presenta el EOQ, es sumamente bajo comparado con los costos unitarios del proceso de optimización a través de programación lineal.

De esta manera se puede determinar que el método mejor aplicable para este caso de estudio, es el modelo de optimización a través de programación lineal, pues es el que considera mayor cantidad de variables que afectan al sector específicamente.

Los valores de ahorro que pueden observarse en la Tabla 18, son semanales; debido al giro del negocio, pueden ser considerados significativos. Aun así, también se puede apreciar en los depósitos de distribución No. 8 y 60, el EOQ brinda un costo menor, a diferencia del modelo de optimización. En ese caso se debe recurrir a la cantidad del EOQ.

Tabla 19: Resumen de los costos optimizados y EOQ

No. Depósito de Distribución	Costos optimizados				Costo total optimización	EOQ		Diferencia costos	
	Cantidad que ingresa al almacen	Cantidad optimizada almacenamiento	Cantidad optimizada pedido	Ctdad optimizada salida almacen		EOQ	Costo total EOQ	Diferencia entre Costo actual y costo optimizado	Diferencia entre costo actual y EOQ
	q1	q2	q3	q4					
Mínimo	60	20	60	-	58	7	147	(\$ 1.557,60)	(\$ 171,65)
Máximo	1.998	454	1.998	1.680	1.980	1.289	11.184	(\$ 46,36)	\$ 8.887,66
Promedio	354	86	354	186	402	257	2.503	(\$ 234,20)	\$ 1.866,63
Desviación estándar	383	80	383	289	349	258	2.024	\$ 241,88	\$ 1.643,35

Fuente: Autor

Elaboración: Autor

La Tabla 19, muestra algunos datos en calidad de resumen de los costos optimizados y de las cantidades de EOQ, que nos permiten entender de mejor



manera el sector estudiado. A pesar de que todos los casos tienen el mismo giro de negocio, presentan condiciones de funcionamiento y capacidades diferentes, aun así, los modelos aplicados son válidos para todos los casos. Dependiendo de la capacidad del negocio, el ahorro puede variar, entre \$46, y \$1.558. En el caso del EOQ, como se había mencionado anteriormente no existen muchos negocios, en los que esta cantidad contribuya a la optimización de costos, sino por el contrario incrementaría los costos. Los costos logísticos varían entre \$58, hasta un valor superior a los \$1.980. Con una media de \$402, pero con una desviación estándar de \$349, lo que indica la alta sensibilidad y variación de los costos logísticos en los diferentes depósitos de distribución.

Es importante mencionar que antes de calcular el EOQ, se han considerado las características que presenta el modelo, tales como: demanda constante y conocida con certeza, la demanda del GLP, no presenta variaciones significativas; dado el tiempo de funcionamiento de los negocios, esta se conoce con certeza; por otra parte no existen restricciones del lote, lo que se presentan son restricciones debido a la capacidad de almacenamiento; para considerar como relevantes, tan solo a los costos de almacenamiento y de realización de pedidos, se ha incluido a los costos de ordenar, el costo de transporte incurrido; la cuarta característica sobre las decisiones independientes entre artículos, no tiene relevancia pues se considera tan solo un producto, sobre el que se toman decisiones; finalmente el tiempo de espera es constante, y se conoce; la entrega es casi inmediata, previamente realizado el pedido.

Durante todo el desarrollo del proyecto se ha considerado al centro de acopio, como un caso de estudio más, corresponde al caso 85, debido a que su funcionamiento es similar al de los centros de distribución, tan solo difiere en la capacidad que dispone de distribución y almacenamiento. El centro de acopio debería ser el enlace entre la empresa comercializadora, en el caso de la región Austral, Austrogas CEM, y los depósitos de distribución; pero en la provincia del Azuay, Austrogas, a más de ser planta envasadora, y comercializadora, actúa también como centro de acopio; por lo que la función



del negocio, categorizado como centro de acopio, por la ARCH, se convierte en un depósito de distribución más, probablemente tan sólo más grande que los negocios normales; razón por la que se lo ha considerado de la misma manera que a los 135 depósitos de distribución adicionales.

Para determinar los factores que contribuyen a incrementar los costos, se ha realizado un análisis de correlación, entre los costos totales optimizados, y algunas variables, cuyos resultados se presentan en la Tabla 20.

Se puede determinar, que el tipo de unidad legal al que pertenece la empresa (Obligados o no a llevar contabilidad), tiene una correlación del 39%; el número de años que tiene la empresa realizando sus actividades, no tiene correlación con los costos totales; el número de empleados, tampoco presenta una correlación significativa; por otra parte, aquellos negocios que realizan entregas a domicilio, tienen costos más altos, entre estas variables, se presenta una correlación positiva del 71%; otra correlación fuerte se presenta con respecto a la administración de inventarios, es decir que quienes no administran inventarios, tienen costos logísticos mayores, bajo la misma lógica, aquellos negocios que no llevan registros de sus costos, o contabilidad de costos, también tienen costos mayores. Existe también una correlación positiva, aunque pequeña con respecto a los negocios que no realizan controles de calidad, pues también presentan costos más altos.

*Tabla 20: Correlaciones con respecto a los costos totales optimizados*

<b>Variables</b>	<b>Correlación con los costos totales</b>
Tipo de autorización que tiene la empresa	0,387526
Número de años que lleva realizando actividades (agrupado)	0,001699
Número de empleados que tiene la empresa	-0,088538
Realiza entregas a domicilio	0,706735
Realiza controles de calidad	0,209352
Administra sus inventarios	0,894442
Lleva contabilidad de costos	0,521786

**Fuente:** Autor

**Elaboración:** Autor



Por lo que se puede concluir, según la Tabla 20, que el principal factor que incrementa los costos logísticos en un depósito de distribución de GLP en el Azuay, es la falta de administración de sus inventarios, otro factor importante es la realización de entregas a domicilio; la falta de registros o informalidad en el manejo de los costos, ligado a que legalmente no tienen la obligación de llevar registros de sus actividades, y finalmente la falta de controles de calidad a los productos.

Los factores que incrementan los costos logísticos, son los causantes de la ineficacia, en el cumplimiento de los objetivos de rentabilidad, y de ineficiencia en la correcta gestión y administración de los recursos que poseen, en este caso particularmente, recursos monetarios.

### **Conclusiones**

El principal objetivo de la investigación, consiste en responder la pregunta de investigación planteada al inicio de la misma: ¿De qué manera optimizar costos logísticos de los depósitos de distribución y centros de acopio de Gas Licuado de Petróleo en la provincia del Azuay, tomando como base el año 2016?, en base a lo cual, se han planteado dos posibles alternativas para la optimización de costos, y se ha determinado el modelo que permite encontrar las cantidades óptimas que permitan la minimización de costos logísticos.

Para la realización de la investigación se consideraron dos hipótesis, que han permitido trabajar de la misma manera para cada depósito de distribución. La primera hipótesis, fue que los depósitos de distribución y los centros de acopio son similares entre sí, a pesar de que las capacidades pueden diferir entre algunos negocios, sus operaciones se manejan de la misma manera, todos disponen de rubros similares e iguales, con respecto a sus costos, y todos han brindado la información necesaria para poder resolver los modelos planteados; incluso el centro de acopio, funciona de la manera similar que un depósito de distribución.

Una segunda hipótesis, hace referencia a que los depósitos de distribución no disponen de adecuadas estructuras de costos logísticos, lo que ha podido evidenciarse a través del levantamiento de información, por lo que fue



aplicable el primer objetivo general, en donde, se pudo realizar un análisis y desglose de la composición de los costos logísticos, determinando varios rubros, que muchos propietarios de los negocios ignoraban, pues desconocían que esos valores afectan a su rentabilidad.

Se determinó que en el sector de comercialización de GLP, existen sólo 3 rubros que componen los costos logísticos: costos de transporte, costos de inventarios, y costos de procesamiento de pedidos, los mismos que han sido desglosados. Los costos que afectan en mayor medida, son los costos de transporte y los costos de inventario, en este último tiene un papel fundamental el rubro por mano de obra, y mantenimiento del local (servicios básicos), que normalmente no es considerado cuando el propietario y su familia laboran en el negocio, o cuando el local en el que se labora es propio.

El segundo objetivo específico va directamente relacionado con la principal pregunta de investigación. Se pudo desarrollar un modelo específico para los distribuidores de GLP, en donde se consideran variables y restricciones concretas para este sector.

Se determinó además que el EOQ, es un modelo sumamente teórico, que debido al entorno en el que nos manejamos, no es completamente aplicable, a pesar de que, en un caso de estudio, se determinó que resulta mejor la aplicación del EOQ, en lugar del modelo de optimización planteado. Se pudo evidenciar también que existe la manera de restringir el EOQ, a través de la aplicación de una o más restricciones, que condicionen el resultado a las limitaciones del problema; dicha cantidad óptima considerando las restricciones es más realista y con mayores probabilidades de aplicación. Aun así, no se obtuvieron los resultados deseados, en cuanto a minimización de costos.

Como respuesta al tercer objetivo específico, se decidió utilizar dos software, para la validación de los modelos; con respecto al modelo de optimización se lo realizó a través de Solver, un complemento de Excel, el mismo que funcionó de manera eficaz, brindando los resultados deseados; se probó también con el software Lindo, pero presenta una limitación con respecto al



establecimiento de relaciones entre variables, al plantear las restricciones, por lo que algunas restricciones del modelo se hubiesen invalidado. Cada caso de aplicación se lo realizó de manera separada, y en todos se utilizó Solver, dada la limitación de Lindo.

Para el caso del cálculo del EOQ, se lo realizó a través de Excel, y para validar los resultados se recurrió a WinQSB, que maneja un módulo especial para la “Teoría de Inventarios”, en donde se comprobó que los resultados eran los mismos. La validación en WinQSB, se la realizó para algunos casos de aplicación, pues para todos se lo realizó en Excel.

El cuarto objetivo, pretendía la optimización de costos logísticos, que se la obtuvo luego de la aplicación de los modelos, en donde se realizó una comparación entre los costos actuales, específicamente se referencia a la información obtenida del 2016, y los costos propuestos, a través del establecimiento de cantidades óptimas. Se puede apreciar que existen depósitos de distribución, en los cuales los costos que se reducirían, contribuirían notablemente a incrementar los beneficios económicos de los propietarios de estos negocios.

El quinto objetivo, requería del establecimiento de factores de ineficiencia, que se los han definido mediante el análisis de correlaciones, entre los costos totales y diferentes variables, y se pudo determinar que la ausencia de administración de inventarios, falta de controles de calidad, y en general falta de formalidad en el desarrollo de los negocios, contribuye a generar costos logísticos mayores en dichos negocios; y en base a estos factores, y en respuesta al sexto objetivo, se plantean ciertas propuestas de mejora:

- Adoptar las cantidades establecidas como resultado del modelo de optimización. En caso de que alguna variable se hubiese modificado, realizar el cambio correspondiente en el modelo propuesto, para obtener las nuevas cantidades óptimas.
- Formalizar las actividades y procesos del negocio, para poder controlar la rotación y calidad del producto.



- Realizar una adecuada administración de los inventarios, es decir ordenar las cantidades necesarias, almacenar las cantidades óptimas, y sacar del almacén las cantidades requeridas.
- Considerar todos los rubros que componen los costos logísticos, para poder administrarlos de mejor manera e incrementar la rentabilidad.

Una de las principales limitaciones de la investigación, fue la falta de información brindada por parte de los propietarios de los depósitos de distribución, pues la mayoría lleva un registro de sus costos mentalmente, lo que dificulta la fiabilidad de la información.

Por otra parte, no se pudo realizar un análisis de la evolución de los costos logísticos, pues no se dispone de información histórica en muchos de los negocios.

Otra limitación importante, constituye la falta de estudios de investigación con respecto al sector de comercialización de GLP y al tema propuesto.



## **Evaluación del impacto y utilidad académica y social de la investigación realizada**

Se mencionó que una de las limitaciones de la investigación, se debe a la falta de investigaciones o estudios precedentes en el tema y sector en el que se desarrolla la presente. Se debe considerar que las investigaciones realizadas en el sector de GLP, tienden a centrarse en las propiedades físicas y técnicas del GLP, y cuando se estudian temas referentes a costos, gestión, o administración, dichos estudios se centran tan solo en la comercializadora y envasadora regional, Austrogas CEM. Por lo que la presente investigación, se constituye en uno de los primeros aportes al sector de pequeños comercializadores de GLP, en la provincia del Azuay.

El impacto social del proyecto, surge como consecuencia de que el Azuay es la tercera provincia con mayor consumo de GLP, en el país, tan solo superada por Guayas y Pichincha, debido a la cantidad de habitantes de estas provincias; por lo que el dinamismo de este sector es clave en el desarrollo de la economía local. El alto consumo de este producto, incentiva su alta comercialización. El establecimiento de 178 depósitos de distribución registrados en la ARCH, a nivel provincia, muestra el impacto que tiene este tipo de negocios en la provincia del Azuay.

La distribución de GLP, genera un impacto fuerte en la sociedad, pues este producto constituye una necesidad o servicio básico, en la quehacer diario de muchos ciudadanos, especialmente de aquellos que viven o laboran en zonas urbanas, en donde varias actividades se las realizan en base a la utilización de GLP, desde el consumo para cocción de alimentos en casa, en la mayoría de familias azuayas, pues a pesar de los incentivos del gobierno para realizar un cambio hacia las cocinas de inducción, la cultura de la provincia, todavía no decide dar el gran paso a este nuevo tipo de energía; también se destina el GLP, para los negocios de comida, que dado el constante desarrollo de la sociedad, constituye una clave en los centros urbanos; otro uso importante del GLP, es su utilización para calefones; por lo que la adecuada distribución del mismo a cada uno de los hogares y negocios de la provincia, es primordial para cada uno de los depósitos de distribución. Dada la alta demanda, resulta



imperante la gestión logística adecuada, para que en el empeño de brindar el mejor servicio, no se incurra en costos muchas veces innecesarios.

Como se había mencionado inicialmente uno de los fines de la investigación, es brindarles a los propietarios de este tipo de negocios, las herramientas necesarias, para que puedan realizar un proceso de toma de decisiones más acertadas, dejando a un lado las suposiciones que pueden inducir a errores que generarán pérdidas económicas.

Los resultados, son sumamente útiles y completamente aplicables a los diferentes depósitos de distribución, considerando en cada uno sus particularidades. El modelo está propuesto para que las cantidades puedan ser modificadas, acorde a las variaciones que pueden darse en cada negocio.

Una de las principales recomendaciones consiste en la formalización básica de las operaciones de estos, negocios, es decir llevar registros de las gastos e ingresos que se realizan, para poder analizar de mejor manera la composición de los costos, y la influencia de estos en la rentabilidad de dichos negocios.

Se debe también dejar de omitir ciertos costos imprescindibles como los de mano de obra, y alquiler del local, a pesar de que esos rubros, no representen erogaciones en efectivo, en el instante en el que se las registra. Uno de los factores importantes, es el cambio de cultura y educación financiera a los propietarios de estas MiPymes, pues se debe considerar incluso el costo de oportunidad del propietario quien labora en el local.

Académicamente, se presentan algunos aportes, en primera instancia, se valida la utilidad de las herramientas adquiridas en la asignatura de Investigación de Operaciones, y se complementa con otras asignaturas recibidas en el transcurso de la formación académica. En la presente investigación, se integran holísticamente varios componentes académicos; lo que permite desarrollar y profundizar los conocimientos de Investigación de Operaciones, para el desarrollo de los modelos de optimización y el cálculo del EOQ, para este último también se aplican los conocimientos de



Administración Financiera; para los cálculos se recurre a las habilidades desarrolladas en la asignatura de Matemáticas; se profundiza además los conceptos adquiridos en la asignatura de Administración de la Producción y Gestión Integral, al hacer referencia a la cadena de suministro y la composición de los costos logísticos en los nodos de la cadena de este sector de estudio.

El análisis y el desglose de los costos, se desarrolla en base a lo estudiado en la asignatura de Contabilidad de Costos, en donde algunos rubros, necesitan cálculos adicionales, como en el caso del valor de mano de obra, considerando la legislativa actual, revisada en las asignaturas de Derecho Económico, y Administración de Talento Humano. El análisis de algunas condiciones del entorno del sector de comercialización de GLP, se basan en los análisis desarrollados en la asignatura de Comportamiento Organizacional.

El establecimiento de los factores de ineficiencia, se lo ha realizado a través de un análisis básico de correlación, guiado por la asignatura de Estadística. Finalmente, varias recomendaciones, tienen como fundamento los conocimientos adquiridos en la asignatura de Estrategia Competitiva, que nos permite desarrollar la habilidad de proponer mejoras a todo tipo de negocios, de acuerdo a un adecuado perfil de administrador de empresas.

Desde otro punto de vista, la metodología y las herramientas diseñadas para la recolección de información se basan en las cátedras de Metodología de la Investigación y estadística. El manejo de los softwares, tanto para la generación de los estadísticos descriptivos, para la contextualización del sector, como para la resolución de los modelos de optimización, se ha realizado con los conocimientos adquiridos, en las asignaturas de Estadística y Competencia y Mercado (SPSS); y de Informática Intermedia e Investigación Operativa (Solver).

Otro aporte importante, es el desarrollo del modelo matemático, pues se plantea un nuevo modelo, completamente acoplado a las condiciones del sector de estudio, en donde se consideran variables netamente relacionadas



con las operaciones realizadas por los comercializadores de GLP. Este modelo propuesto es bastante simple, pero cumple las restricciones del sector estudiado. Probablemente este modelo pueda servir de base para la generación de nuevos modelos, para micro y pequeñas empresas en el entorno local.

Finalmente, se ha recuperado una variación del EOQ, con la adición de restricciones, lo que transforma la cantidad óptima de pedido, de un concepto netamente teórico, a un resultado completamente aplicable, para los diferentes negocios.

El aporte que brinda este trabajo a la formación profesional del futuro administrador de empresas, es sumamente valioso y complementario a los conocimientos adquiridos en cada una de las cátedras recibidas; pues le acerca y vincula con la realidad de la sociedad en la que en futuro se desarrollará profesionalmente.

Finalmente, el presente trabajo, puede ser una base para futuras investigaciones.



## Bibliografía

- Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero. (2015). *Boletín Estadístico Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero 2015*. Retrieved from [http://www.controlhidrocarburos.gob.ec/wp-content/uploads/boletin-estadistico/ESTADÍSTICAS-ARCH-2015\\_2016-07-15\\_Para-publicar.pdf](http://www.controlhidrocarburos.gob.ec/wp-content/uploads/boletin-estadistico/ESTADÍSTICAS-ARCH-2015_2016-07-15_Para-publicar.pdf)
- Ballou, R. H. (2004). *Logística Administración de la cadena de suministro. The effects of brief mindfulness intervention on acute pain experience: An examination of individual difference* (5ta ed., Vol. 1). Pearson Educación. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Barceló, M., & Barcia, R. (2009). Análisis del Potencial de Integración Productiva y Desarrollo de Servicios Logísticos de Valor Agregado de Proyectos IIRSA ( IPrLg ) Guía Metodológica Revisada, 1–30.
- Barrera, M. (2012). *Estudio del Sistema GLP como Combustible alternativo de uso en vehículos automotrices*. Universidad del Azuay.
- Briones, M. G. (2011). *Estimación del costo de comercialización de los cilindros de GLP en la CEM Austrogas*. Universidad de Cuenca. Retrieved from <http://cdjbv.ucuenca.edu.ec/ebooks/tcon513.pdf>
- Camarena, P. (1990). La matemática en el contexto de las ciencias. *Recherches En Didactique Des Mathématiques*, 7(46), 68 citation\_lastpage=109-25. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2013.823521>
- Cambisaca, D. (2015). *Sistema de Gestión de Costos para empresas Comercializadoras de Gas Licuado de Petróleo de la Ptovincia del Azuay. Caso Austrogas*. Universidad del Azuay. Retrieved from <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/5122/1/11555.pdf>
- Cedeño, Z. (2013). *Estimación del Perjuicio al Estado causado por el subsidio otorgado al consumo del Gas Licuado de Petróleo o GLP en el Ecuador y la incidencia de su comercio irregular hacia Colombia o Perú*. Escuela



Politécnica Nacional.

Chase, R., Robert, J., & Aquilano, N. (2009). *Administración de Operaciones Producción y Cadena de Suministros. Administracion de operaciones, produccion y cadena de suministro*. Retrieved from <https://bibliotecat2.files.wordpress.com/2014/10/administracion-de-operaciones-y-produccion-12-ed-chase-aquilano-jacobs-11.pdf>

Council of Supply Chain Management Professionals. (2017). SCM Definitions and Glossary of Terms. Retrieved July 15, 2017, from [http://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM\\_Definitions\\_and\\_Glossary\\_of\\_Terms/CSCMP/Educate/SCM\\_Definitions\\_and\\_Glossary\\_of\\_Terms.aspx?hkey=60879588-f65f-4ab5-8c4b-6878815ef921](http://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx?hkey=60879588-f65f-4ab5-8c4b-6878815ef921)

Di Pelino, A., Vianco, G., Iglesias, F., Katz, P., & Daniele, M. (2012). Informe sobre la Situación Actual del Gas Licuado de Petróleo, 1(3). Retrieved from [http://www.iae.org.ar/seminarios/semiglp\\_informelAE.pdf](http://www.iae.org.ar/seminarios/semiglp_informelAE.pdf)

Duran, G. Investigación de operaciones , modelos matematicos y optimizacion (2006).

Estrada Mejia, S., Restrepo de Ocampo, L., & Ballesteros Silva, P. P. (2010). Analysis of Cost Logistics in the Supply Chain Management. *Scientia et Technica*, 45(45), 7.

Flores Tapia, C. (2014). *La gestión logística y su influencia en la rentabilidad de las empresas especialistas en implementación de campamentos para el sector minero en Lima metropolitana*. Universidad San Martín de Porres. Retrieved from [http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/usmp/1111/1/flores\\_tc.pdf](http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/usmp/1111/1/flores_tc.pdf)

Gonzáles, W. (2012). *Estudio para la Implementación de un punto de suministro de Gas Licuado de Petróleo en una Estación de Servicio*. Universidad del Azuay. Retrieved from <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/1445/1/09613.pdf>



- Hausler, E. F., & Paul, R. F. (2003). *Matemáticas para la Administración y Economía*.
- Ibarra Balderas, V. M. (1995). *El modelo de inventarios con restricciones*. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- INEN. (2008). *Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 024:2008 Transporte, Almacenamiento, Envasado y Distribución de Gas Licuado de Pteróleo GLP en cilindros y tanques*. Retrieved from [http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/rte\\_024.pdf](http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/rte_024.pdf)
- Krajewski, L., Ritzman, L., & Malhotra, M. (2005). *Administración de operaciones. Administración de operaciones* (8va ed.). México: Pearson Educación. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642009000500001>
- López, M. A. (2014). *Estructura de Costos Logísticos*.
- Mabert, V. A., & Venkataramanan, M. A. (1998). Special Research Focus on Supply Chain Linkages : Challenges for Design and Management in the 21st Century \*, 29(3).
- Mancheno, E. (2016). *Efectos del Gas Licuado de Petróleo sobre la función respiratoria de los trabajadores de una Planta de almacenamiento y envasado de la Provincia del Azuay. Caso Compañía de Economía Mixta Austrogas*. Universidad del Azuay.
- Ordoñez, S., & Reinoso, S. (2009). *Diseño de un Sistema de Costos dirigido hacia las Empresas Comercializadoras de Gas Licuado de Petróleo en el Ecuador: Estrategia empresarial para toma de decisiones gerenciales*. Universidad de Cuenca.
- Peláez, A., & Mejía, S. (2000). Conceptos básicos de modelación matemática y simulación computacional de sistemas biológicos, una herramienta útil para la docencia y la investigación. *CES Odontología*.
- Petroecuador. (2013). *40 Años construyendo el desarrollo del País 1972-*



2012.

Pilar, J. (2012). *Herramientas para la Gestión y la Toma de Decisiones*. (H. Editorial, Ed.).

Polimeni, R. S., Fabozzi, F. J., Adelberg, A. H., & Kole, M. A. (1989). *Contabilidad de costos: Conceptos y aplicaciones para la toma de decisiones*. McGraw Hill.

Polo, M. V. (2014). *Evaluación del subsidio al Gas Licuado de Petróleo en el Ecuador*. Universidad de Cuenca.

Portal Rueda, C. A. (2012). *Costos Logísticos*. Prezi. Retrieved from <http://prezi.com/b9iaay2np0ab/costos-logisticos/>

Ríos, S. (1995). *Modelización*, 331.

Román, D., & Juca, E. (2015). *Análisis y Propuesta de un Sistema Logístico en el sector comercial para aprovisionamiento de equipos de diagnóstico de la línea Riester para la empresa Recor Dental y Quimedica SA. Año 2015-2018*. Universidad de Cuenca. Retrieved from <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/26213>

Sintec Customer and Operation Strategy. (2015). *Transporte, el verdadero reto en latinoamérica y colombia*.

Taha, H. (2012). *Investigación de operaciones - Modelo de transbordo*. *Investigación de Operaciones*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

World Business Council for Sustainable Development, W. (2004). *Pequeñas y Medianas Empresas para el Sobre el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible ( WBCSD ) Sobre el Servicio Holandés de Cooperación al*. *Development*, 12.

World LPG Association. (2016). *World LPG Association Annual Report 2016*.



ANEXOS

FORMATO ENCUESTA APLICADO DEPÓSITOS DE DISTRIBUCIÓN

Encuesta aplicada a comercialización de Gas Licuado de Petróleo (GLP) para Levantamiento de Línea Base en la provincia del Azuay		 UNIVERSIDAD DE CUENCA <small>desde 1867</small>																																								
<p>Estimado propietario, la presente encuesta tiene como objeto obtener la información necesaria para realizar el levantamiento de la línea base de las Pymes en las provincias del Azuay Anticipamos nuestro agradecimiento por la colaboración e información vertida en el siguiente cuestionario.</p>																																										
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Negocio:</td><td></td></tr> <tr><td>Informante:</td><td></td></tr> <tr><td>Dirección:</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>Cantón</td></tr> <tr><td>E-Mail:</td><td></td></tr> <tr><td>Teléfonos:</td><td></td></tr> <tr><td>Fecha:</td><td></td></tr> </table>	Negocio:		Informante:		Dirección:			Cantón	E-Mail:		Teléfonos:		Fecha:		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="2">Tipo Negocio</th></tr> <tr><td>Centro Acopio</td><td></td></tr> <tr><td>Depósito de distribución</td><td></td></tr> </table>	Tipo Negocio		Centro Acopio		Depósito de distribución																						
Negocio:																																										
Informante:																																										
Dirección:																																										
	Cantón																																									
E-Mail:																																										
Teléfonos:																																										
Fecha:																																										
Tipo Negocio																																										
Centro Acopio																																										
Depósito de distribución																																										
<b>CARACTERISTICAS GENERALES</b>																																										
<p><b>1.- Según el tipo de unidad legal, el negocio tiene:</b></p> <p>Régimen impositivo simplificado (RISE) <input type="checkbox"/></p> <p>Personas naturales obligadas a llevar contabilidad <input type="checkbox"/></p> <p>Personas naturales no obligadas a llevar contabilidad <input type="checkbox"/></p> <p>Persona Jurídica <input type="checkbox"/></p> <p>Ninguno <input type="checkbox"/></p> <p><b>2.- ¿Cuántos años lleva realizando actividades en este sector?</b></p> <p><input type="text"/></p> <p><b>3.- Número de personas que laboran en el negocio:</b></p> <p><input type="text"/></p> <p><b>4.- ¿Cuál es el mercado de destino de las ventas ?</b></p> <p>Ciudad <input type="checkbox"/></p> <p>Cantón <input type="checkbox"/></p> <p>Provincia <input type="checkbox"/></p> <p>Provincias cercanas <input type="checkbox"/></p> <p><b>5.- Realiza entregas a domicilio</b></p> <p>si <input type="checkbox"/></p> <p>no <input type="checkbox"/></p> <p><b>6.- ¿Cuál es su facturación promedio semanal</b></p> <p><input type="text"/></p> <p><b>7. ¿Cuales son los principales clientes?</b></p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Privado <i>(una opción)</i></td> <td>Esporádica</td> <td>Permanente</td> </tr> <tr><td>Consumidor directo</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Distribuidor o intermediario</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Otras industrias</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>Sector público <i>(una opción)</i></td> <td>Esporádica</td> <td>Permanente</td> </tr> <tr><td>Instituciones públicas</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Empresas públicas</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Municipios y Consejo Provincial</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Otros</td><td></td><td></td></tr> </table> <p><b>8. ¿Ha requerido financiamiento adicional durante el tiempo que lleva generando actividades?</b></p> <p>si <input type="checkbox"/> <i>Continua</i></p> <p>no <input type="checkbox"/> <i>Pasa pregunta 12</i></p> <p><b>9. Indique el monto aproximado del financiamiento</b></p> <p>\$ <input type="text"/></p> <p><b>10. Indique las fuentes de financiamiento</b></p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th>Fuente</th><th>Porcentaje</th></tr> <tr><td>Propio</td><td></td></tr> <tr><td>Ajeno (Préstamos)</td><td></td></tr> </table> <p><b>11. ¿Indique el motivo por el cuál necesitó financiamiento adicional?</b></p> <p>Ampliación física del negocio <input type="checkbox"/></p> <p>Compra de cilindros para el negocio <input type="checkbox"/></p> <p>Cubrir pagos pendientes <input type="checkbox"/></p> <p>Otro: <input type="text"/></p>	Privado <i>(una opción)</i>	Esporádica	Permanente	Consumidor directo			Distribuidor o intermediario			Otras industrias			Sector público <i>(una opción)</i>	Esporádica	Permanente	Instituciones públicas			Empresas públicas			Municipios y Consejo Provincial			Otros			Fuente	Porcentaje	Propio		Ajeno (Préstamos)		<p><b>12. Han recibido capacitación / asistencia técnica</b></p> <p>si <input type="checkbox"/></p> <p>no <input type="checkbox"/></p> <p><b>En que tema</b></p> <p>_____</p> <p><b>Por parte de quién:</b></p> <p>_____</p> <p><b>13. ¿Cuál cree que es la principal limitante para el crecimiento del negocio ?</b></p> <p>Falta de financiamiento <input type="checkbox"/></p> <p>Falta de experiencia en la industria <input type="checkbox"/></p> <p>Permisos/Regulaciones <input type="checkbox"/></p> <p>Impuestos <input type="checkbox"/></p> <p>Nivel de competencia del Sector <input type="checkbox"/></p> <p>Otros: ¿cuáles? _____ <input type="checkbox"/></p> <p><b>14. Indique el número de personas, según su nivel académico</b></p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Profesionales</td><td><input type="text"/></td></tr> <tr><td>Bachilleres</td><td><input type="text"/></td></tr> <tr><td>Primaria</td><td><input type="text"/></td></tr> <tr><td>Ninguna</td><td><input type="text"/></td></tr> </table>	Profesionales	<input type="text"/>	Bachilleres	<input type="text"/>	Primaria	<input type="text"/>	Ninguna	<input type="text"/>
Privado <i>(una opción)</i>	Esporádica	Permanente																																								
Consumidor directo																																										
Distribuidor o intermediario																																										
Otras industrias																																										
Sector público <i>(una opción)</i>	Esporádica	Permanente																																								
Instituciones públicas																																										
Empresas públicas																																										
Municipios y Consejo Provincial																																										
Otros																																										
Fuente	Porcentaje																																									
Propio																																										
Ajeno (Préstamos)																																										
Profesionales	<input type="text"/>																																									
Bachilleres	<input type="text"/>																																									
Primaria	<input type="text"/>																																									
Ninguna	<input type="text"/>																																									
<b>TECNOLOGÍA/MAQUINARIA</b>																																										
<p><b>15 El negocio dispone de programas o aplicaciones informáticas</b></p> <p>si <input type="checkbox"/></p> <p>no <input type="checkbox"/> <b>Pase preg 16</b></p> <p><b>Si la respuesta es afirmativa, cuál utiliza</b></p> <p>Hojas de calculo <input type="checkbox"/></p> <p>Software de contabilidad <input type="checkbox"/></p> <p>Software de gestión de inventarios <input type="checkbox"/></p> <p>Software de gestión de clientes <input type="checkbox"/></p> <p>Software para planificación y programación de pedidos <input type="checkbox"/></p> <p>Otro: <input type="text"/></p> <p>Cuál ? <input type="text"/></p>																																										
<b>RELACIÓN CON LOS PRODUCTOS Y PROCESOS</b>																																										
<p><b>16 ¿Cuál es la capacidad productiva (almacenamiento) utilizada del negocio?</b></p> <p>30 - 35% <input type="checkbox"/> 51-60 % <input type="checkbox"/> Mas de 80% <input type="checkbox"/></p> <p>36 - 40% <input type="checkbox"/> 61-70% <input type="checkbox"/></p> <p>41 - 50% <input type="checkbox"/> 71-80% <input type="checkbox"/></p> <p><b>17 ¿Capacidad productiva (actividad comercial)?</b></p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Número de empleados para ventas</td><td><input type="text"/></td></tr> <tr><td>Número de cilindros vendidos por día</td><td><input type="text"/></td></tr> </table>			Número de empleados para ventas	<input type="text"/>	Número de cilindros vendidos por día	<input type="text"/>																																				
Número de empleados para ventas	<input type="text"/>																																									
Número de cilindros vendidos por día	<input type="text"/>																																									
<b>SISTEMA DE CALIDAD</b>																																										
<p><b>18 Realiza Controles de Calidad?</b></p> <p>si <input type="checkbox"/> (continúe)</p> <p>no <input type="checkbox"/> (pase preg. 22)</p>																																										



**19 ¿Cuáles son los métodos de control de calidad?**  
 Inspección visual por simple observación   
 Inspección visual final con guía de defectos   
 Control estadístico

**20 El negocio realiza:**

	Si	No
Control en productos recibidos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
procesos (Almacenamiento, Ventas, otros)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**21 ¿Existen Registros y/o documentos de los controles?**  
 si   
 no

**22 ¿Posee Plan de Mantenimiento?**  
 si  (continúe)  
 no  **Pase preg 23**

**¿Qué tipo de mantenimiento dispone?**  
 Correctivo   
 Preventivo

**23 ¿Administra sus inventarios?**  
 si   
 no  **Pase preg 24**

Por experiencia	<input type="checkbox"/>
Por kárdex manual	<input type="checkbox"/>
Por sistema computarizado	<input type="checkbox"/>

**MERCADEO**

**24 ¿El abastecimiento recibido es? (Una opción)**

Oportuno	<input type="checkbox"/>
Pocas demoras	<input type="checkbox"/>
Atrasos frecuentes	<input type="checkbox"/>

**25 Formas de pago a los proveedores**

< 15 días	<input type="checkbox"/>	Contado	<input type="checkbox"/>
entre 15 - 30 días	<input type="checkbox"/>		
> 30 días	<input type="checkbox"/>		

**ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN EMPRESARIAL**

**26 ¿Tiene su Gestión Estratégica documentada?**

	Si	No
Definido su misión	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Definido su visión	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Definido su organigrama	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Definido sus políticas del negocio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**CONTABILIDAD**

**27 ¿Lleva contabilidad de costos?**  
 si  Continúa  
 no  **Pase preg 28**

**¿Cuál es la forma de llevar su contabilidad?**  
 Cuenta propia   
 Tercerizada

**¿Qué sistema utiliza para la contabilidad de costos?**  
 Manual   
 Computarizado

**28 ¿El negocio lleva Contabilidad general?**  
 SI   
 NO  **Pase preg 29**

**Cuál es la periodicidad de elaborar los balances?**

Anual	<input type="checkbox"/>
Semestral	<input type="checkbox"/>
Trimestral	<input type="checkbox"/>
Mensual	<input type="checkbox"/>
Nunca	<input type="checkbox"/>

**29 ¿El negocio realiza planeación financiera?**  
 si  -----> Presupuesto ventas   
 no  **Pase preg 31** Presupuesto compras   
 Presupuesto producción   
 Flujo de caja

**30 ¿Cuál es la periodicidad de la planeación financiera?**

Anual	<input type="checkbox"/>	Trimestral	<input type="checkbox"/>	Nunca	<input type="checkbox"/>
Semestral	<input type="checkbox"/>	Mensual	<input type="checkbox"/>		

**INNOVACIÓN & DESARROLLO**

**31 Indique el nivel de importancia considerado a la aplicación de innovación dentro del negocio**

5 Muy Importante	<input type="checkbox"/>
4 Importante	<input type="checkbox"/>
3 Regularmente Importante	<input type="checkbox"/>
2 Poco importante	<input type="checkbox"/>
1 Nada importante	<input type="checkbox"/>

**32 ¿Ha realizado algún cambio o mejora en sus sistemas de gestión en los últimos 2 años?**  
 si  Continua  
 no  **Pase a la Preg 33**

**33 ¿Cuán importante es para ud los siguientes cambios? (1= nada importante, 5= muy importante)**

Dirección y gestión	<input type="checkbox"/>				
Compras y aprovisionamiento	<input type="checkbox"/>				
Comercial/ventas	<input type="checkbox"/>				

**33 Indique el grado de implementación de las siguientes técnicas en su negocio (1= nada desarrollada, 5= Muy desarrollada)**

Sistemas de contabilidad de costos	<input type="checkbox"/>				
Presupuesto de ingresos y gastos anuales	<input type="checkbox"/>				
Estado de flujo de efectivo	<input type="checkbox"/>				
Análisis de la situación económica-financiera	<input type="checkbox"/>				
Planeación estratégica formal (Misión, visión)	<input type="checkbox"/>				

**34 ¿ Indique cuál ha sido la evolución de los siguientes aspectos en su negocio en los 2 últimos años ?**

	Muy desfavorable	Desfavorable	Indiferente	Favorable	Muy Favorable
Mejora en el control de inventarios	<input type="checkbox"/>				
Mejora en la coordinación de procesos internos	<input type="checkbox"/>				
Incremento en la cuota del mercado	<input type="checkbox"/>				
Incremento en la rentabilidad	<input type="checkbox"/>				

**35 De los siguientes temas: Indique en cuáles ha realizado innovación.**

	Si	No
Mejoramiento de los procesos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Adquisición de tecnología incorporada a maquinaria y equipos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mejoramiento de los sistemas de administración	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mejoramiento de los sistemas de comercialización	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Implementación de sistemas de contabilidad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**36 ¿El negocio utiliza la subcontratación?**  
 si  En qué áreas? \_\_\_\_\_  
 no  \_\_\_\_\_

**37 ¿Cuál es la frecuencia con la que subcontrata?**  
 Permanente   
 Esporádica



<p><b>38 ¿Cree ud que contar con un sistema de gestión financiera le permitirá incrementar la rentabilidad de su negocio?</b></p> <p>Si <input type="checkbox"/></p> <p>No <input type="checkbox"/></p>	<p>Cambio neumáticos _____</p> <p>Cambio de aceite _____</p>																																													
<p><b>39 El transporte que utiliza para el aprovisionamiento es:</b></p> <p>Alquilado <input type="checkbox"/></p> <p>Propio <input type="checkbox"/> pase preg.41</p>	<p>Mantenimiento general _____</p> <p>Eventualidades en mantenimiento _____</p>																																													
<p><b>40 ¿Cuánto paga por el alquiler del vehículo por cada viaje?</b></p> <p>Pase Preg48.</p> <table border="1"> <tr> <td>Año</td> <td>2014</td> <td>2015</td> <td>2016</td> <td>2017</td> </tr> <tr> <td>Valor</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> </table>	Año	2014	2015	2016	2017	Valor	_____	_____	_____	_____	<p><b>53 Frecuencia con la que se realiza el cambio de neumáticos. (¿Cuántas veces al año?)</b></p> <p><input type="text"/></p>																																			
Año	2014	2015	2016	2017																																										
Valor	_____	_____	_____	_____																																										
<p><b>41 Valor de compra del vehículo</b></p> <p>\$ <input type="text"/></p>	<p><b>54 Frecuencia con la que se realiza el cambio de aceite (¿Cuántas veces al mes?)</b></p> <p><input type="text"/></p>																																													
<p><b>42 Año de adquisición del vehículo por parte del propietario.</b></p> <p><input type="text"/></p>	<p><b>55 Frecuencia con la que se realiza el mantenimiento (¿Cuántas veces al año?)</b></p> <p><input type="text"/></p>																																													
<p><b>43 Año de fabricación del vehículo</b></p> <p><input type="text"/></p>	<p><b>56 ¿Cuántos días realiza recorridos a domicilio por semana?</b></p> <p><input type="text"/></p>																																													
<p><b>44 ¿Cuáles han sido los costos en los siguientes rubros?</b></p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>2014</td> <td>2015</td> <td>2016</td> <td>2017</td> </tr> <tr> <td>Combustible semanal</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>Salario mensual persona que maneja el camión</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>Cambio neumáticos</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>Cambio de aceite</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>Mantenimiento general</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>Eventualidades en mantenimiento</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> </table>		2014	2015	2016	2017	Combustible semanal	_____	_____	_____	_____	Salario mensual persona que maneja el camión	_____	_____	_____	_____	Cambio neumáticos	_____	_____	_____	_____	Cambio de aceite	_____	_____	_____	_____	Mantenimiento general	_____	_____	_____	_____	Eventualidades en mantenimiento	_____	_____	_____	_____	<p><b>57 Número de cilindros que se transportan en cada viaje</b></p> <table border="1"> <tr> <td>Año</td> <td>2014</td> <td>2015</td> <td>2016</td> <td>2017</td> </tr> <tr> <td>Valor</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> </table>	Año	2014	2015	2016	2017	Valor	_____	_____	_____	_____
	2014	2015	2016	2017																																										
Combustible semanal	_____	_____	_____	_____																																										
Salario mensual persona que maneja el camión	_____	_____	_____	_____																																										
Cambio neumáticos	_____	_____	_____	_____																																										
Cambio de aceite	_____	_____	_____	_____																																										
Mantenimiento general	_____	_____	_____	_____																																										
Eventualidades en mantenimiento	_____	_____	_____	_____																																										
Año	2014	2015	2016	2017																																										
Valor	_____	_____	_____	_____																																										
<p><b>45 Frecuencia con la que se realiza el cambio de neumáticos. (¿Cuántas veces al año?)</b></p> <p><input type="text"/></p>	<p><b>58 Número de personas que atienden el local (Venta al público)</b></p> <table border="1"> <tr> <td>Año</td> <td>2014</td> <td>2015</td> <td>2016</td> <td>2017</td> </tr> <tr> <td>Valor</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> </table>	Año	2014	2015	2016	2017	Valor	_____	_____	_____	_____																																			
Año	2014	2015	2016	2017																																										
Valor	_____	_____	_____	_____																																										
<p><b>46 Frecuencia con la que se realiza el cambio de aceite (¿Cuántas veces al mes?)</b></p> <p><input type="text"/></p>	<p><b>59 Salario por persona que atienden el local (Venta al público)</b></p> <table border="1"> <tr> <td>Año</td> <td>2014</td> <td>2015</td> <td>2016</td> <td>2017</td> </tr> <tr> <td>Valor</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> </table>	Año	2014	2015	2016	2017	Valor	_____	_____	_____	_____																																			
Año	2014	2015	2016	2017																																										
Valor	_____	_____	_____	_____																																										
<p><b>47 Frecuencia con la que se realiza el mantenimiento (¿Cuántas veces al año?)</b></p> <p><input type="text"/></p>	<p><b>60 Realiza devoluciones al proveedor</b></p> <p>si <input type="checkbox"/></p> <p>no <input type="checkbox"/> Pase a la preg63</p>																																													
<p><b>48 Número de cilindros que se transportan en cada viaje</b></p> <table border="1"> <tr> <td>Año</td> <td>2014</td> <td>2015</td> <td>2016</td> <td>2017</td> </tr> <tr> <td>Valor</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> </table>	Año	2014	2015	2016	2017	Valor	_____	_____	_____	_____	<p><b>61 Los costos de devolución los asume:</b></p> <p>Proveedor <input type="checkbox"/> Pase a la preg63</p> <p>Dueño negocio <input type="checkbox"/></p>																																			
Año	2014	2015	2016	2017																																										
Valor	_____	_____	_____	_____																																										
<p><b>49 Frecuencia con la que se realizan los viajes (semanal)</b></p> <table border="1"> <tr> <td>Año</td> <td>2014</td> <td>2015</td> <td>2016</td> <td>2017</td> </tr> <tr> <td>Frecuencia</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> </table>	Año	2014	2015	2016	2017	Frecuencia	_____	_____	_____	_____	<p><b>62 ¿Cuál es el costo por devolución de productos? (transporte)</b></p> <table border="1"> <tr> <td>Año</td> <td>2014</td> <td>2015</td> <td>2016</td> <td>2017</td> </tr> <tr> <td>Valor</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> </table>	Año	2014	2015	2016	2017	Valor	_____	_____	_____	_____																									
Año	2014	2015	2016	2017																																										
Frecuencia	_____	_____	_____	_____																																										
Año	2014	2015	2016	2017																																										
Valor	_____	_____	_____	_____																																										
<p><b>50 Realiza distribución a domicilio</b></p> <p>si <input type="checkbox"/></p> <p>no <input type="checkbox"/> Pase Preg58</p>	<p><b>63 Recibe devoluciones por parte de los clientes</b></p> <p>si <input type="checkbox"/></p> <p>no <input type="checkbox"/> Pase Preg66</p>																																													
<p><b>51 Utiliza el mismo vehículo de aprovisionamiento, para realizar la distribución a domicilio</b></p> <p>si <input type="checkbox"/> Pase Preg56</p> <p>no <input type="checkbox"/></p> <p>No aplica <input type="checkbox"/></p>	<p><b>64 Los costos de devolución los asume:</b></p> <p>Dueño negocio <input type="checkbox"/></p> <p>Cliente <input type="checkbox"/> Pase Preg66</p>																																													
<p><b>52 ¿Cuáles han sido los costos en los siguientes rubros?</b></p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>2014</td> <td>2015</td> <td>2016</td> <td>2017</td> </tr> <tr> <td>Combustible semanal</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>Salario mensual persona que maneja el camión</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> </table>		2014	2015	2016	2017	Combustible semanal	_____	_____	_____	_____	Salario mensual persona que maneja el camión	_____	_____	_____	_____	<p><b>65 ¿Cuál es el costo por devolución de productos? (transporte)</b></p> <table border="1"> <tr> <td>Año</td> <td>2014</td> <td>2015</td> <td>2016</td> <td>2017</td> </tr> <tr> <td>Valor</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> </table>	Año	2014	2015	2016	2017	Valor	_____	_____	_____	_____																				
	2014	2015	2016	2017																																										
Combustible semanal	_____	_____	_____	_____																																										
Salario mensual persona que maneja el camión	_____	_____	_____	_____																																										
Año	2014	2015	2016	2017																																										
Valor	_____	_____	_____	_____																																										
<p><b>53 Frecuencia con la que se realiza el cambio de neumáticos. (¿Cuántas veces al año?)</b></p> <p><input type="text"/></p>	<p><b>66 Costos extra de entrega en pedidos atrasados (en el caso de ser asumidos por el dueño del negocio).</b></p> <table border="1"> <tr> <td>Año</td> <td>2014</td> <td>2015</td> <td>2016</td> <td>2017</td> </tr> <tr> <td>Valor</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> </table>	Año	2014	2015	2016	2017	Valor	_____	_____	_____	_____																																			
Año	2014	2015	2016	2017																																										
Valor	_____	_____	_____	_____																																										
<p><b>54 Frecuencia con la que se realiza el cambio de aceite (¿Cuántas veces al mes?)</b></p> <p><input type="text"/></p>	<p><b>67 Cantidad promedio de inventario que dispone en el local.</b></p> <table border="1"> <tr> <td>Año</td> <td>2014</td> <td>2015</td> <td>2016</td> <td>2017</td> </tr> <tr> <td>Cantidad</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> </table>	Año	2014	2015	2016	2017	Cantidad	_____	_____	_____	_____																																			
Año	2014	2015	2016	2017																																										
Cantidad	_____	_____	_____	_____																																										
<p><b>55 Frecuencia con la que se realiza el mantenimiento (¿Cuántas veces al año?)</b></p> <p><input type="text"/></p>	<p><b>68 ¿Cuántas horas por Carga destina al descargo de productos?</b></p> <p><input type="text"/></p>																																													
<p><b>56 ¿Cuántos días realiza recorridos a domicilio por semana?</b></p> <p><input type="text"/></p>	<p><b>69 ¿Cuánto tiempo se demora en atención por cliente?</b></p> <p><input type="text"/> Minutos</p>																																													



**70 ¿Cuánto paga por sueldos? (personal administrativo)**

Año	2014	2015	2016	2017
Valor	_____	_____	_____	_____

**71 El local que utiliza es:**

Arrendado

Propio  Pase preg73

**72 ¿Valor que cancela por alquiler mensual? Pase Preg74**

Año	2014	2015	2016	2017
Valor	_____	_____	_____	_____

**73 Valor que se cancela por concepto de predio**

Año	2014	2015	2016	2017
Valor	_____	_____	_____	_____

**74 Costo de servicios básicos: Agua**

	2014	2015	2016	2017
Agua	_____	_____	_____	_____
Luz	_____	_____	_____	_____
Teléfono	_____	_____	_____	_____

**75 Sueldo mensual del personal de almacenamiento**

Año	2014	2015	2016	2017
Valor	_____	_____	_____	_____

**76 Dispone de seguro de la mercadería**

si

no  Pase Preg78

**77 Gastos de seguro de la mercadería**

Año	2014	2015	2016	2017
Valor	_____	_____	_____	_____

**78 Cantidad de productos adquiridos semanalmente**

Año	2014	2015	2016	2017
Cantidad	_____	_____	_____	_____

**79 Cantidad de productos vendidos semanalmente**

Año	2014	2015	2016	2017
Cantidad	_____	_____	_____	_____

**80 Cantidad mínima de pedido al proveedor**

\_\_\_\_\_

**81 Cantidad máxima de pedido al proveedor**

\_\_\_\_\_

**82 Lote máximo de venta**

\_\_\_\_\_

Razón:

**83 Tiempo de demora realización de pedidos (días)**

\_\_\_\_\_

**84 Tiempo de demora de entrega de pedidos realizados(días)**

\_\_\_\_\_

**85 Frecuencia de reabastecimiento semanal**

\_\_\_\_\_

**86 Número de Proveedores**

\_\_\_\_\_

**87 Número de clientes por semana**

\_\_\_\_\_

**88 Inversión Inicial realizada en el negocio**

\_\_\_\_\_

**89 Precio por cilindro (sin gas)**

\_\_\_\_\_

**90 Cantidad de cilindros propios que posee.**

\_\_\_\_\_

**GRACIAS**

Fecha: Día \_\_\_\_\_ Mes \_\_\_\_\_