



FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

---

“DISEÑO DE OPTIMIZACIÓN DE RUTAS DE TRANSPORTE TSP Y PLAN DE ACCIÓN PARA INCREMENTAR LA RENTABILIDAD DE PERÚ GLP S.A.C. TRUJILLO”

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero Industrial**

**Autores:**

Gustavo Anselmo Prada Cuadra  
William Yrvin Paredes Torres

**Asesor:**

Mg. Santiago Javez Valladares

Trujillo – Perú  
2017

## APROBACIÓN DE LA TESIS

El (La) asesor(a) y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por el (la) Bachiller **Gustavo Anselmo Padra Cuadra y William Yrvin Paredes Torres**, denominada:

### **“DISEÑO DE OPTIMIZACIÓN DE RUTAS DE TRANSPORTE Y PLAN DE ACCIÓN PARA INCREMENTAR LA RENTABILIDAD DE PERÚ GLP S.A.C”**

---

Ing. Santos Santiago Javez Valladares  
**ASESOR**

---

Ing. Willy Roberto Mantilla Correa  
**JURADO  
PRESIDENTE**

---

Ing. Patty Aguilar Ticona  
**JURADO**

---

Ing. Edwin Huber Cuadros Camposano  
**JURADO**

## DEDICATORIA

A mis padres por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo, todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

A mi abuela Martina Rodríguez (QEPD), a mi tía Violeta Cuadra (QEPD), a mi tía Zonia Cuadra, a mi tío Orlando Cuadra y a mi prima hermana Yelka López, por quererme y apoyarme siempre, esto también se lo debo a ustedes.

A todos mis amigos de la universidad, que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y que hasta ahora, seguimos siendo amigos.

Prada Cuadra, Gustavo

A mis padres Olga y William por enseñarme el valor del esfuerzo y a mis hermanos por su apoyo incondicional.

A mi abuela, que siempre me hizo sentir orgulloso de quien era y de lo que podía lograr.

A mi hija Ariana Romina por su comprensión en mis múltiples ausencias y cuando su padre estudiaba estudiando, con su silencio un apoyo formidable.

A Rosita Oclocho quien detrás de todo esto fue la gran impulsadora de este logro, quien me ayudo a tomar las riendas de cada decisión tomada sin mirar atrás y con la confianza de no equivocarse.

Paredes Torres, William

## AGRADECIMIENTO

Le damos gracias a Dios por ser la esencia de nuestra vida, por otro lado, a nuestros padres porque permanecen de una u otra manera con nosotros, además a nuestro asesor Santiago Javez Valladares, por sus amplios conocimientos brindados en una rama poco explorada.

Quisiera hacer extensiva nuestra gratitud a nuestros compañeros del Departamento de Ingeniería y, especialmente a la promoción por su amistad y colaboración.

Un agradecimiento muy especial merece la comprensión, paciencia y el ánimo recibidos de nuestras familias y amigos.

A todos ellos, muchas gracias.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>APROBACIÓN DE LA TESIS.....</b>	<b>II</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>III</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>IV</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS .....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>7</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>8</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS .....</b>	<b>9</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>12</b>
1.1. Realidad problemática .....	12
1.2. Formulación del problema.....	14
1.3. Justificación.....	14
1.4. Limitaciones .....	14
1.5. Objetivos .....	15
1.5.1. <i>Objetivo General</i> .....	15
1.5.2. <i>Objetivos Específicos</i> .....	15
<b>CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>16</b>
2.1. Antecedentes .....	16
2.2. Bases Teóricas .....	18
2.2.1. <i>Investigación de operaciones</i> .....	18
2.2.2. <i>Método de transporte</i> .....	21
2.2.3. <i>Proceso administrativo</i> .....	29
2.2.4. <i>Herramientas de calidad, Pareto</i> .....	32
2.2.5. <i>Plan de acción</i> .....	34
2.2.6. <i>Gestión del costo</i> .....	35
2.2.7. <i>Rentabilidad</i> .....	36
2.3. Definiciones de términos básicos .....	38
<b>CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA.....</b>	<b>41</b>
3.1. Hipótesis .....	41
3.2. Operacionalización de variables .....	42
3.3. Diseño de investigación. ....	43
3.4. Material. ....	43
3.4.1. <i>Unidad de estudio</i> .....	43
3.4.2. <i>Población</i> .....	43
3.4.3. <i>Muestra</i> .....	43
3.5. Métodos. ....	44
3.5.1. <i>Técnicas de recolección de datos y análisis de datos</i> .....	44

<b>CAPÍTULO 4. RESULTADOS</b> .....	<b>45</b>
4.1. Analizar la situación actual de la empresa y generar un diagnóstico con respecto a la operación de despacho de producto.....	51
4.2. Elaborar a través de la Investigación de Operaciones la propuesta de diseño de rutas óptimas de transporte .....	69
4.2.1. <i>La programación se muestra a continuación para las estaciones de servicio (EES)</i> .....	70
4.2.2. <i>La programación se muestra a continuación para las Industrias</i> .....	78
4.3. Elaborar a través de la Gestión de Operaciones la propuesta de diseño de un Plan de Acción para la operación de despacho de producto .....	85
4.3.1. <i>Objetivo general</i> .....	86
4.3.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	86
4.3.3. <i>Estrategias</i> .....	86
4.3.4. <i>Tareas</i> .....	86
4.3.5. <i>Comunicar a los encargados de la recepción del producto el cronograma de despacho</i> .....	91
4.4. Evaluar la rentabilidad de la operación de despacho utilizando el Plan de acción y compararla con la situación actual.....	91
4.4.1. <i>Costos</i> .....	91
4.4.2. <i>Evaluación cuantitativa</i> .....	93
4.4.3. <i>Evaluación de rendimientos</i> .....	94
4.4.4. <i>Situación Actual</i> .....	95
4.4.5. <i>Costos actuales vs costos óptimos</i> .....	96
<b>CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN</b> .....	<b>99</b>
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>101</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>102</b>
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>106</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>108</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operalización de Variables .....	42
Tabla 2 Técnicas de recolección de datos y análisis de datos .....	44
Tabla 3 Detalle de campos del reporte diario .....	47
Tabla 4 Lista de insumos y recursos indispensables para transportar carga por carretera .....	48
Tabla 5 Clientes Perú GLP S.A.C .....	51
Tabla 6 Servicios en estudio mes de Mayo-Setiembre.....	52
Tabla 7 Abastecimientos de combustible a cisterna en el periodo mayo-setiembre 2016.....	53
Tabla 8 Reporte de Costos de mantenimiento y otros en el periodo Mayo-Setiembre 2016 .....	54
Tabla 9 Planilla de remuneraciones PERÚ GLP S.A.C .....	55
Tabla 10 Tabla de kilómetros recorridos de nodo a nodo en las estaciones de servicio .....	58
Tabla 11 Participación del kilometraje recorrido en las estaciones de servicio .....	58
Tabla 12 kilómetros recorridos de nodo a nodo en las industrias.....	59
Tabla 13 Participación del kilometraje recorrido en las industrias .....	59
Tabla 14 Lista de principales causas - D. Ishikawa .....	61
Tabla 15 Lista de criterios de evaluación .....	62
Tabla 16 Escala de calificación .....	62
Tabla 17 Cuadro de resultado de diagrama Ishikawa en empresa Perú GLP .....	63
Tabla 18 Criterios y Calificación Obtenida .....	65
Tabla 19 Resultados de Tabulación Diagrama de Pareto .....	66
Tabla 20 Matriz indicadores de mayor impacto en la empresa PERÚ GLP S.A.C.....	68
Tabla 21 Asignación de variables a las estaciones de servicio .....	70
Tabla 22 Asignación de Kilómetros a las variables a las estaciones de servicio .....	71
Tabla 23 Ruta óptima estaciones de servicios.....	76
Tabla 24 Asignación de variables a las industrias .....	78
Tabla 25 Asignación Kilómetros a las variables a las industrias .....	78
Tabla 26 Ruta óptima industrias.....	83
Tabla 27 Plan de acción - Perú GLP S.A.C .....	85
Tabla 28 Total de horas extras Periodo Mayo-Setiembre 2016 .....	88
Tabla 29 Total de Soles por horas extras en el periodo Mayo - Setiembre 2016.....	88
Tabla 30 Programación de despachos .....	90
Tabla 31 Cantidad de pedidos planificados .....	90
Tabla 32 Costos directos de la operación.....	92
Tabla 33 Distancia recorrida actual.....	93
Tabla 34 Distancia recorrida óptima .....	94
Tabla 35 Rendimientos del camión cisterna .....	94
Tabla 36 Participación de los kilómetros consumidos .....	95
Tabla 37 Galones consumidos EESS / industrias.....	95
Tabla 38 Total de costos directos, Periodo Mayo - Setiembre 2016 .....	96
Tabla 39 Costos directos del plan de acción .....	97
Tabla 40 Total de costos directos del plan de Acción.....	98
Tabla 41 Diferencia de Utilidades Actual / Plan de Acción .....	98

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Método de Transporte.....	21
Figura 2 Forma Tabular Simplex Transporte .....	22
Figura 3 Formulación mediante PLE.....	23
Figura 4 Forma de esquina Noroeste .....	24
Figura 5 Ejemplo Esquina Noroeste .....	25
Figura 6 Solución de esquina Noroeste .....	26
Figura 7 Proceso actual de operaciones, Perú GLP S.A.C .....	46
Figura 8 Distribución de Kilómetros .....	50
Figura 9 Distribución de Kilómetros .....	52
Figura 10 Mapa de Trujillo con la ruta actual de despacho de GLP para Estaciones de Servicio .	56
Figura 11 Mapa de Trujillo con la ruta actual de despacho de GLP para Industrias .....	57
Figura 12 Diagrama de Ishikawa de la empresa Perú GLP S.A.C .....	60
Figura 13 Diagrama de Pareto - Perú GLP .....	67
Figura 14 Reporte LINDO Solución – Estaciones de Servicio .....	75
Figura 15 Ruta Óptima seleccionada – Estaciones de Servicio .....	77
Figura 16 Reporte LINDO Solución– Industrias.....	82
Figura 17 Rutas seleccionadas – Industrias .....	84
Figura 18 Clasificación según cantidad de pedidos.....	87
Figura 19 Clasificación según cantidad de recorrido .....	87
Figura 20 Índice de crecimiento .....	91
Figura 21 Distribución de los costos .....	93



## ÍNDICE DE ANEXOS

### A. Anexos de Instrumentos

Anexo A 1 GUIA DE ENTREVISTA SOBRE EL PROCESO Y LOS PROBLEMAS PRESENTADOS EN LA OPERACIÓN DE TRANSPORTE, DESCARGA DE GLP .....	108
--	-----

### B. Anexos Otros

Anexo B 1 LISTA DE CLIENTES DE LA EMPRESA PERÚ GLP S.A.C .....	109
Anexo B 2 LISTA DE RECORRIDOS .....	110
Anexo B 3 TABULACIÓN DE RESULTADOS ENCUESTA Y VALORARIZACIÓN .....	112
Anexo B 4 FRECUENCIA ACUMULADA, DIAGRAMA DE PARETO .....	114
Anexo B 5 Histórico de horas extras Operarios .....	116

## RESUMEN

La presente tesis tiene como objetivo implementar el método más adecuado de optimización de rutas para una empresa de transporte de Gas Licuado de Petróleo (GLP) con el fin de mejorar su rentabilidad, debido a que, dentro del sector, el tema de optimización lineal de rutas no ha sido explorado ni sustentado de manera contundente en el panorama nacional, como así lo demuestra el análisis de la empresa. Esto contrasta con el hecho de que la distribución de rutas es la operación de ingresos más significativos para las empresas de este sector.

En el marco teórico se analizan los métodos de optimización de rutas mediante teoremas y aplicaciones prácticas, mencionando los fundamentos, restricciones y algoritmos adecuados para el caso de la empresa en estudio. Se encuentra así que la solución propuesta combinará por el lado la herramienta del TSP (Traveling Salesman Problem), la fórmula para hallar el número de rutas necesarias para despachar las cargas de GLP por todo el distrito, mientras que para el macro ruteo se ajustará el método del Agente Viajero (TSP) al caso. De esta manera se adecúa una solución relevante para el problema de la empresa.

En la descripción y diagnóstico, primero se detallan las características principales de la empresa y sus distintas áreas, luego se analiza su estado actual con énfasis en la distribución de rutas. Así, se fundamenta la necesidad de aplicar el método de optimización de rutas, y se propone el enfoque a desarrollar en la solución.

La solución propuesta desarrolla la optimización de rutas en dos modelos: la sectorización de servicios y el modelo de optimización. En la sectorización, se define el detalle del número de rutas necesarias en el distrito, así como los recursos necesarios para ejecutarlas. Se logra reducir en 17% y 15% el número de kilómetros necesarios diariamente para despachar el producto en los distritos.

En el modelo de optimización, se propone una solución adecuada al modelo, mediante la teoría antes revisada y adaptándolo empíricamente a la práctica. De esa manera se reduce el tiempo total de viajes en 20% como base.

En la evaluación económica, se analizan los ingresos y egresos monetarios de la operación. Como resultado, el proyecto obtiene un beneficio de más del 15% en ahorro de costos operativos.

Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones del documento para tener una mejor visión del estudio realizado.

## ABSTRACT

The purpose of this thesis is to implement the most appropriate route optimization method for the Liquefied Petroleum Gas (LPG) gas transport company in order to improve its profitability, due to the fact that within the sector the topic of linear optimization of routes has not been explored or strongly sustained in the national scene, as demonstrated by the analysis of the company. This contrasts with the fact that the distribution of routes is the operation of the most significant revenues for the companies in this sector.

In the theoretical framework, the methods of optimization of routes through theorems and practical applications are analyzed, mentioning the fundamentals, restrictions and algorithms suitable for the case of the company under study. If the solution was combined by the TSP tool side (itinerant vendor problem), the formula for finding the number of routes needed to dispatch LPG loads throughout the district, while for the macro routing the method of the Travel Agent (TSP) to the case. In this way, there is a relevant solution to the problem of the company.

In the description and diagnosis, we first detail the main characteristics of the company and its different areas, then analyze its current state with an emphasis on the distribution of routes. Thus, the need to apply the method of route optimization is based, and the approach of a development in the solution is proposed.

The proposed solution for the optimization of routes in the models: the sectorization of services and the optimization model. In sectorization, it defines the detail of the number of routes needed in the district, as well as the resources necessary to execute them. It is possible to reduce by 17% and 15% the number of kilometers necessary daily to dispatch the product in the districts.

In the optimization model, an adequate solution to the model is proposed, through the theory previously reviewed and empirically adapted to the practice. This reduces the total travel time by 20% as a base.

In the economic evaluation, the income and monetary expenditures of the operation are analyzed. As a result, the project gets a profit of more than 15% in operating cost savings.

Finally, the conclusions and recommendations of the document are presented to have a better view of the study carried out.

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

El GLP es una mezcla de hidrocarburos, compuesta principalmente de propano y butano en diferentes proporciones, la cual puede contener además pequeñas cantidades de polipropileno y butileno.

El GLP tiene uso Doméstico, Agrícola, Comercial e Industrial, a nivel mundial la producción mundial actual de GLP es del orden de los 284 millones de toneladas anuales, de las cuales la mayor parte, unos 50 millones de toneladas, se producen en los Estados Unidos, siendo sus principales usos los de calefacción y cocción de alimentos. Los consumos domésticos son el principal destino del GLP, y representan el 44% del total del consumo mundial. La industria representa el 11%, y el transporte el 9%, entre los sectores de consumo más importantes. (Association, World LPG, 2016)

El mercado regional más grande, compuesto por Asia y Oceanía, tiene a China como su principal consumidor; el consumo en este país asciende aproximadamente al 9% del GLP adquirido a nivel mundial. El segundo mayor consumidor en esta región es Japón con el 7% del consumo mundial. (Association, World LPG, 2016)

El segundo mercado más importante se encuentra conformado por Estados Unidos y Canadá. Este mercado regional era, hasta hace algunos años, el mercado más grande; sin embargo, fue desplazado por Asia y Oceanía, debido a la gran expansión que han experimentado los países en esta región, especialmente China, y al hecho que en los últimos años la economía norteamericana ha sufrido una importante crisis, la cual ha impactado en el consumo del GLP. (Association, World LPG, 2016)

El GLP es producido a partir del petróleo crudo y el gas natural, en este sentido, su precio está influenciado por la cotización de ambas materias primas.

El precio que los consumidores finales de GLP pagan, depende de diversos factores; como se explicó, en el primer nivel de la cadena de comercialización este precio se encuentra relacionado con los precios internacionales y la aplicación del FEPC (Fiscalización fondo de estabilización de precios de combustible). Otro elemento a considerar es la carga tributaria que es aplicada sobre el GLP, actualmente, en la comercialización de este producto sólo se aplica el Impuesto General a las Ventas (IGV) a diferencia de otros combustibles líquidos a los que se les aplica otros impuestos adicionalmente.

Según OSINERGMIN, la composición de la demanda interna en sentido geográfico, teniendo en cuenta las ventas de los productores e importadores a plantas envasadoras, gasocentros, consumidores directos y distribuidores a granel, se concluye que el 64% del total de GLP se comercializan en el área de influencia de Lima Metropolitana, 20% en el norte del Perú, y en menor medida las zonas sur y centro, siendo el oriente peruano el área donde menos se comercializa el GLP. (Osinergmin, 2013)

La cadena de comercialización del GLP está conformada por todos los agentes que realizan las actividades que se requieren para que el GLP llegue a los consumidores finales; estas actividades son importar, producir, almacenar, envasar, transportar y expender dicho producto.

En cuanto al trabajo de investigación se trabajará con la empresa PERÚ GLP SAC dedicada a Transportar GLP.

La empresa PERÚ GLP S.A.C surge de la fusión de dos empresas JEVARO SAC y TRANSPORTES SUR PERÚ S.A.C, es fundada en Marzo 2014, estas dos empresas juntas cuentan con más de 15 años de experiencia en el mercado local, siempre dedicados íntegramente en el rubro de transporte de carga pesada (hidrocarburos y combustibles), caracterizada por la seguridad, puntualidad, honestidad y rapidez con la que estamos acostumbrados a trabajar, cualidades que son nuestra carta de presentación.

El servicio que brinda la empresa esta sostenida en su flota vehicular compuesta por tractos camiones y camiones, con los cuales se trasladan materiales combustibles(hidrocarburos y GLP, desde y hacia los diferentes destinos según los requerimientos solicitados por los clientes, sin embargo, en la actualidad no se cuenta con una asignación y programación adecuada de carga y descarga, procurando simplemente dar atención a cada pedido, según se requiera en el día, lo que produce que la decisión de las rutas de entrega de pedidos las toman las personas encargadas de la unidad dando como consecuencia pérdida de tiempo y gasto de combustible en las unidades.

Diariamente los Operadores y transportistas invierten horas de trabajo que exceden a las determinadas por la ley, de modo que se convierten en horas extras todo el exceso de horas que se suman al mes por cada uno de los trabajadores, tomando en cuenta que los vehículos cisterna cuentan con 1 Operador y Transportistas por cada unidad, horas extras acumuladas por todos durante el periodo analizado.

Por otro lado, tener efectos personales a nivel de los colaboradores (como por ejemplo fatiga y enfermedad) tiene repercusiones en la operación por trabajar un número de horas más allá de lo planificado. Y a nivel de costos de la operación.

Asimismo, es necesario planificar dado el incremento de clientes el abastecimiento adecuado de las unidades para evitar demoras en los tiempos de entrega.

Por lo que se plantea la propuesta de un diseño de optimización de rutas de transporte a través de la herramienta TSP (Traveling Salesman Problem) permitirá incrementar la rentabilidad de la empresa Perú GLP S.A.C.

## **1.2. Formulación del problema**

¿De qué manera impacta la propuesta del diseño de optimización de rutas de transporte TSP y el plan de acción en el incremento de la rentabilidad de Perú GLP S.A.C. Trujillo?

## **1.3. Justificación**

El presente estudio de investigación se justifica teóricamente porque pretende conocer la situación actual del proceso de transporte y poder de esa manera generar una propuesta de diseño de rutas óptimas TSP y elaboración de un plan de acción.

Asimismo, presenta también una justificación práctica al permitir solucionar a la empresa en estudio el problema de transporte e incrementar la rentabilidad, del mismo modo metodológicamente pues la manera como se aborda esta investigación servirá como referencia a empresarios que buscan determinar una relación existente entre un diseño de rutas óptimas TSP y plan de acción para la mejora en el proceso de despacho, en este caso como medio para incrementar la rentabilidad.

## **1.4. Limitaciones**

- Resistencia a la implementación de un modelo de gestión por parte del personal en la empresa.
- Falta de cultura de gestión de rutas de transporte.
- No flexibilidad, por parte de los clientes, por compartir información requerida.
- Desconocimiento del uso del programa Excel y Promodel con el software Lingo.

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo General**

Diseñar las rutas óptimas de transporte TSP y el Plan de Acción para incrementar la rentabilidad de la empresa PERÚ GLP S.A.C. Trujillo.

### **1.5.2. Objetivos Específicos**

- Analizar la situación actual de la empresa y generar un diagnostico con respecto a la operación de despacho de producto.
- Elaborar a través de la Investigación de Operaciones la propuesta de diseño de rutas óptimas de transporte
- Elaborar a través de la Gestión de Operaciones la propuesta de diseño de un Plan de Acción para la operación de despacho de producto
- Evaluar la rentabilidad de la operación de despacho utilizando el Plan de acción y compararla con la situación actual.

## CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

#### Nacionales

(Lugo Oré, 2012) en la ciudad de Lima, en una tesis para título en Ingeniería Industrial sustentó un trabajo de investigación titulado **“OPTIMIZACIÓN DE RUTAS EN LA DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS DE BELLEZA”**, motivo de optar por el título de Ingeniero Industrial de la Pontificia Universidad Católica del Perú en el año 2012 en la ciudad de Lima-Perú; este estudio a través de 5 capítulos, demuestra que la aplicación de algoritmos en un caso real tal como las rutas de distribución de productos de belleza, para las zonas de San Juan de Miraflores y Villa María del Triunfo, es posible debido a que se obtiene una óptima distribución de las rutas para ambas zonas.

(Carbonel Namay, 2015) en la ciudad de Trujillo, en una tesis para el título de Ingeniería Industrial sustentó un trabajo de investigación titulado **“MODELO MATEMÁTICO DE PLANIFICACIÓN DE RUTAS PARA MINIMIZAR LOS COSTOS DEL REPARTO DE LA EMPRESA SAN ISIDRO LABRADOR S.R.L. EN EL AÑO 2015”**, motivo de optar por el título de Ingeniero Industrial de la Universidad Cesar Vallejo en el año 2015 en la ciudad de Trujillo-Perú; este estudio buscó planificar las rutas de reparto de carga a través de un modelo matemático para minimizar los costos del reparto de cargas. El estudio se aplicó por muestreo de poblaciones finitas, realizándose un estudio pre test y post test, a quienes se aplicó un cuestionario que mide la satisfacción de la calidad del servicio de reparto, luego se procedió mapear a los clientes insatisfechos en Google MAPS y medir las distancias entre nodos obteniendo la zonificación de 5 clústeres por cercanía de puntos y se desarrolló el modelo matemático de algoritmo de pétalos en LINGO System siendo la función objetivo minimizar los costos del reparto de carga.



### **Internacionales**

(Vázquez, 2012) En la ciudad de Madrid, España, en una tesis para el título de Master en Ingeniería de Sistemas y Control sustentó un trabajo de investigación titulado **“PLANIFICACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE FLOTAS DE VEHÍCULOS PARA LA RECOGIDA DE RESIDUOS URBANOS”**, el objetivo optimizar todas las rutas de recogida de cada vehículo, de manera que se recorra el menor número de kilómetros posible. El entorno es la Provincia de Huelva, donde la Mancomunidad de Servicios (MAS) tiene actualmente esta responsabilidad en la mayoría de los núcleos de población onubenses. Los vehículos de recogida se organizan en Bases de Vehículos con responsabilidad en un conjunto de núcleos de población claramente definido. Los vehículos de recogida vuelcan su contenido en las Estaciones de Transferencia para estar en condiciones de iniciar un nuevo servicio. Se ha utilizado un planteamiento basado en la Programación Lineal Entera Mixta (MILP) utilizando el software de IBM CPLEX Studio.

## 2.2. Bases Teóricas

### 2.2.1. Investigación de operaciones

En esta disciplina se destacan las siguientes características esenciales:

- Una fuerte orientación a Teoría de Sistemas,
- La participación de equipos interdisciplinarios,
- La aplicación del método científico en apoyo a la toma de decisiones.

En base a estas propiedades, una posible definición es: La Investigación Operativa es la aplicación del método científico por equipos interdisciplinarios a problemas que comprenden el control y gestión de sistemas organizados (hombre- máquina); con el objetivo de encontrar soluciones que sirvan mejor a los propósitos del sistema (u organización) como un todo, enmarcados en procesos de toma de decisiones.

La Investigación Operativa es la aplicación del método científico a un mismo problema por diversas ciencias y técnicas, en apoyo a la selección de soluciones, en lo posible óptimas. (Taha, 2015)

Podemos considerar la situación como un problema de toma de decisiones, cuya solución requiere responder tres preguntas:

1. ¿Cuáles son las alternativas de decisión?
2. ¿Conforme a qué restricciones se toma la decisión?
3. ¿Cuál es el criterio objetivo apropiado para evaluar las alternativas? (Taha, 2015)

#### Problema de optimización

El problema de optimización consiste en determinar el valor óptimo (valor máximo o valor mínimo) que una función asume sobre los elementos de un conjunto dado.

De un modo preciso, dados un conjunto ( $X$ ) y una función que asigna a cada "x" de "X" un valor numérico  $f(x)$ , se desea, para el caso de máximo, encontrar  $x_0$  de  $X$  que cumpla la condición:

$$f(x) \leq f(x_0) \text{ Para todo } x \text{ de } x$$

Y para el caso de mínimo, un  $x_1$  de  $x$  que cumpla:

$$f(x_1) \leq f(x) \text{ Para todo } x \text{ de } x$$

En forma abreviada se escribe,  $f(x_0) = \text{Max } f(x)$ ,  $f(x_1) = \text{Min } f(X)$

Los elementos del conjunto  $(x)$  representan los recursos del problema  $f(x)$  y puede ser considerado como el valor del recurso  $(x)$ , por ejemplo, es un costo, un tiempo, una cantidad de producción, etc. A la función  $f(x)$  se le denomina función objetivo.

Frecuentemente, el conjunto “ $x$ ” se especifica mediante restricciones, que determinan sus elementos, y algoritmos o reglas, que describen cómo obtener elementos de “ $x$ ”.

Es posible que el problema no tenga soluciones, porque el conjunto  $(x)$  no tiene elementos o porque la función  $f(x)$  no puede tomar un valor máximo o mínimo.

### **Modelo de programación matemática**

Como indica (Kong, 2010) en su libro “Investigación de Operaciones”, para resolver un problema de optimización primero se formula un modelo del problema mediante un problema matemático y luego se resuelve el programa matemático.

A partir de la definición o enunciado del problema, los pasos que usualmente se aplican para la formulación o propuesta del modelo son las siguientes:

- Se identifican la cantidad o variable de salida que se desea optimizar y las variables de decisión o de entrada  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , de las que depende y se expresa la primera como una función matemática de las últimas.
- Se determinan las condiciones, requisitos y limitaciones y se expresan mediante restricciones matemáticas que se imponen a las variables de decisión.
- Se incluyen condiciones adicionales que no aparecen de manera explícita pero que deben cumplirse en el problema real, por ejemplo, si algunas variables de decisión han de tomar valores iguales a cero, o si deben tener valores enteros.

Una vez obtenido el modelo del programa matemático se procede a resolverlo aplicando los métodos y técnicas de optimización; esto es, hallar el valor óptimo, si existe, y una solución óptima, o algunos valores en los cuales las variables de decisión proporcionan el valor óptimo.

## Algoritmos de optimización de rutas

Un problema de ruteo de vehículos consiste en determinar el conjunto de rutas de costo mínimo que inicien y terminen en los centros de carga y descarga de material (y viceversa), visitando todos los puntos relevantes para el funcionamiento del sistema. Las características de clientes, depósitos y vehículos, así como otras restricciones operativas sobre las rutas generan distintas variantes del sistema e incrementan a la complejidad del mismo.

### - **Clientes**

Los clientes tienen una demanda que busca ser satisfecha por el servicio, esta es expresada físicamente en espacio dentro del vehículo de transporte, lo cual limita el transporte a más de un viaje, pues usualmente en un solo viaje no es posible cargar toda la demanda del cliente. Las restricciones más importantes respecto a clientes son: el número de veces que se visita al cliente, el horario en que se puede recoger el bien del cliente, en caso sea restrictivo, y la limitación de vehículos para la visita de los clientes. Este último, por ejemplo, se aplica en el caso de rutas con vehículos asignados a cada una, lo cual limita el transporte de vehículos a ciertos clientes únicamente.

### - **Vehículos**

Los vehículos se manejan en base a su capacidad máxima de almacenamiento. Pueden ser clasificados por peso y volumen. En general, cada vehículo tiene asociado un costo fijo en el que se incurre al utilizarlo y un costo variable proporcional a la distancia que recorre.

En el caso de que los atributos sean los mismos para todos los vehículos se le llama flota homogénea, mientras que cuando hay diferencias, se llama flota heterogénea. La cantidad de vehículos disponibles podría ser una variable de entrada o una variable de decisión. El objetivo más usual suele ser utilizar la cantidad mínima de vehículos y minimizar la distancia recorrida suele encontrarse en segundo lugar.

En general se asume que cada vehículo recorre una sola ruta en el período de planificación.

### 2.2.2. Método de transporte

El problema general del transporte se refiere a la distribución de mercancía desde cualquier conjunto de centro de suministro, denominados orígenes (fuentes), hasta cualquier conjunto de centros de recepción, llamados destinos, de tal FORMA que se minimicen los costos totales de distribución. Cada origen tiene que distribuir ciertas unidades a los destinos y cada destino tiene cierta demanda de unidades que deben recibir de los orígenes. (Hillier, y otros, 2010)

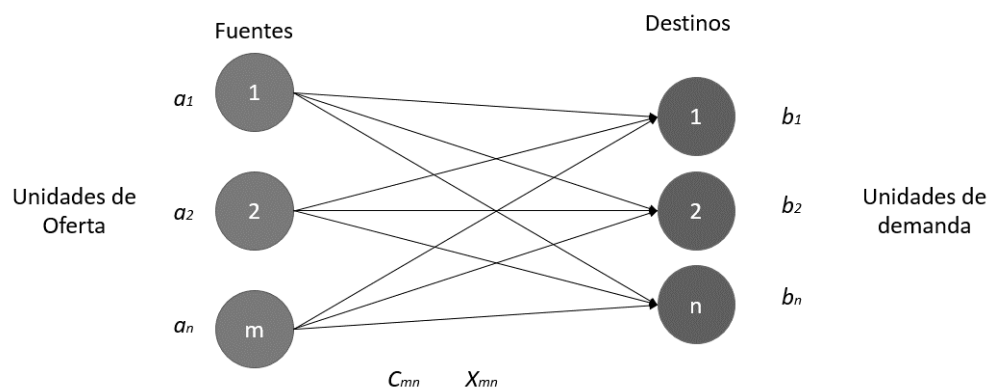


Figura 1 Método de Transporte

Fuente: (Hillier, y otros, 2010)

Adicionalmente, se tienen varios supuestos:

- Supuesto de requerimientos: cada origen tiene un suministro fijo de unidades que se deben distribuir por completo entre los destinos.
- Supuesto de costo: el costo de distribuir unidades de un origen a un destino cualquiera es directamente proporcional al número de unidades distribuidas.
- Propiedad de soluciones factibles: un problema de transporte tiene soluciones factibles si y sólo si la sumatoria de recursos en los  $m$  orígenes es igual a la sumatoria de demandas en los destinos.
- Propiedad de soluciones enteras: En los casos en los que tanto los recursos como las demandas toman un valor entero, todas las variables básicas (asignaciones), de cualquiera de las soluciones básicas factibles (inclusive la solución óptima), asumen también valores enteros.

		<i>Destino</i>				Recursos	$U_i$
		1	2	...	n		
<i>Origen</i>	1	$c_{11}$	$c_{12}$	...	$c_{1n}$	$s_1$	
	2	$c_{21}$	$c_{22}$	...	$c_{2n}$	$s_2$	
	...	...	...	...	...	...	
	m	$c_{m1}$	$c_{m2}$	...	$c_{mn}$	$s_m$	
Demanda		$d_1$	$d_2$	...	$d_n$	$Z =$	
$v_j$							

Figura 2 Forma Tabular Simplex Transporte

Fuente: (Transporte, 2015)

Debido a la particularidad del modelo de transporte la FORMA tabular Simplex adquiere una estructura que facilita el proceso de asignación a las variables básicas.

Después de planteado el modelo de transporte, el siguiente paso es obtener una solución básica factible, la cual se puede obtener a partir de cualquiera de los 3 criterios siguientes:

- Regla de la esquina noroeste.
- Método de la ruta preferente.
- Método de aproximación de Vogel

(Hillier, y otros, 2010)

#### a. El problema del agente viajero (TSP)

(Miller, y otros, 1960) El problema del Agente Viajero trata de un solo vehículo que debe visitar a todos los clientes en una sola ruta y a costo mínimo. No suele haber un depósito (y si lo hubiera no se distingue de los clientes), no hay demanda asociada a los clientes ni restricciones temporales. El problema puede formularse como:

$$\begin{aligned}
 & \min \sum_{i=0}^n \sum_{j \neq i, j=0}^n c_{ij} x_{ij} \\
 & 0 \leq x_{ij} \leq 1 \quad i, j = 0, \dots, n \\
 & x_{ij} \text{ integer} \quad i, j = 0, \dots, n \\
 & \sum_{i=0, i \neq j}^n x_{ij} = 1 \quad j = 0, \dots, n \\
 & \sum_{j=0, j \neq i}^n x_{ij} = 1 \quad i = 1, \dots, n \\
 & u_i - u_j + n x_{ij} \leq n - 1 \quad 1 \leq i \neq j \leq n.
 \end{aligned}$$

Figura 3 Formulación mediante PLE

Fuente: (Miller, y otros, 1960)

El primer conjunto de igualdades asegura que cada ciudad  $0, \dots, n$  de salida llegue exactamente a una ciudad, y el segundo conjunto de igualdades aseguran que desde cada ciudad  $1, \dots, n$  se salga exactamente hacia una ciudad (ambas restricciones también implican que exista exactamente una salida desde la ciudad 0.) La última restricción obliga a que un solo camino cubra todas las ciudades y no dos o más caminos disjuntos cubran conjuntamente todas las ciudades. Para probar esto se muestra en (1) que toda solución factible contiene solamente una secuencia cerrada de ciudades, y en (2) que para cada uno de los recorridos que cubren todas las ciudades, hay valores para todas las variables  $u_i$  que satisfacen las restricciones.

La mayor parte de los problemas de ruteo de vehículos son generalizaciones del TSP. Por ello, este puede considerarse el problema de ruteo de vehículos más simple. No obstante, pertenece a la clase de problemas NP-Hard<sup>8</sup> y es uno de los problemas de optimización combinatoria más clásico y difundido.

#### b. Método de la esquina noroeste

Se parte por esbozar en forma matricial el problema, es decir, filas que representen fuentes y columnas que representen destinos, luego el algoritmo debe de iniciar en la celda, ruta o esquina Noroeste de la tabla (esquina superior izquierda).

		DESTINOS			
		Esquina Noroeste			
FUENTES					

Figura 4 Forma de esquina Noroeste

Fuente: (Transporte, 2015)

**PASO 1:**

En la celda seleccionada como esquina Noroeste se debe asignar la máxima cantidad de unidades posibles, cantidad que se ve restringida ya sea por las restricciones de oferta o de demanda. En este mismo paso se procede a ajustar la oferta y demanda de la fila y columna afectada, restándole la cantidad asignada a la celda.

**PASO 2:**

En este paso se procede a eliminar la fila o destino cuya oferta o demanda sea 0 después del "Paso 1", si dado el caso ambas son cero arbitrariamente se elige cual eliminar y la restante se deja con demanda u oferta cero (0) según sea el caso.

**PASO 3:**

Una vez en este paso existen dos posibilidades, la primera que quede un solo renglón o columna, si este es el caso se ha llegado al final el método, "detenerse".

La segunda es que quede más de un renglón o columna, si este es el caso iniciar nuevamente el "Paso 1".

**Ejemplo del método de la esquina noroeste**

Por medio de este método resolveremos el problema de transporte propuesto y resuelto en módulos anteriores mediante programación lineal.



### El problema

Una empresa energética colombiana dispone de cuatro plantas de generación para satisfacer la demanda diaria eléctrica en cuatro ciudades, Cali, Bogotá, Medellín y Barranquilla. Las plantas 1, 2, 3 y 4 pueden satisfacer 80, 30, 60 y 45 millones de KW al día respectivamente. Las necesidades de las ciudades de Cali, Bogotá, Medellín y Barranquilla son de 70, 40, 70 y 35 millones de KW al día respectivamente.

Los costos asociados al envío de suministro energético por cada millón de KW entre cada planta y cada ciudad son los registrados en la siguiente tabla.

	Cali	Bogotá	Medellín	Barranquilla
Planta 1	5	2	7	3
Planta 2	3	6	6	1
Planta 3	6	1	2	4
Planta 4	4	3	6	6

Figura 5 Ejemplo Esquina Noroeste

Fuente: (Transporte, 2015)

Formule un modelo de programación lineal que permita satisfacer las necesidades de todas las ciudades al tiempo que minimice los costos asociados al transporte.

### SOLUCIÓN PASO A PASO

Ahora la cantidad asignada a la esquina noroeste es restada a la demanda de Cali y a la oferta de la "Planta 1", en un procedimiento muy lógico. Dado que la demanda de Cali una vez restada la cantidad asignada es cero (0), se procede a eliminar la columna. El proceso de asignación nuevamente se repite.

Continuamos con las iteraciones.

En este caso nos encontramos frente a la elección de la fila o columna a eliminar (tachar), sin embargo, podemos utilizar un criterio mediante el cual eliminemos la fila o columna que presente los costos más elevados. En este caso la "Planta 2".

Nueva iteración.

Una vez finalizada esta asignación, se elimina la "Planta 3" que ya ha sido satisfecha con la asignación de 60 unidades, por ende, nos queda una sola fila a la cual le asignamos las unidades estrictamente requeridas y hemos finalizado el método.

El cuadro de las asignaciones (que debemos desarrollarlo paralelamente) queda así:

Los costos asociados a la distribución son:

Variable de decisión	Actividad de la variable	Costo x Unidad	Contribución Total
$X_{1,1}$	70	5	350
$X_{1,2}$	10	2	20
$X_{1,3}$	0	7	0
$X_{1,4}$	0	3	0
$X_{2,1}$	0	3	0
$X_{2,2}$	30	6	180
$X_{2,3}$	0	6	0
$X_{2,4}$	0	1	0
$X_{3,1}$	0	6	0
$X_{3,2}$	0	1	0
$X_{3,3}$	60	2	120
$X_{3,4}$	0	4	0
$X_{4,1}$	0	4	0
$X_{4,2}$	0	3	0
$X_{4,3}$	10	6	60
$X_{4,4}$	35	6	210
<b>TOTAL</b>			<b>940</b>

Figura 6 Solución de esquina Noroeste

El costo total es evidentemente superior al obtenido mediante Programación Lineal y el Método de Aproximación de Vogel, lo cual demuestra lo enunciado en la descripción del algoritmo que cita que no obtiene siempre la mejor solución, sin embargo presenta un cumplimiento de todas las restricciones y una rapidez de elaboración, lo cual es una

ventaja en problemas con innumerables fuentes y destinos en los cuales no nos importe más que satisfacer las restricciones. (Transporte, 2015)

### c. Método de la ruta preferente

Se trata de un modelo de red (debido a la forma de diagrama de red usado para su representación), donde cada arco o rama que une dos nodos (elementos) que forman dicha red, viene caracterizado por un valor que representa la distancia (costo o tiempo) desde el nodo origen hasta el nodo destino. Si denominamos ruta o camino, a cualquier secuencia de arcos que conecte el nodo origen con el destino, la resolución consiste en encontrar la más corta posible.

Usualmente los arcos no están orientados, es decir, se permite el tráfico en ambos sentidos, salvo que se indique lo contrario (por ejemplo, en una calle de dirección Juan Jesús Bernal García, Soledad M. Martínez María-Dolores, Juan Francisco Sánchez García 4 XIII Jornadas de ASEPUMA prohibida), e incluso podría asignársele distinto coste en un sentido que en otro (debido, por ejemplo, a una diferente densidad de tráfico).

Como puede plantearse la ruta más corta entre cualesquiera nodos de la red, la forma de especificar el origen y el destino concreto a analizar, es asignando a éstos los valores +1 y -1 respectivamente; indicando que existe conexión entre dos nodos determinados mediante un 1, y 0 en caso contrario. A continuación, colocamos en una tabla los productos entre los valores de la distancia entre los distintos nodos y los correspondientes unos. La suma total de estos productos, será la función objetivo que proporciona la distancia total a recorrer y es la que debemos minimizar. En este caso las soluciones sólo pueden ser 0 o 1, lo que significa elegir la rama en cuestión para formar parte de la ruta óptima, o no respectivamente (Taha, 2015).

### d. Método de aproximación de Vogel

Una Aproximación es una representación inexacta que, sin embargo, es suficientemente fiel como para ser útil. Aunque en matemáticas la aproximación típicamente se aplica a números, también puede aplicarse a objetos tales como las funciones matemáticas, figuras geométricas o leyes físicas. Por otra parte, existen problemas que son demasiado complejos para resolverse analíticamente, o bien imposibles de resolver con las herramientas disponibles. En estos casos, una aproximación puede arrojar una solución suficientemente exacta, reduciendo significativamente la complejidad del problema y el costo de su solución.

El método de aproximación de Vogel es un método heurístico (se basan en hallar una solución de calidad aceptable mediante la exploración de una parte del universo de

todas soluciones posibles) de resolución de problemas de transporte capaz de alcanzar una solución básica no artificial de inicio, este modelo requiere de la realización de un número generalmente mayor de iteraciones que los demás métodos heurísticos existentes con este fin, sin embargo produce mejores resultados iniciales que los mismos.

Este método punta al análisis de los costos de transporte, tanto de materias primas como de productos terminados.

El modelo se utiliza para ayudar a la toma de decisiones en la realización de actividades como: control de inventarios, flujo de efectivo, programación de niveles de reservas en prensas entre otras. Este método es heurístico y suele producir una mejor solución inicial, produce una solución inicial óptima, o próxima al nivel óptimo.

Este método requiere mayor esfuerzo que el método de la Esquina Noreste, pero conduce a una solución inicial bastante mejor, pues tiene en cuenta la in formación de los costes de transporte a través de penalizaciones de fila y columna, que representan el posible coste de penalización que se obtendría por no situar unidades a transportar en una determinada posición.

El método consiste en la realización de un algoritmo que consta de 3 pasos fundamentales y 1 más que asegura el ciclo hasta la culminación del método.

#### PASO 1

Identificar en cada fila y columna los dos costos más bajos o menores, posteriormente se restan entre si dichos valores y a ese resultado lo llamamos "PENALIZACION". (El valor de la penalización siempre es positivo dado que se resta el valor mayor menos el menor).

#### PASO 2

Identificar la fila o columna con la mayor penalización, es decir que de la resta realizada en el "Paso 1" se debe escoger el número mayor de manera general. En caso de haber empate, se debe escoger arbitrariamente (a juicio personal).

#### PASO 3

La fila o columna de mayor penalización determinada en el paso anterior, debemos de identificar la celda con el menor costo, y en esta asignar la mayor cantidad posible que cumpla con las condiciones de demanda y disponibilidad. Una vez se realiza este paso una oferta o demanda quedará satisfecha por ende reducimos la tabla sombreando las columnas o filas satisfechas (en caso de haber empate solo se tachara 1, la restante o

no satisfecha quedará con oferta o demanda igual a la diferencia.) en adelante repetir el proceso desde el paso 1.

Para tener en cuenta si durante el desarrollo de este paso se presentan dos penalizaciones iguales de grandes y nos asalta un interrogante. ¿Cuál columna o fila elegir? Debemos analizar las dos por separado; es decir primero reglón y luego columna al realizar el comparativo del costo total elegimos o gana la opción que nos ofrezca el mínimo costo.

Para calcular el costo total de distribución (z): sumamos el producto de las multiplicaciones (se multiplica las casillas que quedaron con unidades máximas asignadas por el costo unitario - valores anotados dentro de la misma).

#### PASO 4: DE CICLO Y EXCEPCIONES.

- Si queda sin tachar exactamente una fila o columna con cero ofertas o demanda, detenerse.

Si queda sin tachar una fila o columna con oferta o demanda positiva, determine las variables básicas en la fila o columna con el método de costos mínimos, detenerse.

- Si todas las filas y columnas que no se tacharon tienen cero oferta y demanda, determine las variables básicas cero por el método del costo mínimo, detenerse.

- Si no se presenta ninguno de los casos anteriores vuelva al paso 1 hasta que las ofertas y las demandas se hayan agotado. (Yaneiros Blogspot, 2015)

### 2.2.3. Proceso administrativo

#### Definición

La administración, como ciencia, exige en su desarrollo teórico y práctico un estilo de pensamiento sistematizado, con bases sólidas en la investigación y en la elaboración de sus teorías, que rompa con sistemas rutinarios e improvisaciones por parte de quien la práctica. Éstas son algunas de las características de la administración que da como resultado el uso de la herramienta más importante que pudo haber adoptado el administrador en su práctica: el método científico, y con ello, la creación de una verdadera estructura de trabajo adecuada a su particular forma de ser: el proceso administrativo.

El proceso administrativo ha sido un modelo a seguir durante generaciones, el cual fue desarrollado y utilizado a finales del siglo XIX y principios del XX por Henry Fayol, y a partir de ese momento se le ha identificado como la estructura básica de la práctica administrativa,

otorgándole a ésta una capacidad de abstracción más amplia y la posibilidad de generar conceptos teóricos cada vez más particularizados a las necesidades de las organizaciones, siendo también un modelo con el cual se estandariza la función del administrador.

El proceso administrativo se define como una consecución de fases o etapas a través de las cuales se lleva a cabo la práctica administrativa. Algunos autores que estudian dicho proceso lo han dividido de acuerdo con su criterio en tres, cuatro, cinco o seis etapas, pero sólo se refieren al grado de análisis del proceso, ya que el contenido es el mismo que manejan todos. Por eso, en la actualidad, la división cuadripartita, de cuatro fases, es la más aceptada universalmente: planeación, organización, dirección y control.

Considerando la importancia de este instrumento, mencionaremos algunas características del proceso administrativo:

- a) El proceso administrativo está formado por un conjunto de fases o pasos de manera cíclica, es decir, el fin se convierte de nuevo en el principio de la tarea administrativa.
- b) Una de las principales observaciones es que en cualquier modelo que analicemos del proceso administrativo, las fases que invariablemente encontraremos son las de planeación y control.
- c) El principal objetivo es sistematizar el conocimiento y generar una estructura de eficiencia.
- d) Estimula la innovación y el progreso.
- e) Fomenta el desarrollo de una filosofía y cultura gerencial y empresarial.

## **Principios**

Terry y Franklin, en su libro Principios de administración, nos definen el concepto de principio: “Se puede definir un principio como una declaración o verdad fundamental que proporciona una guía para el pensamiento o la acción”. Los principios aplicados a la administración son producto de la sociedad, han sido formulados a partir de años de experiencia y pruebas en todo tipo de organizaciones, públicas o privadas, grandes o pequeñas. Los principios son básicos, pero no absolutos, tienden a reformularse de acuerdo con las condiciones de tiempo y espacio en que se vive.

Conforme se lleven a cabo más investigaciones, surgirán nuevos principios administrativos, se modificarán otros y varios serán descartados por no ser más representativos de la práctica administrativa actual.

Del libro del maestro Agustín Reyes Ponce, Administración moderna, y tomando como referencia el proceso administrativo de cuatro etapas: planeación, organización, dirección y control, haremos mención de los principios administrativos aplicables a cada una de las fases del proceso.

### **Planeación**

Principio de previsibilidad. Las previsiones administrativas deben realizarse tomando en cuenta que nunca alcanzarán certeza completa, ya que existe siempre el riesgo.

Principio de objetividad. La práctica administrativa debe apoyarse en hechos, y no en opiniones subjetivas.

Principio de la medición. Los objetivos serán más seguros cuanto más podamos apreciarlos cuantitativamente, es decir, que sean susceptibles de medición.

Principio de precisión. Los planes deben elaborarse con la mayor precisión posible, y no con afirmaciones vagas y genéricas, ya que van a regir acciones concretas.

Principio de flexibilidad. Es cierto que debe existir precisión en la elaboración de los planes, pero en su implementación debe haber margen para los cambios que surjan en forma imprevista.

Principio de unidad. Dentro de la organización se elaboran planes en cada una de las áreas de trabajo, pero estos planes deben ser de tal naturaleza que pueda decirse que existe un solo plan general.

Principio de rentabilidad. Todo plan debe redituar una relación favorable de los beneficios que espera respecto a los costos que exige.

### **Organización**

Principio de especialización. El trabajo tiende a dividirse cada vez más en actividades concretas. El individuo reditúa mayor eficiencia, precisión y destreza al responsabilizarlo a una actividad más limitada y concreta. La especialización genera mayor creatividad e iniciativa.

Principio de unidad de mando. Un subordinado recibirá órdenes de un solo jefe.

Principio del equilibrio de autoridad-responsabilidad. Debe precisarse el grado de responsabilidad que corresponde a cada jefe dentro de los niveles de la organización, estableciendo al mismo tiempo la autoridad correspondiente a aquélla.

Principio de dirección-control. A cada grado de delegación debe corresponder el establecimiento de los controles adecuados para asegurar la unidad de mando.

### **Dirección**

Principio de coordinación de intereses. Es importante lograr una comunión de intereses particulares y generales dentro de la organización, para el logro de los objetivos.

Principio de impersonalidad del mando. El ejercicio de la autoridad debe verse como producto de una necesidad de todo el organismo, y no como resultado exclusivo de la voluntad del que manda.

Principio de la vía jerárquica. Las órdenes, quejas y comunicaciones en general deben seguir los conductos previamente establecidos, y jamás omitirlos sin razón, ni en forma constante.

Principio de resolución de conflictos. El conflicto debe resolverse lo más pronto posible, sin lesionar la disciplina y que produzca el menor disgusto de las partes involucradas.

Principio de aprovechamiento de conflictos. El conflicto no es una amenaza; por el contrario, administrativamente se considera como una oportunidad y debe aprovecharse para forzar el encuentro de soluciones.

### **Control**

Principio del carácter administrativo del control. Es necesario distinguir “las operaciones” de control de “la función” de control.

Principio de los estándares. El control es imposible si no se fijan anticipadamente, en forma precisa y cuantitativa, los estándares correspondientes a la operación en turno.

Principio de excepción. El control administrativo es más eficaz y rápido cuando se concentra en los casos en que no se logró lo previsto. (Louffat, 2012)

## **2.2.4. Herramientas de calidad, Pareto**

### **Definición**

El Diagrama de Pareto constituye un sencillo y gráfico método de análisis que permite discriminar entre las causas más importantes de un problema (los pocos y vitales) y las que lo son menos (los muchos y triviales).

Las ventajas del Diagrama de Pareto pueden resumirse en:

- Permite centrarse en los aspectos cuya mejora tendrá más impacto, optimizando por tanto los esfuerzos.
- Proporciona una visión simple y rápida de la importancia relativa de los problemas.
- Ayuda a evitar que se empeoren algunas causas al tratar de solucionar otras y ser resueltas.



- Su visión gráfica del análisis es fácil de comprender y estimula al equipo para continuar con la mejora.

### **Origen del Diagrama de Pareto**

En 1909 el economista y sociólogo Vilfredo Pareto (1848 – 1923) publicó los resultados de sus estudios sobre la distribución de la riqueza, observando que el 80% de la misma se encontraba concentrada en el 20% de la población.

A finales de los años 30, durante una visita a la central de General Motors Corporation para el intercambio de buenas prácticas de ingeniería industrial, Juran tuvo la oportunidad de conocer los trabajos de Pareto sobre la distribución de la riqueza.

Más adelante Juran, mientras preparaba la primera edición de su obra Manual de Control de la Calidad, se vio ante la necesidad de dar un nombre corto al principio de “los pocos vitales los muchos triviales”. Bajo el título “La mala distribución de las pérdidas de calidad”, en el que figuraban numerosos ejemplos de mala distribución, también señaló que Pareto había encontrado mal distribuida la riqueza. Asimismo, mostró ejemplos de curvas acumulativas para la desigual distribución de la riqueza y la desigual distribución de las pérdidas de calidad. Tituló esas curvas como principio de Pareto de la distribución desigual aplicado a la distribución de la riqueza y la distribución de las pérdidas de calidad.

Este título dio a entender, de forma involuntaria, que el principio de los “pocos vitales” con carácter universal fue formulado por Pareto. Como el mismo Juran reconoce en The Non-Pareto Principle: Mea Culpa, esta implicación es errónea, ya que la primera exposición del principio como universal corresponde al propio Juran, que no a Pareto. También reconoce que, si lo hubiera expuesto de otro modo, seguramente se habría denominado principio de Juran, al que hoy se conoce como principio de Pareto y, consecuentemente, hoy se denominaría diagrama de Juran, al que se utiliza bajo el nombre de diagrama de Pareto. Sin embargo, Juran tenía necesidad de una denominación abreviada, y no tuvo reparos aplicar el nombre de principio de Pareto.

### **Elaboración del diagrama de Pareto**

Los pasos a seguir para la elaboración de un diagrama de Pareto son:

1. Seleccionar los datos que se van a analizar, así como el periodo de tiempo al que se refieren dichos datos.
2. Agrupar los datos por categorías, de acuerdo con un criterio determinado.
3. Tabular los datos.

Comenzando por la categoría que contenga más elementos y, siguiendo en orden descendente, calcular:

- Frecuencia absoluta.
- Frecuencia absoluta acumulada.
- Frecuencia relativa unitaria.
- Frecuencia relativa acumulada.

## 2.2.5. Plan de acción

### **Definición:**

Los planes de acción como señala (Suárez, 2002): “son documentos debidamente estructurados que forman parte de planeamiento estratégico de una investigación de carácter cualitativo, ya que, por medio de ellos, es que se busca “materializar” los objetivos estratégicos previamente establecidos, dotándose de un elemento cuantitativo y verificable a lo largo del proyecto”.

El plan de acción compromete el trabajo de una gran parte de los participantes e investigadores, estableciendo plazos y responsables y un sistema de seguimiento y monitoreo de todas las acciones diseñadas.

En general, los planes se estructuran principalmente mediante actividades estratégicas, sin embargo, en plan debe contener también, el desarrollo de las tareas específicas.

La formulación de un plan de acción que priorice las iniciativas más relevantes para cumplir con los objetivos y métodos de gestión requiere estructurar adecuadamente su esquema de desarrollo y el enlace con los objetivos de la investigación.

Dichos planes colocan en un espacio definido de tiempo y responsabilidad las tareas específicas para contribuir a alcanzar objetivos superiores.

Consideramos que los planes de acción son flexibles, pues su estructura de modo personalizado para cada proyecto, es decir, dependiente de los objetivos y recursos, cada investigador presenta su plan de acción adecuado a sus necesidades y metas.

### **Elementos:**

Aunque cada investigador establece su esquema del plan de acción de acuerdo a sus objetivos, podemos definir un esquema que puede servir de guía en líneas generales para elaborar un plan de acción efectivo, siguiendo a (Díaz, 2006):

- Presentación ejecutiva del plan.
- Definición de objetivos del plan.
- Definición de líneas principales de acción.
- Establecimiento de dependencias jerárquicas y responsabilidades generales.
- Responsabilidades y apoyos.
- Supervisión.
- Decisiones estratégicas
- Divulgación.
- Actualizaciones.

#### **Recomendaciones del plan de acción:**

- Se propone más específicamente las áreas, campos o temáticas principales del plan, es decir, cual o que campo (s) se verán influenciados en la ejecución.
- Se recomienda que el plan de acción contemple en líneas muy específicas las cuales son dependencias o niveles jerárquicos involucrados.
- Se recomienda que el cronograma debe ser tan detallado como sea posible; pero debe presentarse en forma ordenada en atención al método deductivo de asimilación de información y aprendizaje.
- Las decisiones deberán tomarse oportunamente, pero no significa que deberán tomar las decisiones sin ninguna protección que respalde a quienes se involucren en las decisiones.
- El plan deberá establecer las instancias de divulgación o bien las estrategias para dar a conocer el plan a todos los involucrados.
- También deberá establecer las formas en que las actualizaciones se realiza productos de adecuaciones de cualquier tipo.
- Se recomienda que se defina quienes serán los responsables de la ejecución de las actividades propuesta.

#### **2.2.6. Gestión del costo**

El objetivo de la gestión de costos es que el proyecto concluya dentro del presupuesto aprobado, para esto se propone el uso de tres procesos (PMI, 2004):

Estimación de Costos – Se debe de desarrollar una estimación de los costos de los recursos necesarios para alcanzar el proyecto.

Preparación del presupuesto de costos – Sumar los costes estimados de las actividades individuales, a fin de establecer una línea base del coste.

Control de costes – influir sobre los factores que crean variaciones del coste y controlar los cambios en el presupuesto del proyecto.

Yamal Chamoun expone los procesos anteriores como herramientas para la ejecución de la gestión del costo de la siguiente forma. (Chamoun, 2016).

### **Estimación de costos**

- ¿Para qué sirve?  
Se utiliza para calcular el costo del proyecto.
- ¿Cómo desarrollarla?  
Crear una hoja de cálculo con las siguientes columnas: WBS, unidad, cantidad, precio unitario e importe.
- ¿Cuándo utilizarla?  
Elaborarla durante el desarrollo del plan y actualizarla continuamente para equilibrar la relación tiempo costo y alcance.

### **2.2.7. Rentabilidad**

Según (Gitman, 1992), la rentabilidad es una medida que relaciona los rendimientos de la empresa con las ventas, los activos o el capital. Esta medida permite evaluar las ganancias de la empresa con respecto a un nivel dado de ventas, de activos o la inversión de los dueños. La importancia de esta medida radica en que para que una empresa sobreviva es necesario producir utilidades.

Por lo tanto, la rentabilidad está directamente relacionada con el riesgo, si una empresa quiere aumentar su rentabilidad debe aumentar el riesgo y al contrario si quiere disminuir el riesgo debe disminuir su rentabilidad.

Según (Guiltinan, y otros, 1984), plantea que la rentabilidad mide la eficiencia general de la gerencia, demostrando a través de las utilidades obtenidas de las ventas y por el manejo adecuado de los recursos, es decir la inversión de la empresa. (Baca Urbina, 1987), desde el punto de vista de la inversión de capital, la rentabilidad es la tasa mínima de ganancia que una empresa o institución tiene en mente, sobre el monto de capital invertido en una empresa o proyecto.

Uniendo las definiciones anteriores se puede definir que en la rentabilidad lo que cambia es en el enfoque desde donde se mire.

El concepto y no su esencia, razón por la cual se puede afirmar que la rentabilidad es el porcentaje o tasa de ganancia obtenida por la inversión de un capital determinado. (SÁNCHEZ, 2014).

$$\text{Rentabilidad: } \frac{(\text{Utilidad o Ganancia})}{\text{Inversión}} \times 100$$

### **Tipos de Rentabilidad**

#### **a) Rentabilidad Económica:**

La rentabilidad económica mide la tasa de devolución producida por un beneficio económico (anterior a los intereses y los impuestos) respecto al capital total, incluyendo todas las cantidades prestadas y el patrimonio neto (que sumados forman el activo total).

Es totalmente independiente de la estructura financiera de la empresa.

La rentabilidad económica R.E. O ROA se puede calcular con:

$$R.E. : \frac{\text{Beneficio Económico}}{\text{Activo total}}$$

Esta cifra expresa la capacidad que una empresa tiene para realizar con el activo que controla, sea propio o ajeno.

La rentabilidad económica es útil para comparar empresas dentro del mismo sector, pero para empresas en distintos sectores económicos (por ejemplo, siderurgia y comercio) ya que cada sector tiene necesidades distintas de capitalización.

#### **b) Rentabilidad Financiera:**

Relaciona el beneficio económico con los recursos necesarios para obtener el lucro. Dentro de una empresa, muestra el retorno para los accionistas de la misma, que son los únicos proveedores de capital que no tienen ingresos fijos.

La rentabilidad Financiera ROE, se calcula:

$$ROE : \frac{\text{Beneficio neto antes de impuestos}}{\text{Fondos propios}}$$

Por ejemplo, si se coloca en una cuenta un millón y los intereses generados son cien mil, la rentabilidad es 10 %. La rentabilidad de la cuenta se calcula dividiendo la cantidad generada y la cantidad que se ha necesitado para generarla.

**c) Rentabilidad sobre ventas:**

Este tipo de rentabilidad mide el margen sobre venta, o sea, la relación entre las utilidades netas y las ventas totales. La utilidad neta, significa la utilidad obtenida después del pago de intereses.

El margen sobre ventas es la primera fuente de rentabilidad de la empresa.

Las otras medidas de rentabilidad dependen de ella, es decir, si la rentabilidad sobre ventas es nula, la rentabilidad económica y rentabilidad financiera también lo son.

Existen las siguientes formas de mejorar la rentabilidad sobre ventas:

- Aumentando el precio promedio neto del producto
- Disminuyendo su costo

**Fórmula para calcular la rentabilidad sobre ventas:**

$$\text{Margen sobre ventas (R.O.S.)} : \frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Ventas Netas}}$$

### 2.3. Definiciones de términos básicos

**Algoritmos:** un algoritmo es un conjunto finito bien definido de instrucciones para llevar a cabo una determinada tarea que, dado un estado inicial, terminará en un estado final definido.

**Análisis cuantitativo.** - Técnica que aplica las matemáticas, especialmente el cálculo estocástico, al ámbito de la economía y la Bolsa.

**Automatización.** - Se refiere al uso de sistemas o elementos computarizados y electromecánicos para controlar maquinarias o procesos industriales.

**Base cuantitativa.** - Esta es la habilidad de emplear técnicas presentadas como métodos cuantitativos o investigación de operaciones, como pueden ser la programación lineal, teoría de líneas de espera y modelos de inventarios. Esta herramienta ayuda a los mandos a tomar decisiones efectivas.

**Comunicación:** Transferencia de información de una persona a otra, siempre que el receptor la comprenda.

**Condición de no- negatividad.** - En la programación lineal las variables de decisión sólo pueden tomar valores de cero a positivos. No se permiten valores negativos.

**Eficacia:** Consecución de objetivos; logro de los efectos deseados.

**Eficiencia:** Logro de los fines con la menor cantidad de recursos; el logro de objetivos al menor costo u otras consecuencias no deseadas.

**Estrategia:** Determinación del propósito (o la misión) y los objetivos básicos a largo plazo de una empresa y adopción de cursos de acción y asignación de los recursos necesarios para lograr estos propósitos.

**Función objetivo.** - Es la función matemática que relaciona las variables de decisión.

**Gestión.** - Conjunto de operaciones que se realizan para dirigir y administrar un negocio o una empresa.

**Información.** - Conjunto de datos susceptibles de ser utilizados en la toma de decisiones o para obtener el conocimiento de un asunto. / Datos que han sido organizados de alguna manera significativa. / Conjunto de noticias o informes, es decir son datos, de gran importancia para una actividad.

**Investigación de operaciones.** - Es la aplicación del método científico por equipos interdisciplinarios a problemas que comprenden el control y gestión de sistemas organizados (hombre- máquina); con el objetivo de encontrar soluciones que sirvan mejor a los propósitos del sistema (u organización) como un todo, enmarcados en procesos de toma de decisiones.

**Métodos.** – La investigación operacional consiste en la aplicación del método científico, por parte de grupos interdisciplinarios, a problemas de control de sistemas organizativos con la finalidad de encontrar soluciones que atiendan de la mejor manera posible a los objetivos de la organización en su conjunto.

**Objetivos y métodos.** - El objetivo y finalidad de la investigación operacional (conocida también como teoría de la toma de decisiones o programación matemática) es encontrar la solución óptima para un determinado problema (militar, económico, de infraestructura, logístico, etc.)

**Objetivos:** Fines hacia los que se dirige la actividad; puntos finales de la planeación.

**Optimización.** - La optimización o programación matemática intenta dar respuesta a un tipo general de problemas donde se desea elegir el mejor entre un conjunto de elementos.

**Optimización:** La optimización o programación matemática intenta dar respuesta a un tipo general de problemas donde se desea elegir el mejor entre un conjunto de elementos.

Organización: Concepto utilizado en diversas formas, como por ejemplo 1) sistemas o patrón de cualquier grupo de relaciones en cualquier clase de operación, 2) la empresa en sí misma, 3) cooperación de dos o más personas, 4) la conducta de los integrantes de un grupo y 5) la estructura intencional de papeles en una empresa "formalmente organizada".

**Organizaciones.** - Entidades sociales que están dirigidas a metas, que tienen sistemas de actividades estructuradas deliberadamente y vinculadas con el ambiente externo. / Instituciones mediante las cuales la sociedad puede conseguir objetivos que los individuos, actuando por separado, no podrían lograr.

**Políticas:** Declaraciones o interpretaciones generales que guían el pensamiento durante la toma de decisiones; la esencia de las políticas es la existencia de cierto grado de discrecionalidad para guiar la toma de decisiones.

**Premisas de planeación o de planificación:** Suposiciones de planeación, ambiente esperado en el que operarán los planes; pueden ser pronósticos del ambiente planeación o políticas básicas y planes existentes que influirán sobre cualquier plan determinado.

**Procedimientos:** Planes que establecen un método para manejar las actividades futuras. Son series cronológicas de acciones requeridas, guías para la acción, no para el pensamiento, que detallan la forma exacta en que se deben realizar ciertas actividades.

**Productividad:** Razón producción-insumos en un periodo, tomando en cuenta debidamente la calidad.

**Programación lineal.** - Procedimiento o algoritmo matemático mediante el cual se resuelve un problema indeterminado, formulado a través de ecuaciones lineales, optimizando la función, también lineal.

**Programación lineal:** Procedimiento o algoritmo matemático mediante el cual se resuelve un problema indeterminado, formulado a través de ecuaciones lineales, optimizando la función, también lineal.

**Reglas:** Normas que dictan la acción o la abstención, pero que no permiten la discrecionalidad; por ejemplo, "definitivamente, no fumar".

**Responsabilidad:** Obligación que los subordinados le deben a sus superiores con respecto al ejercicio de la autoridad que les fue delegada como una forma para lograr los resultados esperados.

**Restricciones.** - Representan los límites del problema a resolver. Se muestran por medio de desigualdades de tipo lineal. El sistema completo muestra una región del plano.

**Rentabilidad.** - La rentabilidad es el beneficio renta expresado en términos relativos o porcentuales respecto a alguna otra magnitud económica como el capital total invertido o los fondos propios. Frente a los conceptos de renta o beneficio que se expresan en términos absolutos, esto es, en unidades monetarias, el de rentabilidad se expresa en términos porcentuales. Se puede diferenciar entre rentabilidad económica y rentabilidad financiera.



**Retroalimentación:** Entrada de información a un sistema que transmite mensajes de la operación del sistema para señalar si éste opera como se planeó; información relacionada con cualquier tipo de operación planeada, dirigida a la persona responsable de su evaluación.

**Sistema:** Un sistema es un conjunto de partes o elementos organizados y relacionados que interactúan entre sí para lograr un objetivo. Los sistemas reciben (entrada) datos, energía o materia del ambiente y proveen (salida) información, energía o materia.

**Supervisor:** Igual que gerente, pero por lo general este nombre se aplica a gerentes del nivel inferior, o de primera línea, de la administración.

**Variables de decisión.** - Es lo que se trata de determinar, y para lo cual se requiere una decisión. Generalmente se designan letras con subíndices. Cada variable debe representar una cantidad que corresponda con una misma unidad de medida.

## CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

### 3.1. Hipótesis

#### a. Formulación de la hipótesis

La propuesta de implementar el diseño de rutas óptimas de transporte mediante la herramienta TSP y del Plan de acción mejora la rentabilidad de la empresa PERÚ GLP SAC Trujillo

**Variable independiente:**

- El diseño de rutas óptimas de transporte TSP
- El diseño del Plan de Acción

**Variable dependiente:**

- Mejora de la rentabilidad de la empresa PERÚ GLP S.A.C. Trujillo

### 3.2. Operacionalización de variables

Tabla 1 Operalización de Variables

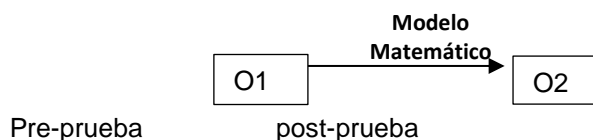
Variable	Definición Conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
<b>Variable Independiente: El diseño de rutas optimas de transporte TSP</b>	Metodología científica que permite enfocar las soluciones a los problemas críticos de las empresas para que éstas se acerquen a sus metas mediante un proceso de mejora continua.	<b>Ruta óptima:</b> acciones que contribuyan a la mejora de la función de distribución	Cantidad de Km ahorrados	Razón
<b>Variable Independiente: DISEÑO DE UN PLAN DE ACCIÓN SEMANAL PARA LA OPERACIÓN DE REPARTO DE PRODUCTO</b>	Es un tipo de plan que prioriza las iniciativas más importantes para cumplir con ciertos objetivos y metas, guía que brinda un marco o una estructura a la hora de llevar a cabo un proyecto	<b>Plan de acción:</b> Busca dar solución a los principales problemas de la operación de despacho de la empresa, planteando las tareas a realizar, los responsables, el método y los tiempos.	% Eficiencia de Ruta Óptima Total de horas extras por período actual Costo total de ahorro por horas extras siguiendo Plan de Acción Cantidad de pedidos atendidos(actual) vs Plan de acción % Incremento de entrega de pedidos	Razón Razón Razón Razón
<b>Variable Dependiente: Incrementar la rentabilidad</b>	Relación existente entre los beneficios que proporcionan una determinada operación o cosa y la inversión o el esfuerzo que se ha hecho; cuando se trata del rendimiento financiero; se suele expresar en porcentajes.	<b>Costos de operación:</b> Destinados a mantener un activo en su condición existente  <b>Utilidad Neta:</b> Busca la ganancia resultante de la operación.  <b>Rendimiento de la inversión:</b> Busca medir si la inversión es buena o no	Total de Costos Operativos Actuales  Total de Costos Operativos siguiendo Plan de Acción  % de Ahorro	Razón  Razón  Razón

Fuente: Elaboración propia

### 3.3. Diseño de investigación.

**Pre-Experimental**, Por su diseño esta es una investigación de tipo pre-experimental, Existe un control mínimo de la variable independiente, se trabaja con un área de reparto al cual se le aplica un modelo de algoritmo (Planificación del reparto de carga a través de un modelo matemático de rutas) y la elaboración de un Plan de acción, para determinar su efecto en la variable dependiente (Rentabilidad), para ejercer su máximo control y lograr optimizar recursos dentro de la propia empresa. Aplicándose mediciones de costo antes y después del estudio.

Diseño de la investigación: G O1 X O2



**G:** Muestra de las rutas de unidad Perú GLP SA

**O1:** Observación del costo actual de distribución

**O2:** Observación del costo de distribución con el modelo de transporte propuesto.

**X:** Estímulo: Algoritmo de viajero frecuente (modelo matemático) de rutas

**X:** Estímulo: Plan de acción

### 3.4. Material.

#### 3.4.1. Unidad de estudio.

Las unidades vehiculares (camiones cisterna) encargadas del despacho de GLP de la empresa Perú GLP S.A.C - Trujillo.

Total de 01 unidad.

#### 3.4.2. Población.

Las unidades vehiculares (camiones cisterna) encargadas del despacho de GLP de la empresa Perú GLP S.A.C - Trujillo.

Total de 01 unidad.

#### 3.4.3. Muestra.

Las unidades vehiculares (camiones cisterna) encargadas del despacho de GLP de la empresa Perú GLP S.A.C. - Trujillo

Total de 01 unidad

### 3.5. Métodos.

#### 3.5.1. Técnicas de recolección de datos y análisis de datos

Describe de manera ordenada y detallada la secuencia de actividades que realizará el investigador para desarrollar la investigación.

Tabla 2 Técnicas de recolección de datos y análisis de datos

Objetivos Específicos	Fuente	Técnica	Herramienta
<b>Analizar la situación actual de la empresa y generar un diagnóstico con respecto a la operación de despacho de producto</b>	Operarios del proceso de despacho	Entrevista, análisis de contenido	Guía de entrevista, diagramas de flujo, diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto
<b>Elaborar a través de la Investigación de Operaciones la propuesta de diseño de rutas óptimas de transporte</b>	El autor	Observación, Análisis documental, análisis de contenido	Mapas de rutas, Tablas comparativas, Lindo.
<b>Elaborar a través de la Gestión de Operaciones la propuesta de diseño de un Plan de Acción para la operación de despacho de producto</b>	El autor	Observación, Análisis documental, análisis de contenido	Tabla de Plan de Acción, cronograma
<b>Evaluar la rentabilidad de la operación de despacho utilizando el Plan de acción y compararla con la situación actual</b>	El autor	Análisis documental, análisis de contenido	Tablas comparativas

Fuente: Objetivos específicos (pag.15)

- Evaluar la problemática y situación actual de la organización con respecto al manejo de sus despachos.
- Evaluar los costos operacionales actuales de la empresa Perú GLP S.A.C Trujillo.
- Identificar los beneficios que generará la aplicación de optimización de rutas y plan de acción para la empresa.
- Desarrollar el diseño de la ruta de acuerdo al proceso y las operaciones diarias y requerimientos.
- Medir los costos operacionales después de realizado el diseño de optimización, y comparar los resultados.

## CAPÍTULO 4. RESULTADOS

### Descripción de los Procesos y Diagrama de Flujo

#### Operaciones

El proceso a seguir para la distribución del producto desde la cochera hasta los clientes finales consta de tres participantes fundamentales, el chofer, el supervisor y el auxiliar de cisterna, los cuales cumplen funciones para el correcto desarrollo de la operación en el siguiente orden:

- El chofer prepara el vehículo para la correspondiente salida de cochera, realizando el Checklist necesario (documentación y parte física del vehículo)
- El chofer se comunica con el supervisor de zona para dar su reporte de salida de la unidad vehicular.
- El supervisor aprueba la salida y brinda al chofer la programación de despachos, clientes, del día.
- El chofer inicia la ruta hacia los puntos programados brindados por el supervisor.
- Al llegar al punto de despacho, cliente, el auxiliar habilita el área de despacho y programa el conto metro para proceder a la descarga de GLP.
- Se inicia la descarga y el auxiliar es el responsable de supervisar la descarga y al finalizar realiza las acciones necesarias para la partida segura de la unidad (desconexión de mangueras, deshabilitar la zona de seguridad de descarga)
- Al final el chofer realiza el proceso de facturación, entregando la factura o guía de remisión con las cantidades correctas.
- El acceso a todas las zonas del mapa se dificulta debido a la existencia de rejas por todo el distrito, lo cual limita la definición de rutas. Los ciudadanos sin embargo, no distinguen estas observaciones, y colocan la basura en sus puertas, haciendo que el camión tenga que recorrer todas las zonas bloqueadas, y avance y retroceda por el mismo camino.

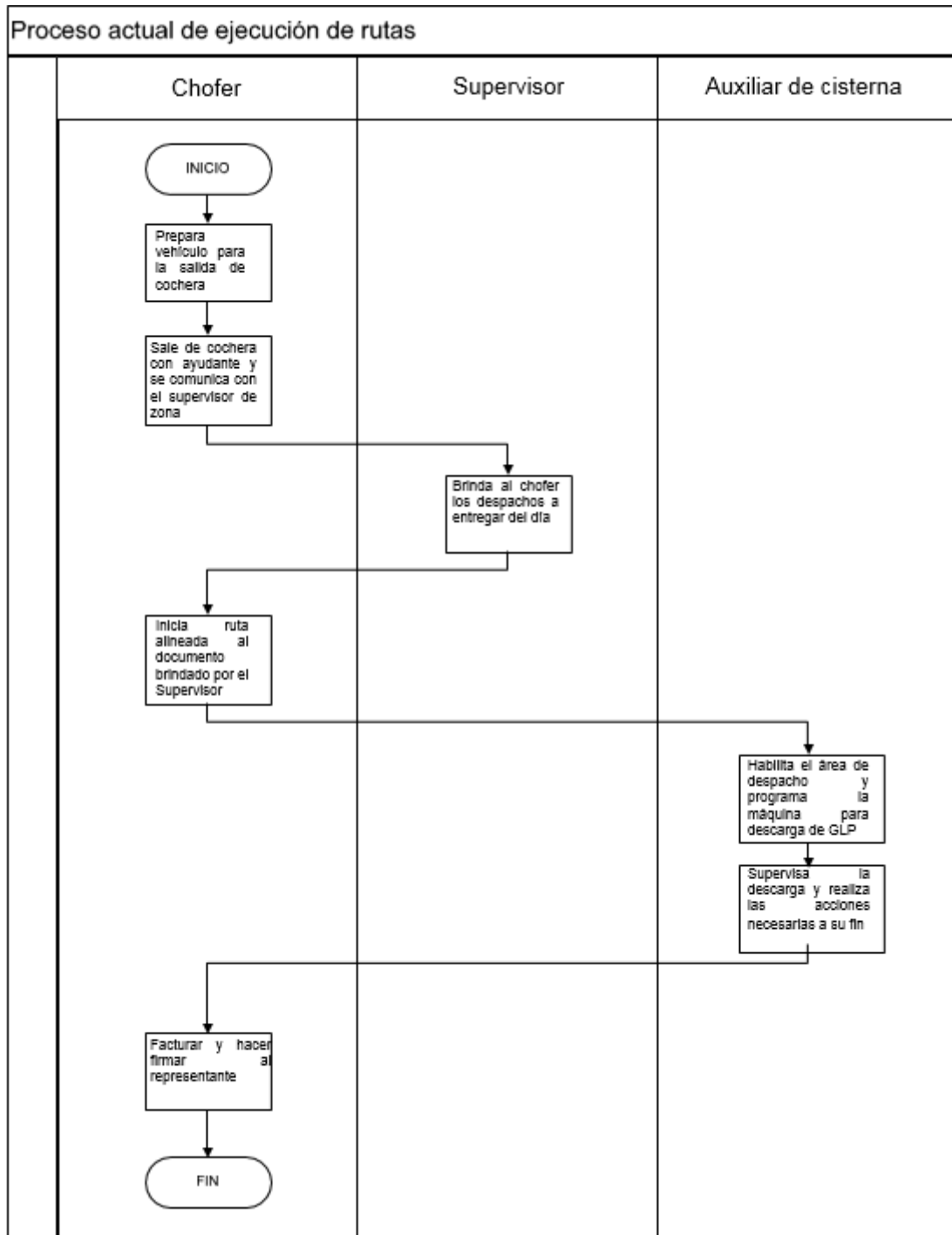


Figura 7 Proceso actual de operaciones, Perú GLP S.A.C

Fuente: Autor, con base en información proporcionada por Perú GLP S.A.C

### Administración

El área administrativa se encarga de manejar los contratos y velar que lo escrito se cumpla en la práctica. Todas las unidades elaboran un reporte manual que no es completado todos los días debido a la demora de ejecución ya que se completa manualmente. Las hojas diarias no son guardadas en un mismo archivo. No existe, sin embargo, información planificada dentro del reporte que indique qué tan alineados a los requerimientos del contrato se encuentran los recorridos.

Tabla 3 Detalle de campos del reporte diario

Tipo de campo	Nombre de campo	¿Es obligatorio?
<b>Características del vehículo</b>	Código de Unidad	Sí
	Placa	Sí
	Clase	Sí
	Carrocería	Sí
	Marca	Sí
<b>Características del chofer</b>	Código de Chofer	Sí
	Nombres y Apellidos	Sí
	Celular RPM	Sí
<b>Ayudantes</b>	Código de Operario 1	No
	Apellidos y Nombres	No
	Código de Operario n	No
	Apellidos y Nombres	No
<b>Servicio</b>	Código de Servicio	Sí
	Detalle	Sí
<b>Tiempos del recorrido</b>	Hora Salida Cochera	Sí
	Inicio de Distribución	Sí
	Término de Distribución	Sí
	Ingreso a Cliente	Sí
	Salida de Cliente	Sí
	Distrito	No
	H. inicial carga	Sí
	H. final carga	Sí
	Tiempo de Conducción	No
	Horas de Conducción	No
<b>Contómetro del despacho</b>	Cont. inicial	Sí
	Cont. Final	Sí
	Despacho de contómetro	Sí
	Observaciones	No

Fuente: (Taquiá Valdivia , 2013)

### Insumos y recursos para transportar una carga por carretera

La movilización del vehículo sólo se puede realizar si se cuenta con los siguientes insumos y recursos:

Tabla 4 Lista de insumos y recursos indispensables para transportar carga por carretera

INSUMO/RECURSO	¿POR QUÉ ES INDISPENSABLE?
<b>COMBUSTIBLES</b>	La gasolina, ACPM o gas natural le dan funcionamiento al motor del
<b>LUBRICANTES</b>	El lubricante actúa entre las paredes de los pistones y los cilindros para disminuir la fricción que se produce entre ellos en el momento que el motor está encendido. Igualmente, permite la lubricación dentro de los engranajes de la caja.
<b>NEUMÁTICOS</b>	Los neumáticos permiten que el vehículo ruede sobre una superficie. El cambio de neumáticos en el momento indicado es muy importante para no sufrir percances durante un trayecto.
<b>REPUESTOS</b>	Son partes del vehículo que se necesitan reemplazar después de un determinado período de tiempo para mantener su correcto funcionamiento.
<b>CONDUCTOR</b>	El conductor le da el arranque al vehículo y lo maniobra para que se movilice en la ruta que se necesita.
<b>AUXILIAR</b>	El auxiliar se encarga de acompañar al conductor en casos en que la mercancía que se esté transportando sea muy valiosa y por lo tanto el conductor no deba ir solo por cuestiones de seguridad.
<b>SEGUROS</b>	Algunos son obligatorios para transitar por el país y sirven para amparar los daños causados al vehículo, a terceros o a los conductores en caso de accidente.
<b>CELULAR</b>	Sirve como medio de comunicación para que el conductor se reporte constantemente durante el viaje y pueda solicitar ayuda en caso de accidente.
<b>RASTREADOR GPS</b>	Le permite a la empresa conocer el punto exacto donde se encuentra el vehículo.

Fuente: (Paez Castillo, 2012)

#### - Variables que afectan el consumo de insumos y recursos

##### Consumo del combustible:

Es mayor si el vehículo está en mal estado, ya que al no realizar un mantenimiento preventivo, no se tendrá un buen funcionamiento del motor.

El vehículo debe estar en buenas condiciones para que rinda los kilómetros por litro de combustible que sugiere el fabricante.

Utilizar marchas prolongadas aumenta el consumo de combustible y le exige más trabajo al motor.

Las velocidades altas con aceleraciones y desaceleraciones bruscas incrementan el consumo de combustible.

Una presión menor que la adecuada en las llantas incrementa el área de rozamiento con el piso y puede afectar el consumo de combustible.



Unas llantas desalineadas se desgastan más rápido y provocan un aumento en el consumo de combustible.

El consumo de combustible aumenta cuando el vehículo se encuentra en subida o en bajada.

**Consumo de lubricantes:**

Los lubricantes, como se dijo anteriormente, son necesarios para el buen funcionamiento del motor y de la caja. Por lo tanto, su consumo se ve afectado por la cantidad de kilómetros recorridos, porque a medida que se le da un mayor uso al vehículo, se va gastando el aceite hasta el punto de tener que reemplazarlo.

**Consumo de neumáticos:**

Los neumáticos se van gastando a medida que hay mayor fricción con el piso, es decir, cuando el vehículo se está movilizándolo. La cantidad de kilómetros recorrida es el punto de referencia para decidir si se debe o no cambiar los neumáticos.

**Consumo de repuestos:**

Mientras mayor uso se le dé al vehículo, mayor el desgaste de las partes del mismo. Por esta razón, los kilómetros recorridos son un punto de referencia para determinar si se necesita reemplazar alguna parte del vehículo, antes de llegar a un mantenimiento correctivo.

**Consumo de conductores:**

La cantidad de conductores que se necesitan para un viaje depende de la cantidad de horas de recorrido, ya que si es un viaje de 24 horas, una posible forma de realizarlo es mediante el contrato de dos conductores: uno que maneje las primeras 12 horas y otro las restantes.

**Consumo de auxiliar:**

Se requiere un auxiliar en el caso pues el contrato que tiene el cliente le exige que transporte con auxiliar. Las estaciones de servicio e industrias siempre se deben atender a las condiciones que exige el contrato del cliente.

**Consumo de seguros:**

El valor de un seguro depende del tipo de vehículo.

**Consumo de Celular:**

El costo del celular es fijo, ya que se paga una mensualidad por una cantidad de minutos determinada. Sin embargo, si se tiene en cuenta el consumo por viaje, éste depende de qué tan largo sea, ya que normalmente el conductor debe estarse reportando cada dos horas con la empresa transportadora. Por lo tanto, mientras más horas sean de viaje, más llamadas hará la persona para reportarse.

**Consumo de rastreador (GPS):**

El costo del rastreador es fijo, ya que se paga una mensualidad por el uso del mismo. Sin embargo, si se tiene en cuenta el consumo por viaje, éste depende de qué tan largo sea, ya que mientras el vehículo se encuentre más tiempo movilizándose, más uso se le dará al rastreador para darle un control al vehículo.

**Tipos de operación de transporte de carga:**

Los diferentes tipos de operación que maneja PERÚ GLP SAC y la gran mayoría de transportadoras, se derivan de las formas en que el cliente puede solicitar que se recoja y se entregue una mercancía. Como se observó en el proceso descrito anteriormente, el conductor del vehículo tiene como principal función recoger la carga en un lugar determinado y entregarla en otro punto. Sin embargo, existen ocasiones en que la necesidad está en recoger un producto en n lugares y entregarlo en otra n Por consiguiente, la operación de transporte de carga se divide en los siguientes tipos:

- Llevar mercancía de A, a n lugares:

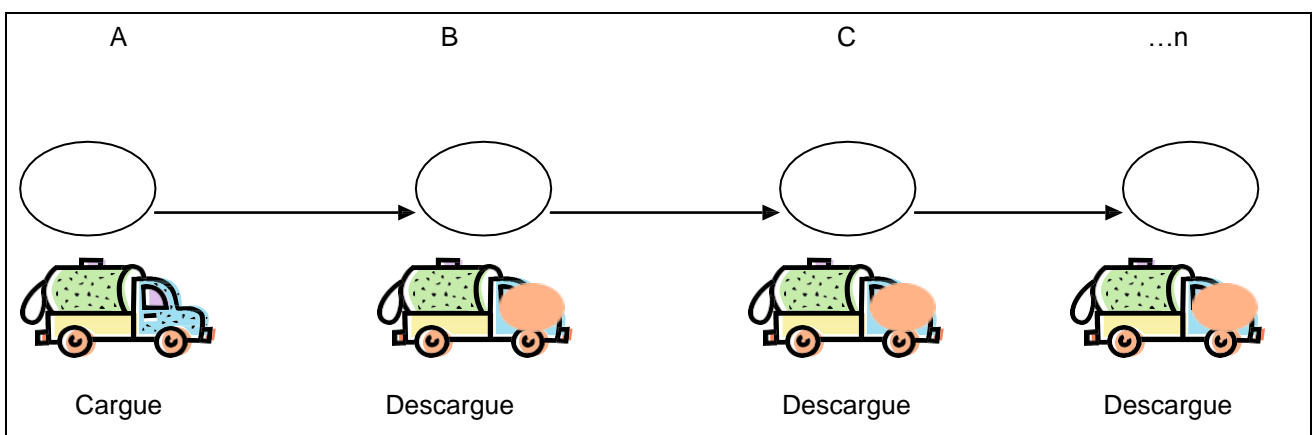


Figura 8 Distribución de Kilómetros

Fuente: (Paez Castillo, 2012).

De igual forma, los tipos de operaciones se subdividen según la cantidad de personas que se encuentran dentro del vehículo, en este caso chofer y ayudante, pues se requiere contar con una persona que haga el cargue y descargue de la mercancía, porque se negocia con el cliente realizar estas actividades, se contrata un auxiliar para que se encargue de esto.

En el momento de hacer el análisis de los costos relacionados a la operación, se deberá tener en cuenta los diferentes tipos expuestos anteriormente.

#### 4.1. Analizar la situación actual de la empresa y generar un diagnostico con respecto a la operación de despacho de producto

##### Metodología

Será necesario el uso de entrevistas al personal de la organización de operaciones y logística, la revisión de documentos y registros históricos que se manejan en los procesos operativos, para así obtener lo siguiente:

- Información acerca de las actividades que realiza la empresa, la infraestructura, procedimientos y prácticas de trabajo.
- Conocimiento sobre el sistema interno de información y la existencia de los documentos y registros.
- De manera de poder calificar el estado de la programación de despachos y el plan de acción a tomar presentar los resultados: una descriptiva y otra cuantificable.

##### Desempeño del sistema actual

Los servicios que se tomarán en cuenta para evaluar son:

- Industria.
- Retail (Estaciones de servicio).

**Tabla 5 Clientes Perú GLP S.A.C**

Servicio	Retail (EESS)	Industria
Cantidad	6	6
Promedio de pedidos	123	19

Fuente: Anexo B1. Lista de clientes

Se escogieron ambos servicios debido a que se tiene los datos físicos para poder hacer un análisis de los procesos y rendimientos.

### Indicadores de desempeño

Se tomarán en cuenta los indicadores que podrán ayudarnos en la comparación de los métodos:

- Distancia recorrida:
  - o Distancia recorrida por cada tipo de servicio desde la cochera hasta el último punto de despacho.
  - o Número de pedidos por mes: Números de pedidos a entregar.

La tabla 06 muestra la situación actual (Distancia Recorrida y promedio de pedidos) de los dos servicios en estudio:

Tabla 6 Servicios en estudio mes de Mayo-Setiembre

Servicio	Detalle\Mes	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
EESS (grifos)	Distancia Recorrida (km.)	816.4	1002.4	1244.23	909.504	846.982
	Total de Pedidos (K)	109	115	166	108	113
	Participación (%)	82%	66%	88%	64%	77%
Industria	Distancia Recorrida (km.)	152.8	166.2	116.9	153.2	129.01
	Total de Pedidos (K)	20	23	14	19	16
	Participación (%)	15%	11%	8%	11%	12%
Otros	Distancia Recorrida (km.)	20.600	355.770	54.870	362.196	128.008
	Participación (%)	2%	23%	4%	25%	12%
Total de Kilómetros Recorridos		989.8	1524.37	1416	1424.9	1104

Fuente: Anexo B2, Histórico de recorridos

Según los resultados vistos en la tabla 06, logramos determinar que el porcentaje de participación del servicio a industrias no sobrepasa el 15% en el presente, lo cual deja como variable representativa de la mayoría de los kilómetros recorridos al servicio a las estaciones de servicio, EESS.

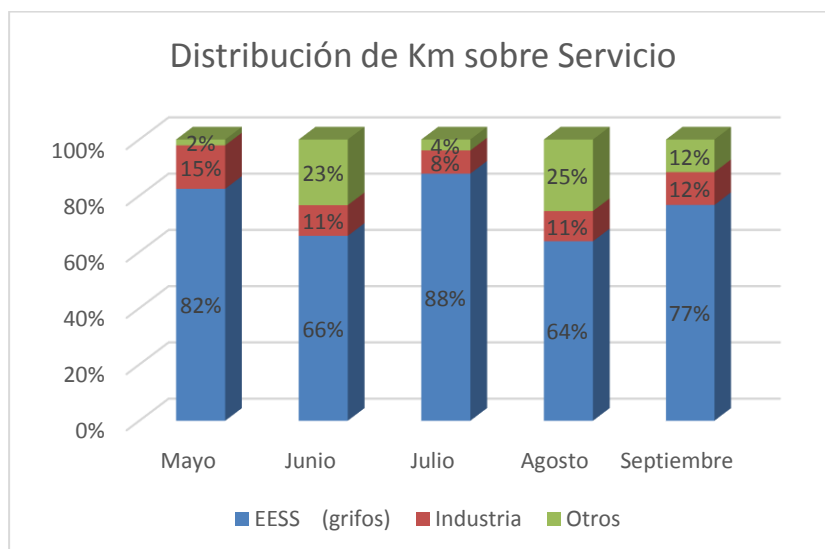


Figura 9 Distribución de Kilómetros  
Fuente: Tabla 05

Observamos también en la tabla 06 que la cantidad de kilómetros recorridos por otros motivos fuera de la operación propiamente dicha, ESSS e Industrias, tienen una participación baja, pero en los meses de junio y agosto, vemos que la participación en kilometrajes supera el 20%, lo cual es preocupante y se recomienda hacer un estudio independiente para conocer sus causas.

### Servicio de flete

Con base a lo estipulado por la empresa, el precio por el servicio de flete a cualquier punto del casco urbano de la ciudad de Trujillo es de S/.400.00 inc. IGV, y S/. 500.00 inc. IGV fuera del casco urbano.

Descripción	Precio inc. IGV	Concepto
Casco urbano	S/. 400.00	Despacho dentro de la ciudad
Otros	S/. 500.00	Atención Límites de la ciudad

Nuestros clientes seleccionados en este estudio pertenecen al casco urbano de la ciudad, por lo consiguiente el precio por el servicio de flete y descarga es de S/.400.00 inc. IGV.

### Costos Operativos

Con base en los insumos y recursos descritos en los anteriores puntos, y teniendo en cuenta de igual forma algunos costos asociados a la operación de transporte de carga que no se derivan de los recursos indispensables para llevarla a cabo, se tienen los siguientes costos como se ve en la tabla 07 el detalle de los abastecimientos en los en los últimos 5 meses:

### Abastecimiento de combustible (unidad)

Tabla 7 Abastecimientos de combustible a cisterna en el periodo mayo-setiembre 2016

MES	Detalle	KM	S/.	Gal
Abril	Abastecimiento combustible	688.2	S/. 1,717.03	167.75
Mayo	Abastecimiento combustible	333.8	S/. 1,076.14	106
Junio	Abastecimiento combustible	1076.9	S/. 1,616.86	157.136
Julio	Abastecimiento combustible	935.9	S/. 2,096.81	211.025
Agosto	Abastecimiento combustible	1267.3	S/. 1,533.27	162.449
Setiembre	Abastecimiento combustible	711.8	S/. 1,014.61	106.326
Total		6855.6	S/. 9,054.72	910.686

Fuente: Anexo B3 (histórico de abastecimiento)

### Mantenimiento de unidad

De igual manera se presenta en la tabla 08, los costos por mantenimiento, neumáticos, reparaciones, pruebas y todo lo relacionado a la unidad de transporte y despacho de combustible, también en el periodo de mayo-setiembre.

Tabla 8 Reporte de Costos de mantenimiento y otros en el periodo Mayo-Setiembre 2016

Fecha	Ajuste realizado para la unidad	Costo
28/04/2016	recarga de extintores	S/. 80.00
29/04/2016	prueba hidrostática	S/. 80.00
07/05/2016	cambio de neumáticos	S/. 1,600.00
13/05/2016	cambio de neumáticos	S/. 60.00
15/05/2016	cambio de rodajes	S/. 100.00
15/05/2016	ajuste de zapatas	S/. 80.00
23/05/2016	regulación de frenos	S/. 240.00
05/06/2016	sellado de fuga de tubería	S/. 600.00
18/06/2016	parche de neumáticos	S/. 35.00
09/07/2016	parche de neumáticos	S/. 70.00
09/07/2016	cambio de aceite	S/. 700.00
09/07/2016	cambio de filtros	S/. 200.00
13/08/2016	parche de neumáticos	S/. 70.00
16/09/2016	cambio de aceite	S/. 550.00
16/09/2016	cambio de filtros	S/. 100.00
TOTAL		S/. 4,565.00

Fuente: Anexo (historial reparaciones y mantenimiento)

## Recurso Humano

La operación de transportar una carga está asociada a unos costos de recurso humano, que se derivan de las funciones del chofer y el ayudante recursos indispensables para poder opera, en la siguiente tabla 09, mostramos la planilla de remuneraciones.

Tabla 9 Planilla de remuneraciones PERÚ GLP S.A.C

APELLIDOS Y NOMBRES	CARGO U OCUPACIÓN	ASIGNACIÓN FAMILIAR	INGRESOS DEL TRABAJADOR		TOTAL REMUNERACIÓN BRUTA	APORTACIONES DEL EMPLEADOR		
			SUELDO BÁSICO	ASIGNACIÓN FAMILIAR		SALUD	SCTR	TOTAL APORTES
<b>GUIDO FARFAN ALAMY</b>	CHOFER	SI	1,800.00	75.00	1,875.00	168.75	23.44	192.19
<b>GUSTAVO PRADA CUADRA</b>	AYUDANTE	NO	1,200.00	-	1,200.00	108.00	15.00	123.00
				-	-	-	-	-
				-	-	-	-	-
	TOTALES S/.		<b>3,000.00</b>	<b>75.00</b>	<b>3,075.00</b>	<b>276.75</b>	<b>38.44</b>	<b>315.19</b>

Fuente: Elaboración propia

## Rutas

La operación de transportar una carga está asociada a unos costos específicos, que se derivan del consumo de unos insumos y recursos indispensables para poder operar. De igual forma, existen recursos que no son indispensables, pero que son necesarios para brindar un servicio de alta calidad. En las siguientes tablas se dará a conocer cuáles son esos insumos, recursos, las variables que afectan su consumo y los costos en los que se incurre al utilizarlos, con base en las actividades que realiza la operación.

### a) Descripción de las rutas

- La ruta para cada centro se define por chofer de acuerdo a los requerimientos de las industrias y estaciones de servicio.
- Actualmente, no existen indicadores dentro de la empresa para ninguna de sus áreas ni reportes que permitan cuantificar estos indicadores, lo cual no permite apreciar de una manera asequible el logro cuantificable de los puntos importantes de la empresa, y por ende no se tiene claro el tema de cumplimiento de objetivos.
- Asimismo, hay áreas de soporte para el transporte: Mantenimiento, que es el área encargada de mantener los vehículos en buen estado, Administración, Contabilidad y Recursos Humanos.

- Las 2 rutas fueron analizadas para un día promedio. Las cargas promedio de los camiones para el año 2016, desde mayo hasta septiembre se pueden observar en la figura 10 y 11.

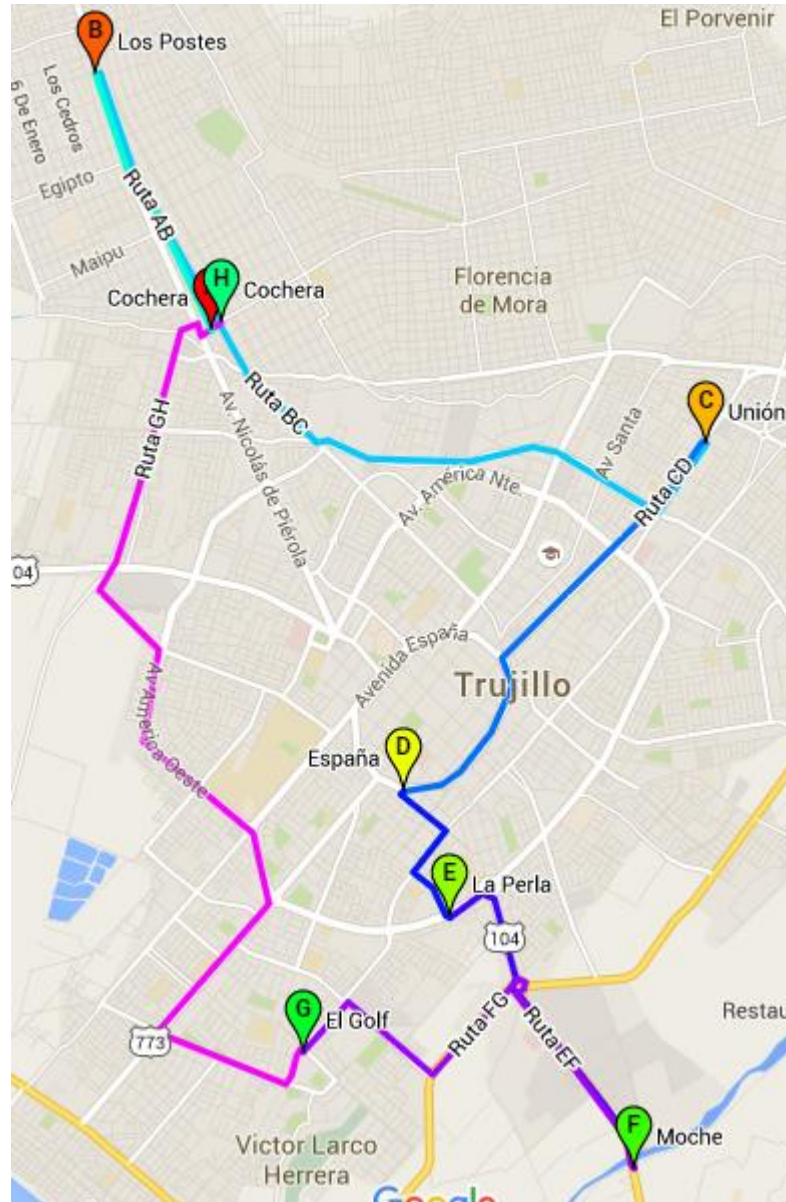


Figura 10 Mapa de Trujillo con la ruta actual de despacho de GLP para Estaciones de Servicio

Fuente: Google Maps (2016) / elaboración propia



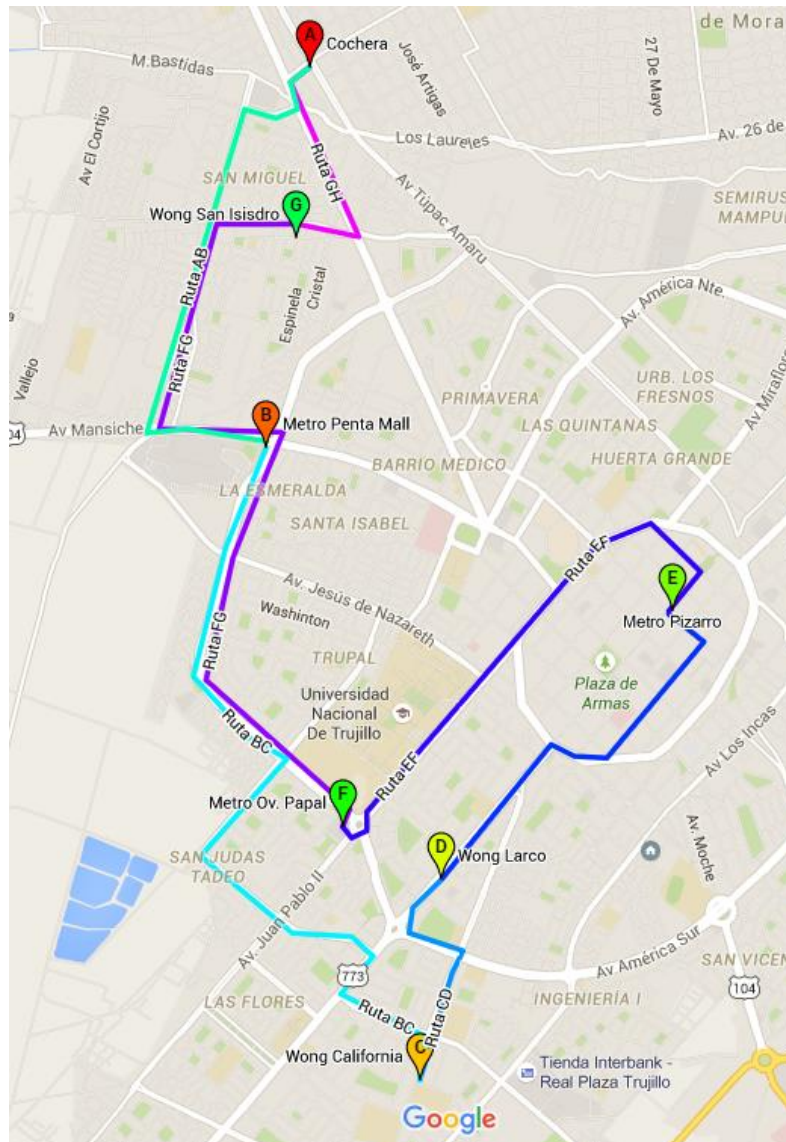


Figura 11 Mapa de Trujillo con la ruta actual de despacho de GLP para Industrias

Fuente: Google Maps (2016) / elaboración propia

### b) Distancias entre puntos de transporte de GLP

De acuerdo a la información de los viajes realizados por PERÚ GLP SAC desde mayo del 2016 hasta septiembre del presente año, se encontró que las rutas existentes se dividen de acuerdo al sector al cual se brinda el servicio de despacho del producto (GLP). En este período de tiempo se trabajó rutas diferentes, las cuales se pueden observar en el cuadro que se muestra a continuación, junto con la cantidad de kilómetros realizados en dichas rutas (nodo a nodo), el porcentaje de participación con respecto al total y el porcentaje acumulado en la compañía:

➤ **Estaciones de servicios**

Tabla 10 Tabla de kilómetros recorridos de nodo a nodo en las estaciones de servicio

Kilómetros							
Punto Inicial	COCHERA	ESPAÑA	PERLA	GOLF	POSTES	UNION	MOCHE
COCHERA	0	4.5	8.1	7.6	6.3	5.3	11.3
ESPAÑA	7.2	0	1.6	2.9	10.5	5	5.3
PERLA	8.1	1.4	0	1.9	9	6.7	3.4
GOLF	7.6	2.9	1.8	0	10.3	8.8	4.2
LOS POSTES	7.3	10.5	9.6	10.5	0	7.1	14.7
UNION	5.9	3.4	5	8.8	7.1	0	8.5
MOCHE	11.3	5.3	4.45	4.7	14.7	8.4	0

Fuente: Anexo B2 (Historial de kilometraje)

Tabla 11 Participación del kilometraje recorrido en las estaciones de servicio

Servicio	Detalle\Mes	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
EESS (grifos)	Distancia Recorrida (km.)	816.4	1002.4	1244.23	909.504	846.982
	Total de Pedidos (K)	109	115	166	108	113
	Participación (%)	82%	66%	88%	64%	77%

Fuente: Anexo B2 (Historial de kilometraje)

De igual forma, para las industrias en las tablas a continuación

➤ **Industrias**

Tabla 12 kilómetros recorridos de nodo a nodo en las industrias

Punto Inicial	Kilómetros						
	COCHERA	WONG CALIFORNIA	WONG LARCO	WONG TORTAS	METRO O. PAPAL	METRO PENTA MALL	METRO PIZARRO
COCHERA	0	5.7	7.2	1.9	5.3	3.7	5.2
WONG CALIFORNIA	5.7	0	1.5	6.3	1.9	4.6	4.2
WONG LARCO	7.2	1.5	0	5.2	1.1	3.6	2.1
WONG TORTAS	1.9	6.2	5.2	0	4.3	2.4	4.1
METRO OV. PAPAL	5.3	1.9	1.1	4.3	0	2.6	3.9
METRO PENTA MALL	3.7	4.6	3.6	2.6	2.6	0	4.5
METRO PIZARRO	5.2	3.7	2.1	4.1	2.6	3	0

Fuente: Anexo B2 (Historial de kilometraje)

Tabla 13 Participación del kilometraje recorrido en las industrias

Servicio	Detalle/Mes	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Industria	Distancia Recorrida (km.)	152.8	166.2	116.9	153.2	129.01
	Total de Pedidos (K)	20	23	14	19	16
	Participación (%)	15%	11%	8%	11%	12%

Fuente: Anexo B2 (Historial de kilometraje)

**c) Análisis de situación actual en base**

Para realizar la determinación de los problemas existentes, se realizó una entrevista al chofer, ayudante y planificador de despachos de PERÚ GLP S.A.C. en la cual especifican que los problemas de mayor impacto dentro de su organización son que las operaciones demoran mucho, los tiempos no son utilizados de forma adecuada por lo que la operación diaria no es la que se espera ya que al final de cada día los pedidos no son completados aumentan para el día siguiente, por lo tanto pago de horas extras a los operarios, por ende es importante controlar estos factores puesto que así obtendrá reducción de costos y mayor utilidades.

Para analizar la problemática a detalle se utiliza el diagrama de Ishikawa, en una representación gráfica sencilla en la que puede verse de manera relacional una especie de espina central, que es una línea en el plano horizontal, representando el problema a analizar, que se escribe a su derecha las causas, sub causas con la finalidad de encontrar el problema raíz.

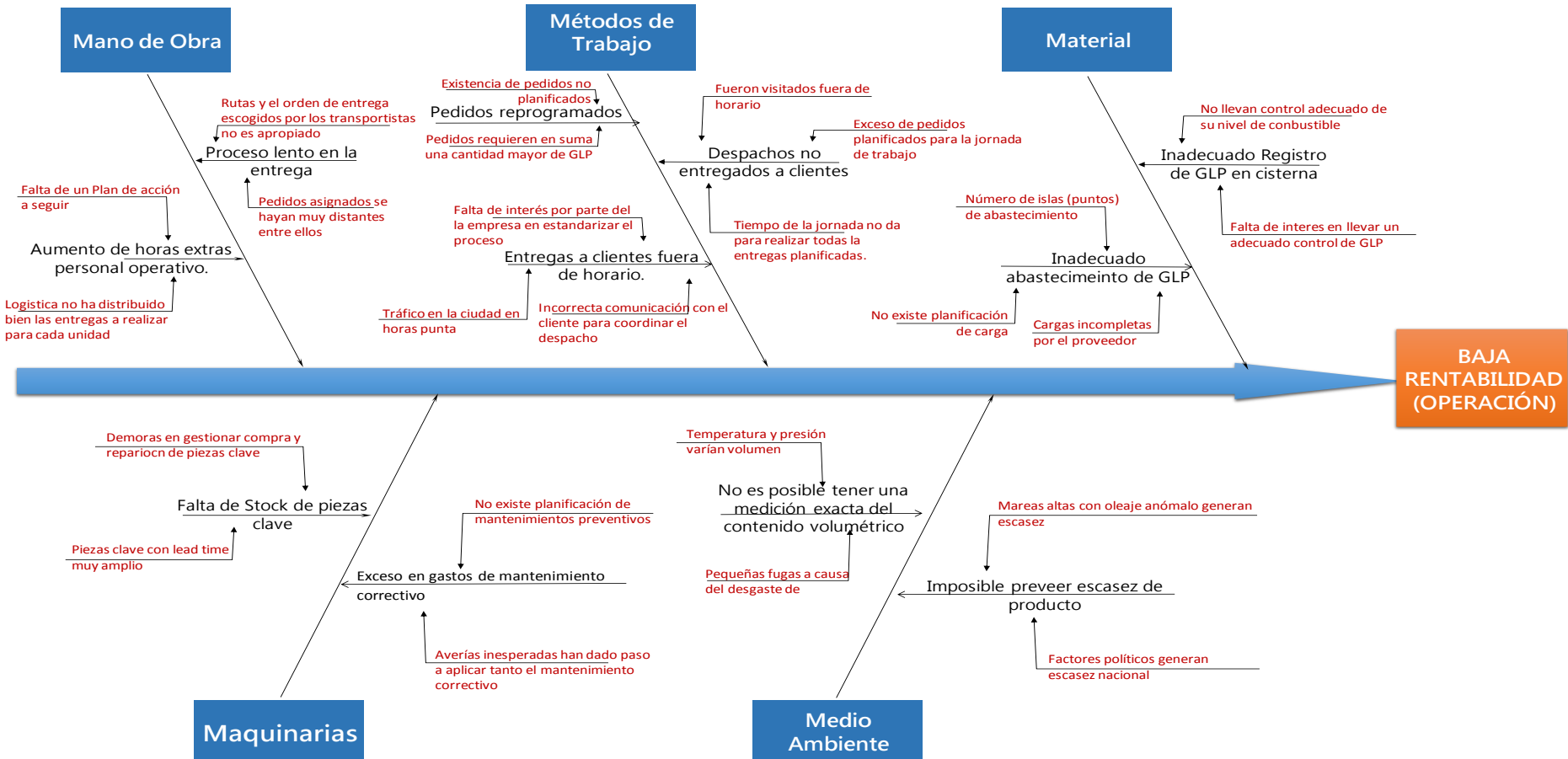


Figura 12 Diagrama de Ishikawa de la empresa Perú GLP S.A.C  
Fuente: Elaboración propia, Anexo A1 (Entrevista)

Se presentan a continuación los resultados de la evaluación de las causas raíces de los problemas frecuentes, teniendo como resultado 23 causas raíz incluida dentro de Mano de obra, métodos de trabajo, material, maquinarias y medio ambiente como se muestran en la tabla 14.

Tabla 14 Lista de principales causas - D. Ishikawa

N° CR	CAUSA RAIZ
CR1	Rutas y el orden de entrega escogidos por los transportistas no es apropiado
CR2	Clientes asignados se hayan muy distantes entre ellos
CR3	Incremento del número de entregas por hacer
CR4	Logística no ha distribuido bien las entregas a realizar para cada unidad
CR5	Existencia de pedidos no planificados
CR6	Pedidos requieren en suma una cantidad mayor de GLP
CR7	Falta de interés por parte de la empresa en estandarizar el proceso
CR8	Tráfico en la ciudad en horas punta
CR9	Incorrecta comunicación con el cliente para coordinar el despacho
CR10	Fueron visitados fuera de horario
CR11	Exceso de pedidos planificados para la jornada de trabajo
CR12	Tiempo de la jornada no da para realizar todas las entregas planificadas.
CR13	Número de islas (puntos) de abastecimiento
CR14	No existe planificación de carga
CR15	Cargas incompletas por el proveedor
CR16	No llevan control adecuado de su nivel de combustible
CR17	Falta de interés en llevar un adecuado control de GLP
CR18	Demoras en gestionar compra y reparación de piezas clave
CR19	Piezas clave con lead time muy amplio
CR20	No existe planificación de mantenimientos preventivos
CR21	Averías inesperadas han dado paso a aplicar tanto el mantenimiento correctivo
CR22	Temperatura y presión varían volumen
CR23	Pequeñas fugas a causa del desgaste de mangueras
CR24	Mareas altas con oleaje anómalo generan escasez
CR25	Factores políticos generan escasez nacional

Fuente: Figura 12, Diagrama de Ishikawa.

La metodología se basa en calificar el estado de las cosas, variables, comportamientos, desempeños y/o conformidad en función a una Escala de calificación aplicando tres opciones que van de menor a mayor ver tabla 15. De igual forma en la siguiente tabla, se exponen los criterios para la evaluación y por cada criterio de la evaluación (6 en total) se contabilizará el número de requisitos y se coloca la puntuación correspondiente. De esta forma se obtendrá el puntaje máximo para cada causa raíz.

Tabla 15 Lista de criterios de evaluación

ITEM	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
1	¿Es un factor que lleva al problema? = ¿Es factor?
2	Esto ¿ocasiona directamente el problema? = ¿Causa directa?
3	Si esto es eliminado ¿se corregirá el problema? = ¿Solución directa?
4	¿Se puede plantear una solución factible? = ¿Solución factible?
5	¿Se puede medir si la solución funciona? = ¿Es medible?
6	¿La solución es de bajo costo? = ¿Bajo costo?

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16 Escala de calificación

VALORES	ESCALA DE CALIFICACIÓN
1	Menos importante (Menos beneficios)
2	Importante
3	Muy importante (Mas beneficio)

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra la calificación obtenida acorde a la entrevista y los causas raíz encontrada.

Tabla 17 Cuadro de resultado de diagrama Ishikawa en empresa Perú GLP

FACTOR	PROBLEMA	CAUSAS RAIZ	CRITERIO						TOTAL
			FACTOR	CAUSA DIRECTA	SOLUCION	FACTIBLE	MEDIBLE	BAJO COSTO	
Mano de Obra	Proceso lento en la entrega	Rutas y el orden de entrega escogidos por los transportistas no es apropiado.	2	1	2	1	2	1	9
		Pedidos asignados se hayan muy distantes entre ellos	3	3	3	3	3	3	18
	Aumento de horas extras personal operativo.	Falta de un plan de acción a seguir	3	3	3	3	3	3	18
		Logística no ha distribuido bien las entregas a realizar para cada unidad	3	3	3	3	3	3	18
Métodos de Trabajo	Pedidos reprogramados	Existencia de pedidos no planificados	1	1	1	1	1	1	6
		Pedidos requieren en suma una cantidad mayor de GLP	1	2	1	2	2	1	9
	Entregas a clientes fuera de horario.	Falta de interés por parte de la empresa en estandarizar el proceso	3	2	1	2	1	1	10
		Tráfico en la ciudad en horas punta	2	1	1	1	1	1	7
		Incorrecta comunicación con el cliente para coordinar el despacho	2	2	2	2	2	2	12
	Despachos no entregados a clientes	Fueron visitados fuera de horario	2	2	2	2	2	2	12
		Exceso de pedidos planificados para la jornada de trabajo	2	2	2	2	1	2	11
Tiempo de la jornada no da para realizar todas las entregas planificadas.		1	1	1	1	1	1	6	

FACTOR	PROBLEMA	CAUSAS RAIZ	CRITERIO						TOTAL
			FACTOR	CAUSA DIRECTA	SOLUCION	FACTIBLE	MEDIBLE	BAJO COSTO	
Material	Inadecuado abastecimiento de GLP	Número de islas (puntos) de abastecimiento	1	1	1	2	1	1	7
		Cargas incompletas por el proveedor	2	2	1	2	1	1	9
	Inadecuado Registro de GLP en cisterna	No existe planificación de carga	2	2	1	1	2	2	10
		No llevan control adecuado de su nivel de combustible	3	2	1	1	1	1	9
		Falta de interés en llevar un adecuado control de GLP	1	1	1	1	1	1	6
Maquinarias	Falta de Stock de piezas clave	Demoras en gestionar compra y reparación de piezas clave	1	1	1	1	1	1	6
		Piezas clave con lead time muy amplio	1	1	1	1	1	1	6
	Exceso en gastos de mantenimiento correctivo	No existe planificación de mantenimientos preventivos	1	1	1	1	1	1	6
		Averías inesperadas han dado paso a aplicar tanto el mantenimiento correctivo	1	2	1	2	1	2	9
Medio Ambiente	No es posible tener una medición exacta del contenido volumétrico	Temperatura y presión varían volumen	1	1	1	1	1	1	6
		Pequeñas fugas a causa del desgaste de mangueras	1	1	2	1	1	2	8
	Imposible proveer escasez de producto	Mareas altas con oleaje anómalo generan escasez	2	2	1	1	1	1	8
		Factores políticos generan escasez nacional	2	2	1	1	1	1	8

Fuente: Elaboración propia (Tabla 13, 14, 15)



En la Tabla 18 se muestran los resultados del diagnóstico y en la tabla 19 su correspondiente a la puntuación acumulada del diagnóstico.

Habiendo resumido la información de las causas raíz se utilizará la herramienta de Diagrama de Pareto para poder obtener como resultado los problemas más potenciales, para su análisis y corrección.

Tabla 18 Criterios y Calificación Obtenida

N° CR	CAUSA RAIZ	Calificación
CR1	Rutas y el orden de entrega escogidos por los transportistas no es apropiado	9
CR2	Cientes asignados se hayan muy distantes entre ellos	18
CR3	Falta de un Plan de Acción a seguir	18
CR4	Logística no ha distribuido bien las entregas a realizar para cada unidad	18
CR5	Existencia de pedidos no planificados	6
CR6	Pedidos requieren en suma una cantidad mayor de GLP	9
CR7	Falta de interés por parte de la empresa en estandarizar el proceso	10
CR8	Tráfico en la ciudad en horas punta	7
CR9	Incorrecta comunicación con el cliente para coordinar el despacho	12
CR10	Fueron visitados fuera de horario	12
CR11	Exceso de pedidos planificados para la jornada de trabajo	11
CR12	Tiempo de la jornada no da para realizar todas las entregas planificadas.	6
CR13	Número de islas (puntos) de abastecimiento	7
CR14	No existe planificación de carga	9
CR15	Cargas incompletas por el proveedor	10
CR16	No llevan control adecuado de su nivel de combustible	9
CR17	Falta de interés en llevar un adecuado control de GLP	6
CR18	Demoras en gestionar compra y reparación de piezas clave	6
CR19	Piezas clave con lead time muy amplio	6
CR20	No existe planificación de mantenimientos preventivos	6
CR21	Averías inesperadas han dado paso a aplicar tanto el mantenimiento correctivo	9
CR22	Temperatura y presión varían volumen	6
CR23	Pequeñas fugas a causa del desgaste de mangueras	8
CR24	Mareas altas con oleaje anómalo generan escasez	8
CR25	Factores políticos generan escasez nacional	8
<b>TOTAL</b>	<b>234</b>	

Fuente: Tabla 16, resumen puntuación

Los resultados detallados de la evaluación por numeral de cada capítulo, se muestran en el **Anexo B3**.

Ya con los datos procederemos a tabularlos comenzando con la categoría que contenga más frecuencia y siguiendo en orden descendente calcularemos:

- la frecuencia absoluta
- La frecuencia absoluta acumulada
- La frecuencia relativa unitaria
- La frecuencia relativa unitaria acumulada

A continuación, la tabla de resultados:

Tabla 19 Resultados de Tabulación Diagrama de Pareto

N° CR	CAUSA RAIZ	FRECUENCIA PRIORIZACION	% ACUMULADO	FRECUENCIA ACUMULADA	80-20
<b>CR2</b>	Cientes asignados se hayan muy distantes entre ellos	18	8%	18	80%
<b>CR3</b>	Falta de un Plan de Acción a seguir	18	15%	36	80%
<b>CR4</b>	Logística no ha distribuido bien las entregas a realizar para cada unidad	18	23%	54	80%
<b>CR9</b>	Incorrecta comunicación con el cliente para coordinar el despacho	12	28%	66	80%
<b>CR10</b>	Fueron visitados fuera de horario	12	33%	78	80%
<b>CR11</b>	Exceso de pedidos planificados para la jornada de trabajo	11	38%	89	80%

Fuente: Anexo B4 (Tabulación de frecuencias Pareto)

En el Anexo B4 – se muestran los datos completos para poder obtener la tabla 18, lista de causas raíz totales de nuestros entrevistados para el análisis.

Procedemos luego de obtener la tabla de resultados a dibujar los datos, representándolos a través de un gráfico de barras en el cual también aparecerá en el eje horizontal de forma descendente las quejas según el análisis desarrollado, delinearemos luego la curva acumulativa, Figura 13.

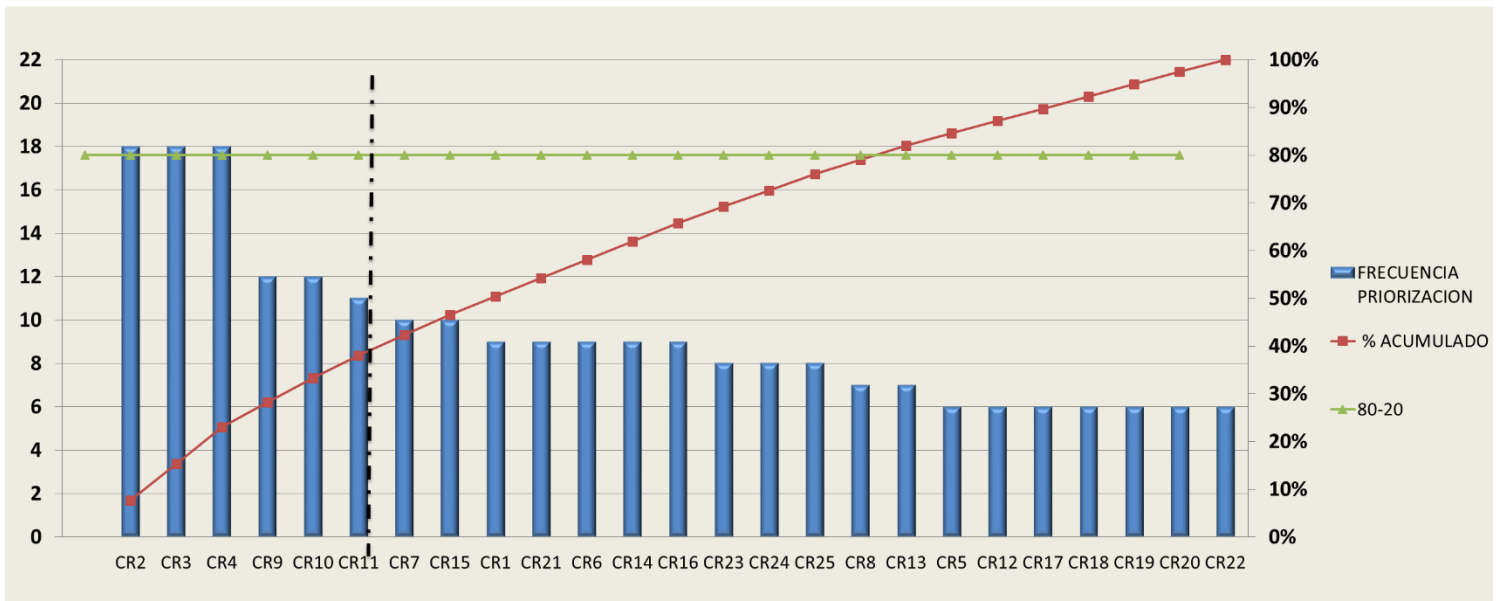


Figura 13 Diagrama de Pareto - Perú GLP

Fuente: Anexo B4 (Resultados de Tabulación Diagrama de Pareto)

**INTERPRETACIÓN:** Apreciamos que la suma del 80% de los problemas más importantes los cuales debemos corregir están dados por los números CR2, CR3, CR4, CR9, CR10, CR11 respectivamente los cuales representan los reclamos sobre:

CR02 Clientes asignados se hayan muy distantes entre ellos

CR03 Falta de un Plan de Acción a seguir

CR04 Logística no ha distribuido bien las entregas a realizar para cada unidad

CR09 Incorrecta comunicación con el cliente para coordinar el despacho

CR10 Fueron visitados fuera de horario

CR11 Exceso de pedidos planificados para la jornada de trabajo

Tabla 20 Matriz indicadores de mayor impacto en la empresa PERÚ GLP S.A.C

CR	Descripción	Indicador	Fórmula	Actual	Meta	Frecuencia
CR2	Pedidos asignados se hayan muy distantes entre ellos	Índice de cumplimiento de ruta óptima	$\frac{\#Km \text{ ruta } \acute{o}ptima}{\#Km \text{ recorridos reales}}$	70%	90%	Diario
CR3	Falta de un Plan de Acción a seguir	Índice de cumplimiento de Plan de Acción	$\frac{\# \text{ d\xedas que se cumpli\xed en Plan de Acci\xedon/\# d\xedas laborados a la semana}}$	0%	85%	Semanal
CR4	Logística no ha distribuido bien las entregas a realizar para cada unidad	%Pedidos Entregados a Tiempo	$\frac{\#pedidos \text{ entregados a tiempo}}{\#total \text{ de pedidos}}$	60%	85%	Diario
CR9	Incorrecta comunicación con el cliente para coordinar el despacho	% de confirmación de pedidos	$\frac{\#pedidos \text{ confirmados}}{\text{total de pedidos}}$	50%	100%	Diario
CR10	Fueron visitados fuera de horario	% de RQ atendidos	$\frac{\#despachos \text{ completados seg\xfan planificaci\xedon}}{\text{total de despachos planificados}}$	60%	100%	Semanal
CR11	Exceso de pedidos planificados para jornada de trabajo	% cumplimiento de despachos en la jornada laboral	$\frac{\#despachos \text{ completados}}{\text{total de despachos planificados}}$	60%	100%	Diario

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2. Elaborar a través de la Investigación de Operaciones la propuesta de diseño de rutas óptimas de transporte

Para continuar con el desarrollo de la presente tesis y poder determinar las rutas óptimas para el periodo Enero – Diciembre 2017, se recopiló la información proporcionada por la empresa basada en los datos del periodo Mayo 2016 – Setiembre 2016.

El presente capítulo muestra los modelos propuestos que nos ayudarán a optimizar la distancia recorrida por el transportista en los dos distintos servicios.

Para la elaboración de este modelo se desarrolló el algoritmo de Problema del Agente Viajero (TSP por sus siglas en inglés) se siguieron los siguientes pasos:

- **Formación de las rutas**  
Se forman 2 rutas independientes de 1 a 6 puntos de reparto los cuales tienen relación entre sí por el servicio que brindan, con ello se tendrá más alternativas de poder hallar una mejor ruta que recorra menor distancia.
- **Toma de distancias entre puntos**  
Para cada ruta se toma la distancia recorrida desde la cochera hasta el último punto de reparto y hasta el retorno a la cochera.  
Luego generamos una misma tabla agregando el valor del kilometraje para cada variable “xy”, tanto para estaciones de servicio (EESS), véase tabla 18, como para industrias, véase tabla 19.
- **VARIABLES DE DECISIÓN**  
Se utilizarán las variables binarias en las restricciones ya que nos indicará si la ruta es recorrida o no es decir toma los valores de 0 y 1. La variable “x” será: la distancia recorrida por la ruta para la programación del problema y el rango de existencia es mayor o igual a cero. En primer lugar generamos las tablas con las variables tanto para EESS, véase tabla 21, como para industrias tabla 25.
- **Puntos de reparto**  
Los puntos de reparto pasan a ser un nodo para formar los pétalos requeridos para el modelo.

- Restricciones en la programación

Para formar las restricciones que se utilizarán en la programación se verifica la presencia de los nodos en las rutas diseñadas y así formar las ecuaciones en donde se sumarán las variables que pertenezcan al nodo. Aquí la suma de las variables será igual a 1.

- Programación Lineal

Se hará uso del programa LINDO 6.1, el cual permitirá hallar la mejor solución en cada uno de los problemas planteados.

El objetivo del problema es hallar un subconjunto de rutas en las cuales se recorra la mínima distancia para que se visite una sola vez al cliente.

Se minimizará las distancias recorridas por cada ruta diseñada y las restricciones serán las que permitan qué rutas serán utilizadas en la solución.

Para poder generar la programación, se debe construir un número de rutas considerable ya que así el problema tendrá varias opciones de solución.

La tabla (22), muestra las rutas construidas y distancias recorridas de nodo a nodo para el servicio de estaciones de servicio y la tabla (26) para las industrias, que servirán para la formulación de la programación del problema y así poder hallar las rutas y distancias óptimas de cada servicio.

#### 4.2.1. La programación se muestra a continuación para las estaciones de servicio (EESS)

Tabla 21 Asignación de variables a las estaciones de servicio

PUNTO INICIAL	VARIABLES						
	COCHERA	ESPAÑA	PERLA	GOLF	LOS POSTES	UNION	MOCHE
COCHERA	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17
ESPAÑA	X21	X22	X23	X24	X25	X26	X27
PERLA	X31	X32	X33	X34	X35	X36	X37
GOLF	X41	X42	X43	X44	X45	X46	X47
LOS POSTES	X51	X52	X53	X54	X55	X56	X57
UNION	X61	X62	X63	X64	X65	X66	X67
MOCHE	X71	X72	X73	X74	X75	X76	X77

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22 Asignación de Kilómetros a las variables a las estaciones de servicio

VARIABLES X KILÓMETROS							
PUNTO INICIAL	COCHERA	ESPAÑA	PERLA	GOLF	LOS POSTES	UNION	MOCHE
COCHERA	0X11	4.5X12	8.1X13	7.6X14	6.3X15	5.3X16	11.3X17
ESPAÑA	7.2X21	0X22	1.6X23	2.9X24	10.5X25	5X26	5.3X27
PERLA	8.1X31	1.4X32	0X33	1.9X34	9X35	6.7X36	3.4X37
GOLF	7.6X41	2.9X42	1.8X43	0X44	10.3X45	8.8X46	4.2X47
LOS POSTES	7.3X51	10.5X52	9.6X53	10.5X54	0X55	7.1X56	14.7X57
UNION	5.9X61	3.4X62	5X63	8.8X64	7.1X65	0X66	8.5X67
MOCHE	11.3X71	5.3X72	4.45X73	4.7X74	14.7X75	8.4X76	0X77

Fuente: Elaboración propia

La programación se muestra a continuación para la ruta de estaciones de servicio:

Se tiene las variables  $r_k$ , donde  $k=1, 2, 3, \dots$ , etc. por la existencia de  $k$  rutas las cuales recorren todos los puntos de distribución.

Se utiliza una variable binaria  $x_k$ , que indica si es que la ruta es tomada o no, es decir se escoge entre los valores de 0 y 1.

El problema consiste en seleccionar un subconjunto de  $R$  de distancias mínimas que visite exactamente una vez a cada cliente

### **Función objetivo**

Función objetivo, la cual tiene por fin hallar la ruta optima minimizando las distancia final de esta, como se pueden dar cuenta para los puntos que regresan entre sí como por ejemplo la variables  $x_{11}, x_{22}, x_{33}, x_{44}, x_{55}, x_{66}, x_{77}$  y cuyo distancia seria por consiguiente 0, se les asigno valores muy altos, para que el algoritmo al ser desarrollado los obvie.

### **Min:**

$$999999x_{11} + 4.5x_{12} + 8.1x_{13} + 7.6x_{14} + 6.3x_{15} + 5.3x_{16} + 11.3x_{17} + 7.2x_{21} + 999999x_{22} + 1.6x_{23} + 2.9x_{24} + 10.5x_{25} + 5x_{26} + 5.3x_{27} + 8.1x_{31} + 1.4x_{32} + 999999x_{33} + 1.9x_{34} + 9x_{35} + 6.7x_{36} + 3.4x_{37} + 7.6x_{41} + 2.9x_{42} + 1.8x_{43} + 999999x_{44} + 10.3x_{45} + 8.8x_{46} + 4.2x_{47} + 7.3x_{51} + 10.5x_{52} + 9.6x_{53} + 10.5x_{54} + 999999x_{55} + 7.1x_{56} + 14.7x_{57} + 5.9x_{61} + 3.4x_{62} + 5x_{63} + 8.8x_{64} + 7.1x_{65} + 999999x_{66} + 8.5x_{67} + 11.3x_{71} + 5.3x_{72} + 4.45x_{73} + 4.7x_{74} + 14.7x_{75} + 8.4x_{76} + 999999x_{77}$$

Sujeto a:

$x_{11}+x_{12}+x_{13}+x_{14}+x_{15}+x_{16}+x_{17}=1$	$X_{14}+X_{45}+X_{51} \leq 2$	$X_{16}+X_{63}+X_{31} \leq 2$
$x_{21}+x_{22}+x_{23}+x_{24}+x_{25}+x_{26}+x_{27}=1$	$X_{14}+X_{45}+X_{52}+X_{21} \leq 3$	$X_{16}+X_{63}+x_{32}+x_{31} \leq 3$
$x_{31}+x_{32}+x_{33}+x_{34}+x_{35}+x_{36}+x_{37}=1$	$X_{14}+X_{45}+X_{53}+X_{31} \leq 3$	$X_{16}+X_{63}+x_{34}+x_{41} \leq 3$
$x_{41}+x_{42}+x_{43}+x_{44}+x_{45}+x_{46}+x_{47}=1$	$X_{14}+X_{45}+X_{56}+X_{61} \leq 3$	$X_{16}+X_{63}+x_{35}+x_{51} \leq 3$
$x_{51}+x_{52}+x_{53}+x_{54}+x_{55}+x_{56}+x_{57}=1$	$X_{14}+X_{45}+X_{57}+X_{71} \leq 3$	$X_{16}+X_{63}+x_{37}+x_{71} \leq 3$
$x_{61}+x_{62}+x_{63}+x_{64}+x_{65}+x_{66}+x_{67}=1$		
$x_{71}+x_{72}+x_{73}+x_{74}+x_{75}+x_{76}+x_{77}=1$	$X_{14}+X_{46}+X_{61} \leq 2$	$X_{16}+X_{64}+X_{41} \leq 2$
	$X_{14}+X_{46}+X_{62}+X_{21} \leq 3$	$X_{16}+X_{64}+x_{42}+x_{21} \leq 3$
$x_{12}+x_{22}+x_{32}+x_{42}+x_{52}+x_{62}+x_{72}=1$	$X_{14}+X_{46}+X_{63}+X_{31} \leq 3$	$X_{16}+X_{64}+x_{43}+x_{31} \leq 3$
$x_{13}+x_{23}+x_{33}+x_{43}+x_{53}+x_{63}+x_{73}=1$	$X_{14}+X_{46}+X_{65}+X_{51} \leq 3$	$X_{16}+X_{64}+x_{45}+x_{51} \leq 3$
$x_{14}+x_{24}+x_{34}+x_{44}+x_{54}+x_{64}+x_{74}=1$	$X_{14}+X_{46}+X_{67}+X_{71} \leq 3$	$X_{16}+X_{64}+x_{47}+x_{71} \leq 3$
$x_{15}+x_{25}+x_{35}+x_{45}+x_{55}+x_{65}+x_{75}=1$		
$x_{16}+x_{26}+x_{36}+x_{46}+x_{56}+x_{66}+x_{76}=1$	$X_{14}+X_{47}+X_{71} \leq 2$	$X_{16}+X_{65}+X_{51} \leq 2$
$x_{17}+x_{27}+x_{37}+x_{47}+x_{57}+x_{67}+x_{77}=1$	$X_{14}+X_{47}+X_{72}+X_{21} \leq 3$	$X_{16}+X_{65}+x_{52}+x_{21} \leq 3$
	$X_{14}+X_{47}+X_{73}+X_{31} \leq 3$	$X_{16}+X_{65}+x_{53}+x_{31} \leq 3$
$x_{12}+x_{21} \leq 1$	$X_{14}+X_{47}+X_{75}+X_{51} \leq 3$	$X_{16}+X_{65}+x_{54}+x_{41} \leq 3$
$x_{13}+x_{31} \leq 1$	$X_{14}+X_{47}+X_{76}+X_{61} \leq 3$	$X_{16}+X_{65}+x_{57}+x_{71} \leq 3$
$x_{14}+x_{41} \leq 1$		
$x_{15}+x_{51} \leq 1$	$X_{15}+X_{52}+X_{21} \leq 2$	$X_{16}+X_{67}+X_{71} \leq 2$
$x_{16}+x_{61} \leq 1$	$X_{15}+X_{52}+X_{23}+X_{31} \leq 3$	$X_{16}+X_{67}+x_{72}+x_{21} \leq 3$
$x_{17}+x_{71} \leq 1$	$X_{15}+X_{52}+X_{24}+X_{41} \leq 3$	$X_{16}+X_{67}+x_{73}+x_{31} \leq 3$
	$X_{15}+X_{52}+X_{26}+X_{61} \leq 3$	$X_{16}+X_{67}+x_{74}+x_{41} \leq 3$
$x_{23}+x_{32} \leq 1$	$X_{15}+X_{52}+X_{27}+X_{71} \leq 3$	$X_{16}+X_{67}+x_{75}+x_{51} \leq 3$
$x_{24}+x_{42} \leq 1$		
$x_{25}+x_{52} \leq 1$	$X_{15}+X_{53}+X_{31} \leq 2$	$X_{17}+X_{72}+X_{21} \leq 2$
$x_{26}+x_{62} \leq 1$	$X_{15}+X_{53}+X_{32}+X_{21} \leq 3$	$X_{17}+X_{72}+x_{23}+x_{31} \leq 3$
$x_{27}+x_{72} \leq 1$	$X_{15}+X_{53}+X_{34}+X_{41} \leq 3$	$X_{17}+X_{72}+x_{24}+x_{41} \leq 3$
	$X_{15}+X_{53}+X_{36}+X_{61} \leq 3$	$X_{17}+X_{72}+x_{25}+x_{51} \leq 3$
$x_{34}+x_{43} \leq 1$	$X_{15}+X_{53}+X_{37}+X_{71} \leq 3$	$X_{17}+X_{72}+x_{26}+x_{61} \leq 3$
$x_{35}+x_{53} \leq 1$		
$x_{36}+x_{63} \leq 1$	$X_{15}+X_{54}+X_{41} \leq 2$	$X_{17}+X_{73}+X_{31} \leq 2$
$x_{37}+x_{73} \leq 1$	$X_{15}+X_{54}+X_{42}+X_{21} \leq 3$	$X_{17}+X_{73}+x_{32}+x_{31} \leq 3$
	$X_{15}+X_{54}+X_{43}+X_{31} \leq 3$	$X_{17}+X_{73}+x_{34}+x_{41} \leq 3$
$x_{45}+x_{54} \leq 1$	$X_{15}+X_{54}+X_{46}+X_{61} \leq 3$	$X_{17}+X_{73}+x_{35}+x_{51} \leq 3$



$x_{46}+x_{64}\leq 1$	$X_{15}+X_{54}+X_{47}+X_{71}\leq 3$	$X_{17}+X_{73}+x_{36}+x_{61}\leq 3$
$x_{47}+x_{74}\leq 1$		
	$X_{15}+X_{56}+X_{61}\leq 2$	$X_{17}+X_{74}+X_{41}\leq 2$
$x_{56}+x_{65}\leq 1$	$x_{15}+x_{56}+x_{62}+x_{21}\leq 3$	$X_{17}+X_{74}+x_{42}+x_{21}\leq 3$
$x_{57}+x_{75}\leq 1$	$x_{15}+x_{56}+x_{63}+x_{31}\leq 3$	$X_{17}+X_{74}+x_{43}+x_{31}\leq 3$
$x_{67}+x_{76}\leq 1$	$x_{15}+x_{56}+x_{64}+x_{41}\leq 3$	$X_{17}+X_{74}+x_{45}+x_{51}\leq 3$
		$X_{17}+X_{74}+x_{46}+x_{61}\leq 3$
$x_{15}+x_{56}+x_{67}+x_{71}\leq 3$	$X_{15}+X_{57}+X_{71}\leq 2$	
$X_{14}+X_{42}+X_{21}\leq 2$	$X_{15}+X_{57}+x_{72}+x_{21}\leq 3$	$X_{17}+X_{75}+X_{51}\leq 2$
$X_{14}+X_{42}+X_{23}+X_{31}\leq 3$	$X_{15}+X_{57}+x_{73}+x_{31}\leq 3$	$X_{17}+X_{75}+x_{52}+x_{21}\leq 3$
$X_{14}+X_{42}+X_{25}+X_{41}\leq 3$	$X_{15}+X_{57}+x_{74}+x_{41}\leq 3$	$X_{17}+X_{75}+x_{53}+x_{31}\leq 3$
$X_{14}+X_{42}+X_{26}+X_{51}\leq 3$	$X_{15}+X_{57}+x_{76}+x_{61}\leq 3$	$X_{17}+X_{75}+x_{54}+x_{41}\leq 3$
$X_{14}+X_{42}+X_{27}+X_{61}\leq 3$		$X_{17}+X_{75}+x_{56}+x_{61}\leq 3$
	$X_{16}+X_{62}+X_{21}\leq 2$	
$X_{14}+X_{43}+X_{31}\leq 2$	$X_{16}+X_{62}+x_{23}+x_{31}\leq 3$	$X_{17}+X_{76}+X_{61}\leq 2$
$X_{14}+X_{43}+X_{32}+X_{21}\leq 3$	$X_{16}+X_{62}+x_{24}+x_{41}\leq 3$	$X_{17}+X_{76}+x_{62}+x_{21}\leq 3$
$X_{14}+X_{43}+X_{35}+X_{51}\leq 3$	$X_{16}+X_{62}+x_{25}+x_{51}\leq 3$	$X_{17}+X_{76}+x_{63}+x_{31}\leq 3$
$X_{14}+X_{43}+X_{36}+X_{61}\leq 3$	$X_{16}+X_{62}+x_{27}+x_{71}\leq 3$	$X_{17}+X_{76}+x_{64}+x_{41}\leq 3$
$X_{14}+X_{43}+X_{37}+X_{71}\leq 3$		$X_{17}+X_{76}+x_{65}+x_{51}\leq 3$
<b>End</b>		
<b>Int 49</b>		

## Restricciones

Las primeras restricciones fueron para evitar que las variables sucedan más de una vez.

Estas restricciones fueron para eliminar el primer subgrupo, evitando así que al ir de un primer punto a segundo punto, el móvil regrese al primer punto

Para eso se usó la condición de que la decisión sea  $\leq 1$

Las restricciones siguientes fueron para eliminar la posibilidad de existencia del segundo subgrupo, evitando que el móvil al ir a un primer punto y luego a un segundo punto, este, regrese al primer punto.

Para esto se utilizó la condición de que la suma de las distintas variables posibles asociadas sean  $\leq 2$ .

Lo mismo ocurre para las restricciones que usamos para eliminar el tercer subgrupo, lo cual impide que el móvil al ir a un primer punto, luego a un segundo y tercero, regrese al punto inicial, sin acaparar todos los puntos necesarios.

Para esto se utilizó la condición de la suma de las distintas variables posibles asociadas sean  $\leq 3$

Expresamos el fin de la programación.

Indicamos que existen 49 variables las cuales son de orden binario.

## Solución

Una vez propuesta las ecuaciones necesarias como función objetivo y las restricciones necesarias, la figura 15, muestra el reporte del programa LINDO que nos da la solución (seleccionados de amarillo) y así hallar las rutas que conformarán la ruta óptima.

MAX Reports Window

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 34.10000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X11	0.000000	999999.000000
X12	0.000000	4.500000
X13	0.000000	8.100000
X14	0.000000	7.600000
X15	1.000000	6.300000
X16	0.000000	5.300000
X17	0.000000	11.300000
X21	0.000000	7.200000
X22	0.000000	999999.000000
X23	1.000000	1.600000
X24	0.000000	2.900000
X25	0.000000	10.500000
X26	0.000000	5.000000
X27	0.000000	5.300000
X31	0.000000	8.100000
X32	0.000000	1.400000
X33	0.000000	999999.000000
X34	0.000000	1.900000
X35	0.000000	9.000000
X36	0.000000	6.700000
X37	1.000000	3.400000
X41	1.000000	7.600000
X42	0.000000	2.900000
X43	0.000000	1.800000
X44	0.000000	999999.000000
X45	0.000000	10.300000
X46	0.000000	8.800000
X47	0.000000	4.200000
X51	0.000000	7.300000
X52	0.000000	10.500000
X53	0.000000	9.600000
X54	0.000000	10.500000
X55	0.000000	999999.000000
X56	1.000000	7.100000
X57	0.000000	14.700000
X61	0.000000	5.900000
X62	1.000000	3.400000
X63	0.000000	5.000000
X64	0.000000	8.800000
X65	0.000000	7.100000
X66	0.000000	999999.000000
X67	0.000000	8.500000
X71	0.000000	11.300000
X72	0.000000	5.300000
X73	0.000000	4.450000
X74	1.000000	4.700000
X75	0.000000	14.700000
X76	0.000000	8.400000
X77	0.000000	999999.000000

Figura 14 Reporte LINDO Solución – Estaciones de Servicio

Fuente: Anexo (Solución Lindo -

Al obtener la solución a través del programa LINDO, se procede a elaborar las rutas según lo que indica la solución. En el reporte generado por LINDO las rutas a utilizar son las que tienen el valor de 1 en la columna VALUE. Para interpretar la solución dada por el programa debemos recordar que estamos utilizando un sistema binario cuyas restricciones nos darán como resultado un SI o NO, es decir 1 o 0, al analizar la solución entonces podemos verificar las variables a las cuales SI debemos valorar con 1 como respuesta, al hacerlo obtenemos que la ruta óptima, la ruta óptima es según la Tabla 23:

Tabla 23 Ruta óptima estaciones de servicios

0	X15	X56	X62	X23	X37	X74	X41
COCHERA	LOS POSTES	UNIÓN	ESPAÑA	LA PERLA	MOCHE	EL GOLF	COCHERA

Fuente: Anexo Figura 14

Para unir las 7 rutas se evaluó la menor distancia que existe entre los puntos más cercanos entre ellas y así poder unirlos y formar la ruta óptima.

Entre las rutas, las distancias menores entre puntos cercanos fueron de **34.1** kilómetros, logrando un ahorro del 17.13% en recorrido. El figura 15 muestra la ruta ideal.

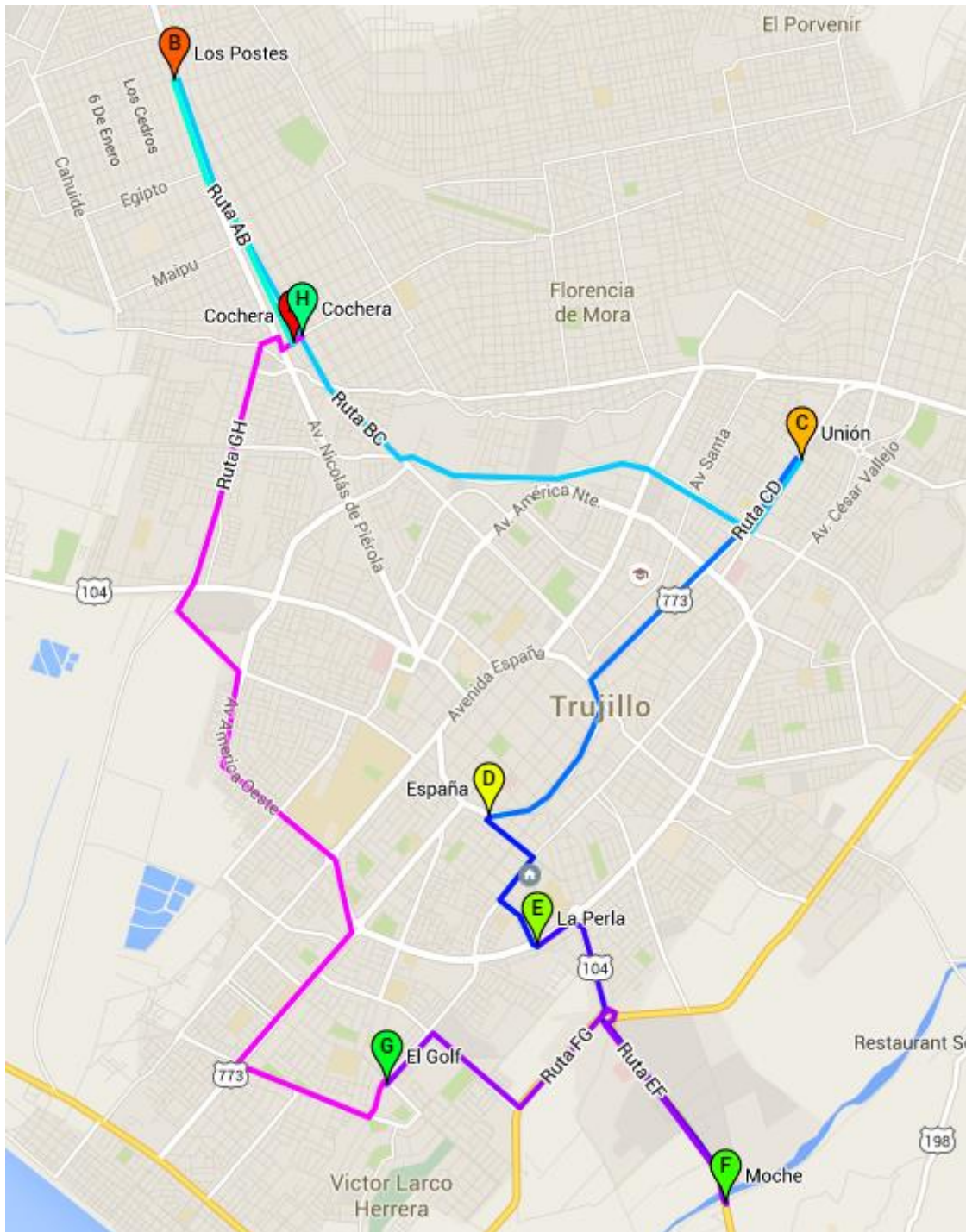


Figura 15 Ruta Óptima seleccionada – Estaciones de Servicio

Fuente: Anexo Tabla 22 / Google maps (2016)

#### 4.2.2. La programación se muestra a continuación para las Industrias

Tabla 24 Asignación de variables a las industrias

VARIABLES							
PUNTO INICIAL	COCHERA	WONG CALIFORNIA	WONG LARCO	WONG TORTAS	METRO OV. PAPAL	METRO PENTA MALL	METRO PIZARRO
COCHERA	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17
WONG CALIFORNIA	X21	X22	X23	X24	X25	X26	X27
WONG LARCO	X31	X32	X33	X34	X35	X36	X37
WONG TORTAS	X41	X42	X43	X44	X45	X46	X47
METRO OV. PAPAL	X51	X52	X53	X54	X55	X56	X57
METRO PENTA MALL	X61	X62	X63	X64	X65	X66	X67
METRO PIZARRO	X71	X72	X73	X74	X75	X76	X77

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25 Asignación Kilómetros a las variables a las industrias

VARIABLES POR KILÓMETROS							
PUNTO INICIAL	COCHERA	WONG CALIFORNIA	WONG LARCO	WONG TORTAS	METRO OV. PAPAL	METRO PENTA MALL	METRO PIZARRO
COCHERA	0X11	5.7X12	7.2X13	1.9X14	5.3X15	3.7X16	5.2X17
WONG CALIFORNIA	5.7X21	0X22	1.5X23	6.3X24	1.9X25	4.6X26	4.2X27
WONG LARCO	7.2X31	1.5X32	0X33	5.2X34	1.1X35	3.6X36	2.1X37
WONG TORTAS	1.9X41	6.2X42	5.2X43	0X44	4.3X45	2.4X46	4.1X47
METRO OV. PAPAL	5.3X51	1.9X52	1.1X53	4.3X54	0X55	2.6X56	3.9X57
METRO PENTA MALL	3.7X61	4.6X62	3.6X63	2.6X64	2.6X65	0X66	4.5X67
METRO PIZARRO	5.2X71	3.7X72	2.1X73	4.1X74	2.6X75	3X76	0X77

Fuente: Elaboración propia

La programación se muestra a continuación para la ruta de estaciones de servicio:

Se tiene las variables  $r_k$ , donde  $k=1, 2, 3, \dots$ , etc. por la existencia de  $k$  rutas las cuales recorren todos los puntos de distribución.

Se utiliza una variable binaria  $x_k$ , que indica si es que la ruta es tomada o no, es decir se escoge entre los valores de 0 y 1.

El problema consiste en seleccionar un subconjunto de  $R$  de distancias mínimas que visite exactamente una vez a cada cliente

### Función objetivo

Función objetivo, la cual tiene por fin hallar la ruta optima minimizando las distancia final de esta, como se pueden dar cuenta para los puntos que regresan entre sí como por ejemplo la variables  $x_{11}, x_{22}, x_{33}, x_{44}, x_{55}, x_{66}, x_{77}$  y cuyo distancia seria por consiguiente 0, se les asigno valores muy altos, para que el algoritmo al ser desarrollado los obvie.

### Min:

$999999x_{11}+5.7x_{12}+7.2x_{13}+1.9x_{14}+5.3x_{15}+3.7x_{16}+5.2x_{17}+5.7x_{21}+999999x_{22}+1.5x_{23}+6.3x_{24}+1.9x_{25}+4.6x_{26}+4.2x_{27}+7.2x_{31}+1.5x_{32}+999999x_{33}+5.2x_{34}+1.1x_{35}+3.6x_{36}+2.1x_{37}+1.9x_{41}+6.2x_{42}+5.2x_{43}+999999x_{44}+4.3x_{45}+2.4x_{46}+4.1x_{47}+5.3x_{51}+1.9x_{52}+1.1x_{53}+4.3x_{54}+999999x_{55}+2.6x_{56}+3.9x_{57}+3.7x_{61}+4.6x_{62}+3.6x_{63}+2.6x_{64}+2.6x_{65}+999999x_{66}+4.5x_{67}+5.2x_{71}+3.7x_{72}+2.1x_{73}+4.1x_{74}+2.6x_{75}+3x_{76}+999999x_{77}$

### Sujeto a:

$x_{11}+x_{12}+x_{13}+x_{14}+x_{15}+x_{16}+x_{17}=1$	$X_{14}+X_{45}+X_{51} \leq 2$	$X_{16}+X_{63}+X_{31} \leq 2$
$x_{21}+x_{22}+x_{23}+x_{24}+x_{25}+x_{26}+x_{27}=1$	$X_{14}+X_{45}+X_{52}+X_{21} \leq 3$	$X_{16}+X_{63}+x_{32}+x_{31} \leq 3$
$x_{31}+x_{32}+x_{33}+x_{34}+x_{35}+x_{36}+x_{37}=1$	$X_{14}+X_{45}+X_{53}+X_{31} \leq 3$	$X_{16}+X_{63}+x_{34}+x_{41} \leq 3$
$x_{41}+x_{42}+x_{43}+x_{44}+x_{45}+x_{46}+x_{47}=1$	$X_{14}+X_{45}+X_{56}+X_{61} \leq 3$	$X_{16}+X_{63}+x_{35}+x_{51} \leq 3$
$x_{51}+x_{52}+x_{53}+x_{54}+x_{55}+x_{56}+x_{57}=1$	$X_{14}+X_{45}+X_{57}+X_{71} \leq 3$	$X_{16}+X_{63}+x_{37}+x_{71} \leq 3$
$x_{61}+x_{62}+x_{63}+x_{64}+x_{65}+x_{66}+x_{67}=1$		
$x_{71}+x_{72}+x_{73}+x_{74}+x_{75}+x_{76}+x_{77}=1$	$X_{14}+X_{46}+X_{61} \leq 2$	$X_{16}+X_{64}+X_{41} \leq 2$
	$X_{14}+X_{46}+X_{62}+X_{21} \leq 3$	$X_{16}+X_{64}+x_{42}+x_{21} \leq 3$
$x_{12}+x_{22}+x_{32}+x_{42}+x_{52}+x_{62}+x_{72}=1$	$X_{14}+X_{46}+X_{63}+X_{31} \leq 3$	$X_{16}+X_{64}+x_{43}+x_{31} \leq 3$
$x_{13}+x_{23}+x_{33}+x_{43}+x_{53}+x_{63}+x_{73}=1$	$X_{14}+X_{46}+X_{65}+X_{51} \leq 3$	$X_{16}+X_{64}+x_{45}+x_{51} \leq 3$
$x_{14}+x_{24}+x_{34}+x_{44}+x_{54}+x_{64}+x_{74}=1$	$X_{14}+X_{46}+X_{67}+X_{71} \leq 3$	$X_{16}+X_{64}+x_{47}+x_{71} \leq 3$
$x_{15}+x_{25}+x_{35}+x_{45}+x_{55}+x_{65}+x_{75}=1$		
$x_{16}+x_{26}+x_{36}+x_{46}+x_{56}+x_{66}+x_{76}=1$	$X_{14}+X_{47}+X_{71} \leq 2$	$X_{16}+X_{65}+X_{51} \leq 2$

$x_{17}+x_{27}+x_{37}+x_{47}+x_{57}+x_{67}+x_{77}=1$	$X_{14}+X_{47}+X_{72}+X_{21} \leq 3$	$X_{16}+X_{65}+x_{52}+x_{21} \leq 3$
	$X_{14}+X_{47}+X_{73}+X_{31} \leq 3$	$X_{16}+X_{65}+x_{53}+x_{31} \leq 3$
$x_{12}+x_{21} \leq 1$	$X_{14}+X_{47}+X_{75}+X_{51} \leq 3$	$X_{16}+X_{65}+x_{54}+x_{41} \leq 3$
$x_{13}+x_{31} \leq 1$	$X_{14}+X_{47}+X_{76}+X_{61} \leq 3$	$X_{16}+X_{65}+x_{57}+x_{71} \leq 3$
$x_{14}+x_{41} \leq 1$		
$x_{15}+x_{51} \leq 1$	$X_{15}+X_{52}+X_{21} \leq 2$	$X_{16}+X_{67}+X_{71} \leq 2$
$x_{16}+x_{61} \leq 1$	$X_{15}+X_{52}+X_{23}+X_{31} \leq 3$	$X_{16}+X_{67}+x_{72}+x_{21} \leq 3$
$x_{17}+x_{71} \leq 1$	$X_{15}+X_{52}+X_{24}+X_{41} \leq 3$	$X_{16}+X_{67}+x_{73}+x_{31} \leq 3$
	$X_{15}+X_{52}+X_{26}+X_{61} \leq 3$	$X_{16}+X_{67}+x_{74}+x_{41} \leq 3$
$x_{23}+x_{32} \leq 1$	$X_{15}+X_{52}+X_{27}+X_{71} \leq 3$	$X_{16}+X_{67}+x_{75}+x_{51} \leq 3$
$x_{24}+x_{42} \leq 1$		
$x_{25}+x_{52} \leq 1$	$X_{15}+X_{53}+X_{31} \leq 2$	$X_{17}+X_{72}+X_{21} \leq 2$
$x_{26}+x_{62} \leq 1$	$X_{15}+X_{53}+X_{32}+X_{21} \leq 3$	$X_{17}+X_{72}+x_{23}+x_{31} \leq 3$
$x_{27}+x_{72} \leq 1$	$X_{15}+X_{53}+X_{34}+X_{41} \leq 3$	$X_{17}+X_{72}+x_{24}+x_{41} \leq 3$
	$X_{15}+X_{53}+X_{36}+X_{61} \leq 3$	$X_{17}+X_{72}+x_{25}+x_{51} \leq 3$
$x_{34}+x_{43} \leq 1$	$X_{15}+X_{53}+X_{37}+X_{71} \leq 3$	$X_{17}+X_{72}+x_{26}+x_{61} \leq 3$
$x_{35}+x_{53} \leq 1$		
$x_{36}+x_{63} \leq 1$	$X_{15}+X_{54}+X_{41} \leq 2$	$X_{17}+X_{73}+X_{31} \leq 2$
$x_{37}+x_{73} \leq 1$	$X_{15}+X_{54}+X_{42}+X_{21} \leq 3$	$X_{17}+X_{73}+x_{32}+x_{31} \leq 3$
	$X_{15}+X_{54}+X_{43}+X_{31} \leq 3$	$X_{17}+X_{73}+x_{34}+x_{41} \leq 3$
$x_{45}+x_{54} \leq 1$	$X_{15}+X_{54}+X_{46}+X_{61} \leq 3$	$X_{17}+X_{73}+x_{35}+x_{51} \leq 3$
$x_{46}+x_{64} \leq 1$	$X_{15}+X_{54}+X_{47}+X_{71} \leq 3$	$X_{17}+X_{73}+x_{36}+x_{61} \leq 3$
$x_{47}+x_{74} \leq 1$		
	$X_{15}+X_{56}+X_{61} \leq 2$	$X_{17}+X_{74}+X_{41} \leq 2$
$x_{56}+x_{65} \leq 1$	$x_{15}+x_{56}+x_{62}+x_{21} \leq 3$	$X_{17}+X_{74}+x_{42}+x_{21} \leq 3$
$x_{57}+x_{75} \leq 1$	$x_{15}+x_{56}+x_{63}+x_{31} \leq 3$	$X_{17}+X_{74}+x_{43}+x_{31} \leq 3$
$x_{67}+x_{76} \leq 1$	$x_{15}+x_{56}+x_{64}+x_{41} \leq 3$	$X_{17}+X_{74}+x_{45}+x_{51} \leq 3$
		$X_{17}+X_{74}+x_{46}+x_{61} \leq 3$
$x_{15}+x_{56}+x_{67}+x_{71} \leq 3$	$X_{15}+X_{57}+X_{71} \leq 2$	
$X_{14}+X_{42}+X_{21} \leq 2$	$X_{15}+X_{57}+x_{72}+x_{21} \leq 3$	$X_{17}+X_{75}+X_{51} \leq 2$
$X_{14}+X_{42}+X_{23}+X_{31} \leq 3$	$X_{15}+X_{57}+x_{73}+x_{31} \leq 3$	$X_{17}+X_{75}+x_{52}+x_{21} \leq 3$
$X_{14}+X_{42}+X_{25}+X_{41} \leq 3$	$X_{15}+X_{57}+x_{74}+x_{41} \leq 3$	$X_{17}+X_{75}+x_{53}+x_{31} \leq 3$
$X_{14}+X_{42}+X_{26}+X_{51} \leq 3$	$X_{15}+X_{57}+x_{76}+x_{61} \leq 3$	$X_{17}+X_{75}+x_{54}+x_{41} \leq 3$
$X_{14}+X_{42}+X_{27}+X_{61} \leq 3$		$X_{17}+X_{75}+x_{56}+x_{61} \leq 3$
	$X_{16}+X_{62}+X_{21} \leq 2$	



$X_{14}+X_{43}+X_{31} \leq 2$	$X_{16}+X_{62}+x_{23}+x_{31} \leq 3$	$X_{17}+X_{76}+X_{61} \leq 2$
$X_{14}+X_{43}+X_{32}+X_{21} \leq 3$	$X_{16}+X_{62}+x_{24}+x_{41} \leq 3$	$X_{17}+X_{76}+x_{62}+x_{21} \leq 3$
$X_{14}+X_{43}+X_{35}+X_{51} \leq 3$	$X_{16}+X_{62}+x_{25}+x_{51} \leq 3$	$X_{17}+X_{76}+x_{63}+x_{31} \leq 3$
$X_{14}+X_{43}+X_{36}+X_{61} \leq 3$	$X_{16}+X_{62}+x_{27}+x_{71} \leq 3$	$X_{17}+X_{76}+x_{64}+x_{41} \leq 3$
$X_{14}+X_{43}+X_{37}+X_{71} \leq 3$		$X_{17}+X_{76}+x_{65}+x_{51} \leq 3$
<b>End</b>		
<b>Int 49</b>		

### Restricciones

Las primeras restricciones fueron para evitar que las variables sucedan más de una vez.

Estas restricciones fueron para eliminar el primer subgrupo, evitando así que al ir de un primer punto a segundo punto, el móvil regrese al primer punto

Para eso se usó la condición de que la decisión sea  $\leq 1$

Las restricciones siguientes fueron para eliminar la posibilidad de existencia del segundo subgrupo, evitando que el móvil al ir a un primer punto y luego a un segundo punto, este, regrese al primer punto.

Para esto se utilizó la condición de que la suma de las distintas variables posibles asociadas sean  $\leq 2$ .

Lo mismo ocurre para las restricciones que usamos para eliminar el tercer subgrupo, lo cual impide que el móvil al ir a un primer punto, luego a un segundo y tercero, regrese al punto inicial, sin acaparar todas los puntos necesarios.

Para esto se utilizó la condición de la suma de las distintas variables posibles asociadas sean  $\leq 3$

Expresamos el fin de la programación.

Indicamos que existen 49 variables las cuales son de orden binario.

### Solución

Una vez propuesta las ecuaciones necesarias como función objetivo y las restricciones necesarias, la figura 16, muestra el reporte del programa LINDO que nos da la solución (seleccionados de amarillo) y así hallar las rutas que conformarán la ruta óptima.

OBJECTIVE FUNCTION VALUE		
1)	17.20000	
VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X11	0.000000	999999.000000
X12	0.000000	5.700000
X13	0.000000	7.200000
X14	0.000000	1.900000
X15	0.000000	5.300000
X16	0.000000	3.700000
X17	1.000000	5.200000
X21	0.000000	5.700000
X22	0.000000	999999.000000
X23	0.000000	1.500000
X24	0.000000	6.300000
X25	1.000000	1.900000
X26	0.000000	4.600000
X27	0.000000	4.200000
X31	0.000000	7.200000
X32	1.000000	1.500000
X33	0.000000	999999.000000
X34	0.000000	5.200000
X35	0.000000	1.100000
X36	0.000000	3.600000
X37	0.000000	2.100000
X41	1.000000	1.900000
X42	0.000000	6.200000
X43	0.000000	5.200000
X44	0.000000	999999.000000
X45	0.000000	4.300000
X46	0.000000	2.400000
X47	0.000000	4.100000
X51	0.000000	5.300000
X52	0.000000	1.900000
X53	1.000000	1.100000
X54	0.000000	4.300000
X55	0.000000	999999.000000
X56	0.000000	2.600000
X57	0.000000	3.900000
X61	0.000000	3.700000
X62	0.000000	4.600000
X63	0.000000	3.600000
X64	1.000000	2.600000
X65	0.000000	2.600000
X66	0.000000	999999.000000
X67	0.000000	4.500000
X71	0.000000	5.200000
X72	0.000000	3.700000
X73	0.000000	2.100000
X74	0.000000	4.100000
X75	0.000000	2.600000
X76	1.000000	3.000000
X77	0.000000	999999.000000

Figura 16 Reporte LINDO Solución– Industrias

Fuente: Anexo

Al obtener la solución a través del programa LINDO, se procede a elaborar las rutas según lo que indica la solución. En el reporte generado por LINDO las rutas a utilizar son las que tienen el valor de 1 en la columna VALUE.

Para interpretar la solución dada por el programa debemos recordar que estamos utilizando un sistema binario cuyas restricciones nos darán como resultado un SI o NO, es decir 1 o 0, al analizar la solución entonces podemos verificar las variables a las cuales SI debemos valorar con 1 como respuesta, al hacerlo obtenemos que la ruta óptima, la ruta óptima es según la Tabla 27:

Tabla 26 Ruta óptima industrias

0	X14	X46	X65	X52	X23	X37	X41
COCHERA	WONG TORTAS	METRO PENTA MALL	METRO OV. PAPAL	WONG CALIFORNIA	WONG LARCO	METRO PIZARRO	COCHERA

Fuente: Figura 16

Para unir las 7 rutas se evaluó la menor distancia que existe entre los puntos más cercanos entre ellas y así poder unirlos y formar la ruta óptima.

Entre las rutas, las distancias menores entre puntos cercanos fueron de 17.6 kilómetros, logrando un ahorro aproximado del 15% en recorrido. El figura 17 muestra la ruta ideal.

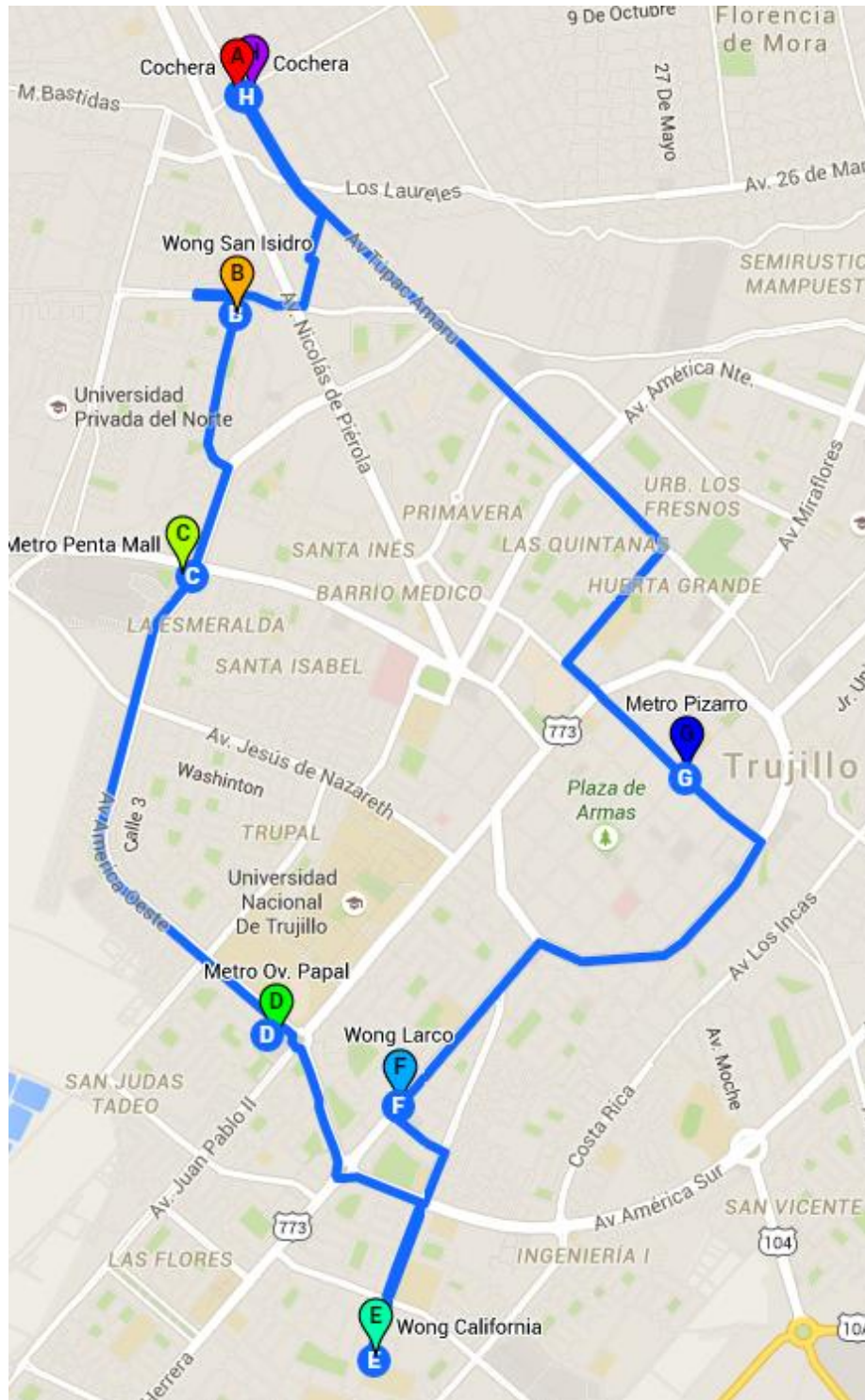


Figura 17 Rutas seleccionadas – Industrias

Anexo Tabla 22 / Google maps (2016)

#### 4.3. Elaborar a través de la Gestión de Operaciones la propuesta de diseño de un Plan de Acción para la operación de despacho de producto

Para poder determinar el objetivo general para el cual se realizó el Plan de Acción, mostrado en la tabla..., se utilizaron como base los problemas o causas raíz analizados mediante el diagrama de Ishikawa y posteriormente valorados a través de la herramienta de Pareto descritos en el capítulo 1, agrupándolos para poder buscar su solución a través de objetivos específicos, para luego poder generar estrategias asociadas a estos, las cuales implicarán ciertas tareas para su cumplimiento satisfactorio.

A continuación, se detalla el contenido del Plan de Acción:

Tabla 27 Plan de acción - Perú GLP S.A.C

Problemas	Objetivo General	Objetivos Específicos	Estrategias	Tareas	Responsable	Indicadores	Costo
Pedidos asignados se hayan muy distantes entre ellos	Mejorar el proceso operativo de despacho de GLP de la unidad cisterna	Mejorar la planificación de despachos de GLP, según clientes, optimizando rutas y tiempos	Clasificar clientes	Clasificar clientes según cantidad de pedidos	Planificador de despachos	Porcentaje de pedidos según tipo de cliente	No implica costo
Exceso de pedidos planificados para la jornada de trabajo				Clasificar clientes según distancia a recorrer para atender	Planificador de despachos	Porcentaje de kilómetros recorridos para despacho, según tipo de cliente	No implica costo
Logística no ha distribuido bien las entregas a realizar para cada unidad			Establecer la ruta óptima de despachos diarios	Generación de ruta óptima a través de Lindo	Chofer y Ayudante	Total de kilómetros recorridos según ruta actual	No implica costo
Falta de un Plan de Acción a seguir				Evaluación de horas laboradas por operarios	Planificador de despachos	Total de kilómetros recorridos según ruta óptima	No implica costo
			Crear un cronograma de despachos semanales	Crear un cronograma semanal para los despachos a los clientes	Planificador de despachos	Cronograma semanal de despacho de producto	No implica costo
Incorrecta comunicación con el cliente para coordinar el despacho		Mejorar la comunicación de los despachos planificados con los clientes retails e industrias	Informar a los Administradores de tienda la importancia del cumplimiento del cronograma para la atención de su requerimiento	Comunicar a los encargados de recibir el producto el cronograma de despacho	Planificador de despachos	Número de clientes notificados con el cronograma de despacho	No implica costo
Fueron visitados fuera de horario					Chofer y Ayudante		

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.1. Objetivo general

Mejorar el proceso operativo de despacho de GLP de la unidad cisterna.

A través del diagnóstico realizado de la situación actual del proceso de la empresa, se obtuvo como resultado del análisis una serie de problemáticas que afectan de manera directa e indirecta en la efectividad del proceso del despacho, por lo que el objetivo general de este plan de acción es mejorar dicho proceso.

#### 4.3.2. Objetivos específicos

Los objetivos específicos fueron logrados mediante una serie de herramientas de calidad, por medio de las cuales se lograron identificar las principales causas del problema de despacho y se establecieron una serie de recomendaciones o propuestas para darle fin a dicha problemática, las cuales fueron:

- Mejorar la planificación de despachos: que tiene como actor principal a la empresa misma y sus recursos para el proceso en sí, en este caso los operarios, las rutas y los cronogramas de entrega.
- Mejorar la comunicación con el cliente: cuyo actor principal es el cliente, el cual debe tomar conciencia de que las coordinaciones realizadas deben ser respetadas por ambas partes, para lo cual es indispensable ponerlos en conocimiento.

#### 4.3.3. Estrategias

Las estrategias a seguir para el cumplimiento del objetivo específico de Mejora de la planificación de despachos fueron:

- Clasificación de clientes
- Establecimiento de Ruta óptima de despachos
- Creación de un cronograma de despacho semanal

La estrategia a seguir para el cumplimiento del objetivo de Mejora de la comunicación con el cliente fue:

- Información a los administradores de tienda la importancia del cumplimiento del cronograma para su debida atención

#### 4.3.4. Tareas

Para poder darle un desarrollo eficiente a las diversas estrategias planteadas se designaron ciertas tareas como:

##### **Clasificación de clientes según cantidad de pedidos**

Para esto nos basamos en la data histórica de pedidos de la unidad, la cual se hace mención en la tabla 05 de la presente investigación, de la cual obtenemos la siguiente figura:

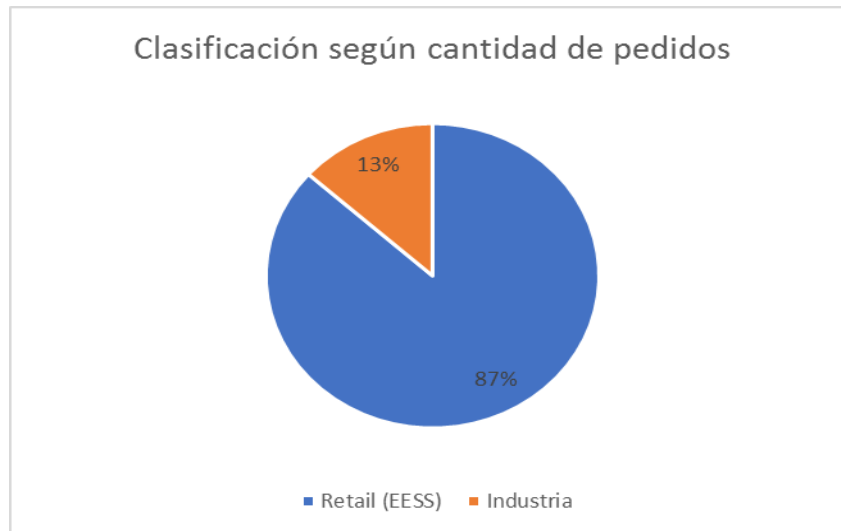


Figura 18 Clasificación según cantidad de pedidos

Fuente: Anexo

Podemos observar que el sector Retail (EESS) posee un 87% a comparación de un 13% del sector Industrias, lo cual nos da como conclusión que nuestra prioridad para la planificación está ubicada en el sector Retail.

### Clasificación de clientes según distancias a recorrer para su atención

Para poder clasificar a nuestros clientes según la cantidad de distancias que se necesitan recorrer para su atención nos apoyaremos en los datos de la Tabla 06 Servicios en estudio mes de Mayo-Setiembre, obteniendo los siguientes resultados.

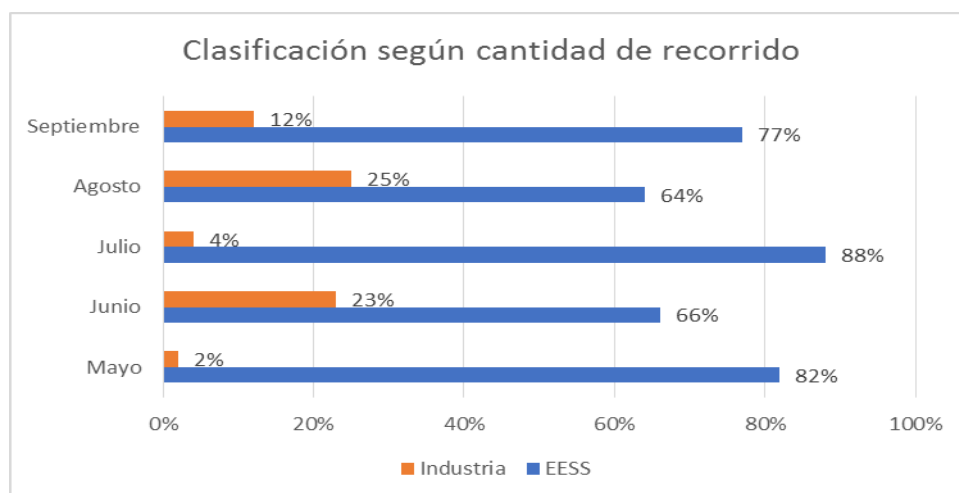


Figura 19 Clasificación según cantidad de recorrido

Fuente: Anexo tabla 06

Como se puede observar en la Figura podemos apreciar que la parte más significativa de kilómetros recorridos son para poder brindar el servicio de despacho a nuestros clientes de las EESS (estaciones de servicio).

### Hallar la ruta óptima para el proceso de despacho

En el capítulo anterior de esta investigación se hallaron las rutas óptimas para nuestros distintos clientes. Véase tabla 23 y 27.

### Evaluación de horas laboradas por operarios

A continuación, se presenta la tabla de totales de horas extras laboradas por los operarios, estos datos proceden del análisis de la información histórica vista en el Anexo B5.

Tabla 28 Total de horas extras Periodo Mayo-Setiembre 2016

CARGO	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
CHOFER	42.10	8.20	31.70	4.30	37.20
OPERARIO	17.30	8.60	19.50	7.00	13.90
TOTAL (horas)	59.40	16.80	51.20	11.30	51.10

Fuente: Anexo B5

Como podemos apreciar en la tabla 29, observamos que los operarios están laborando demasiadas horas extras con un mínimo de 11.30 horas en el mes de Agosto y un máximo de 51.20 horas en el mes de Julio, lo cual se ve reflejado en los costos directos de mano de obra, como se puede apreciar en la siguiente tabla 30, la cual resulta del análisis de la información histórica expuesta en el ANEXO B5.

Tabla 29 Total de Soles por horas extras en el periodo Mayo - Setiembre 2016

CARGO	SUELDO	VALOR HORA	TOTAL
CHOFER	S/. 1,800.00	S/. 7.50	S/. 870.00
OPERARIO	S/. 1,200.00	S/. 5.00	S/. 306.50
<b>TOTAL</b>			S/. 1,176.50

Fuente: Anexo B5



Cabe resaltar que el método de pago de las horas extras es:

- De 0 a 2 horas extras por turno: Valor de hora \* S/.1.25
- Más de 2 horas extras por turno: Valor de hora \* S/.1.35
- Domingos y feriados: Valor de hora \* S/.2.00

### **Creación de un cronograma semanal de despachos a clientes**

Para esto tendremos como primer paso conocer las distintas capacidades de recepción de producto de nuestros clientes, así como definir las cantidades de producto a despacharse en cada entrega, teniendo en cuenta que la capacidad física de la unidad cisterna es de un máximo de 5100 Gal de producto.

Para poder establecer las horas en las que se encontrarán en cada punto procederemos a ordenarlas según la ruta óptima ya hallada, definiendo ciertas características como:

- Distancias: cantidad de Km entre punto de inicio y punto subsecuente de despacho
- Tiempo: tiempo de recorrido del punto de inicio al punto subsecuente de despacho, hallado a través de la distancia y la velocidad de la unidad cisterna, la cual se desplaza a un promedio de 25 km/h
- Tiempo de descarga: es el tiempo que la unidad demora en el proceso directo de descarga de producto en el tanque del cliente receptor, para esto utilizamos la cantidad de producto designada para cada cliente y lo dividimos entre la velocidad promedio de descarga de la unidad cisterna, la cual es de 35 Gal/min
- Tiempo operativo: es el tiempo que la unidad demora tanto para instalar y desinstalar los medios de descarga de producto, y de seguridad, así como para facturar una vez concluida la descarga, para esto se establecieron tiempos promedios para cada uno de nuestros grupos de clientes. Para las EESS se establecieron 15 min promedio y para las Industrias un promedio de 30 min.
- Tiempo de abastecimiento de combustible: el cual se desarrollará después de terminado el último despacho en la misma EESS, y antes de iniciar la ruta hacia la cochera, para lo cual se estableció un tiempo promedio de 30 min.

Una vez analizados todas estas características se procedió a diseñar el cronograma de despachos semanal, el cual se muestra a continuación en la tabla 30.

Tabla 30 Programación de despachos

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
07:00	Cochera	Cochera	Cochera	Cochera	Cochera	Cochera	Descanso
07:30	Los Postes	Los Postes	Wong Tortas	Los Postes	Los Postes		
08:00			Penta Mall				
08:30	Unión	Unión	Metro Ov. Papal	Unión	Unión		
09:00							
09:30	España	España	Wong California	España	España		
10:00							
10:30	La Perla	La Perla	Wong Larco	La Perla	La Perla		
11:00							
11:30	Moche	Moche	Metro Pizarro	Moche	Moche		
12:00							
12:30	El Golf	El Golf	Cochera	El Golf	El Golf		
13:00							
13:30	Cochera	Cochera	Cochera	Cochera	Cochera		
14:00							
14:30	Cochera	Cochera	Cochera	Cochera	Cochera		
15:00							
15:30	Cochera	Cochera	Cochera	Cochera	Cochera		
16:00							
16:30	Cochera	Cochera	Cochera	Cochera	Cochera		
16:30							

Fuente: Elaboración propia

Podemos apreciar que al finalizar la semana todas las EESS e Industrias, serán atendidas, y que para esto los operarios de la unidad no deberán realizar horas extras, si no que por el contrario estarán dentro del marco de las 48 horas máximo semanales.

Otro factor importante a tener en cuenta es que la capacidad de atención a nuestros clientes se podrá incrementar con el cumplimiento del Plan de Acción, como a continuación se muestra en la tabla 32.

Tabla 31 Cantidad de pedidos planificados

Servicio	Retail (EESS)	Industria
Cantidad	6	6
Pedidos Planificados	130	24
Promedio pedidos	123	19

Fuente: Tabla 05, tabla 31

Si comparamos estas cantidades con las actuales, Véase Tabla 4, podemos verificar que:

- La capacidad de atención a los clientes Retail, aumentó en un 6%.
- La capacidad de atención a los clientes Industria aumentó en un 26%

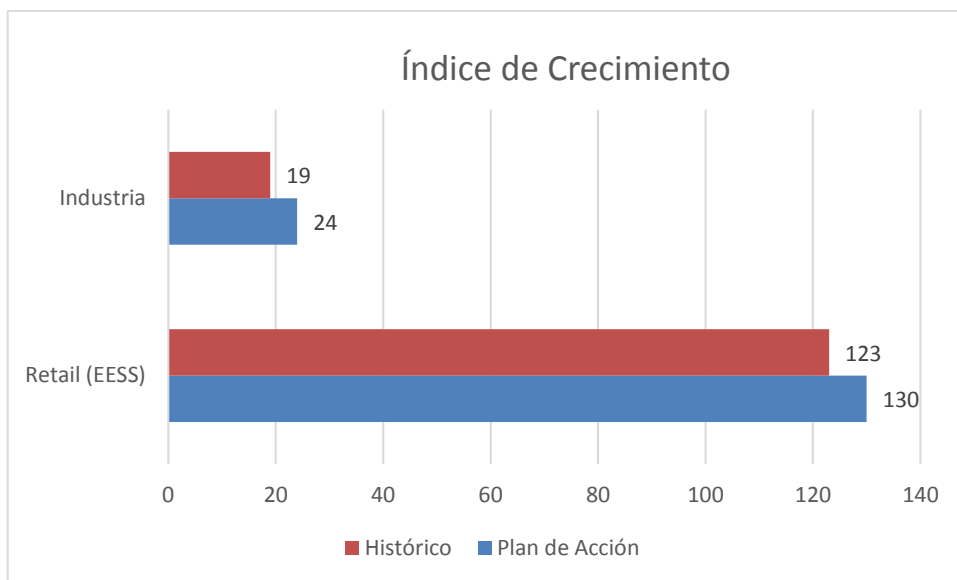


Figura 20 Índice de crecimiento

Fuente: Tabla 32, Cantidad pedidos planificados

#### 4.3.5. Comunicar a los encargados de la recepción del producto el cronograma de despacho

Para esto se utilizarán 3 vías:

- Internet: a través del email del planificador de despachos, se emitirá vía e-mail el cronograma al encargado de recepción, del producto.
- Papel: al llegar al punto de entrega el chofer o ayudante le hará entrega al encargado el cronograma impreso en papel, indicando que es el cronograma de despachos semanal a seguir.
- Teléfono: el ayudante de cisterna deberá coordinar la confirmación de despacho a la hora programada en el cronograma una parada antes de llegar.

#### 4.4. Evaluar la rentabilidad de la operación de despacho utilizando el Plan de acción y compararla con la situación actual

##### 4.4.1. Costos

- Vehículo cisterna articulado de mercancías peligrosas (gases).

Mercancías peligrosas: gases Costes directos a 30 de Setiembre de 2016

Hipótesis del cálculo:

Kilómetros Mayo-Setiembre 2016	=	6855.60	100.0%
Kilómetros con carga	=	5484.48	80.0%
Kilómetros sin carga	=	1371.12	20.0%

Tabla 32 Costos directos de la operación

<b>COSTES DIRECTOS DEL PERIODO</b>			
<b>Descripción</b>		<b>Soles(S/.)</b>	<b>Distribución (%)</b>
<b>Costes directos</b>		<b>S/. 31,587.16</b>	100%
<b>Costes por tiempo</b>		S/. 18,127.44	57%
Amortización del vehículo			0%
Financiación del vehículo			0%
Personal de conducción y apoyo	S/.	18,127.44	57%
Seguros			0%
<b>Costes kilométricos</b>	S/.	13,459.72	43%
Combustible	S/.	9,054.72	29%
Neumáticos	S/.	1,835.00	6%
Mantenimiento	S/.	1,550.00	5%
Reparaciones	S/.	1,020.00	3%
<b>kilometraje Mayo-Setiembre</b>		6855.6	Km
<b>kilometraje periodo con carga</b>		5484.48	Km
<b><u>Costes unitarios</u></b>			
Costes directos (S/. / km recorrido)		S/. 4.61	
Costes directos (S/. / km cargado)		S/. 5.76	
<b><u>Costes unitarios</u></b>			
Costes kilométricos (S/. / km recorrido)		S/. 1.96	
Costes kilométricos (S/. / km cargado)		S/. 2.45	

Fuente: Elaboración propia

Es así como podemos obtener datos importantes para el desarrollo de la investigación, como son:

- **Costo kilométrico:** el cual hallamos al dividir el total de costos kilométricos (en el cual están incluidos los costos por combustible, neumáticos, reparaciones, etc.) sobre la cantidad total de kilómetros recorridos para despacho.
- **Costo directo:** el cual hallamos al dividir el total de costos operativos, el cual además de cubrir los costos kilométricos incluye también los costos por mano de obra, sobre la cantidad total de kilómetros recorridos para despacho.

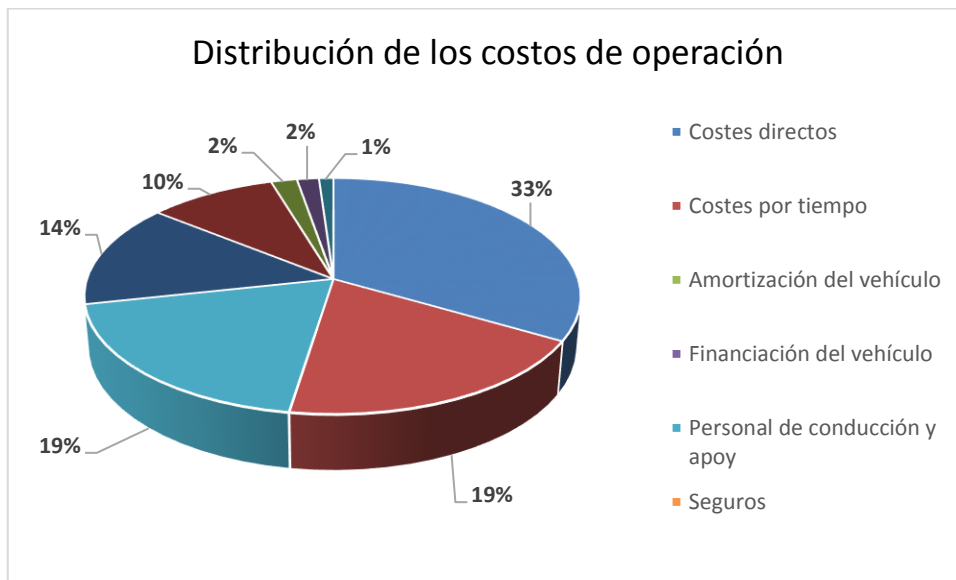


Figura 21 Distribución de los costos

Fuente: Anexo Tabla 28 Costos directos de la operación

En esta figura 20, podemos apreciar que las mayores significancias de los costos operativos se dan por los costos por mano de obra y por combustible.

#### 4.4.2. Evaluación cuantitativa

La tabla 34, muestra la situación actual del reparto de las estaciones de servicio y las industrias con respecto a la distancia recorrida por el transportista.

Tabla 33 Distancia recorrida actual

Servicio	Estaciones de servicio	Industrias
Distancia Recorrida (km.)	41.15	20.7

Fuente: Anexo B 1 lista de clientes de la empresa Perú GLP SAC

La tabla 35, muestra las distancias recorridas al aplicar el algoritmo de TSP.

Tabla 34 Distancia recorrida óptima

Servicio	Estaciones de servicio	Industrias
Distancia Recorrida (km.)	34.1	14.98

Fuente: Tabla 23,27

#### 4.4.3. Evaluación de rendimientos

La tabla 36, muestra los rendimientos promedio, costo en soles del kilómetro recorrido(S/Km), el rendimiento del combustible por kilómetro recorrido (Km/Gal) y el costo por galón consumido(S/Gal).

Tabla 35 Rendimientos del camión cisterna

Mes	Kilómetros	Cargas	Galones	S/. /Km	Km/gal	S/./gal
Abril	1200	S/. 1,717.03	167.75	S/. 1.43	7.15	S/. 10.24
Mayo	989.8	S/. 1,076.14	106	S/. 1.09	9.34	S/. 10.15
Junio	1268.3	S/. 1,616.86	157.136	S/. 1.27	8.07	S/. 10.29
Julio	1416	S/. 2,096.81	211.025	S/. 1.48	6.71	S/. 9.94
Agosto	1424.9	S/. 1,533.27	162.449	S/. 1.08	8.77	S/. 9.44
Septiembre	1104	S/. 1,014.61	106.326	S/. 0.92	10.38	S/. 9.54
<b>Promedio</b>				<b>S/. 1.21</b>	<b>8.40</b>	<b>S/. 9.93</b>

Fuente: Anexo / Elaboración propia.

#### 4.4.4. Situación Actual

Distribución de participación en los kilómetros totales de los servicios escogidos para el análisis,

Tabla 36 Participación de los kilómetros consumidos

Servicio	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Promedio
EESS (grifos)	82%	59%	88%	64%	77%	74%
Industria	15%	13%	8%	11%	12%	12%

Fuente Anexo Tabla 05

En la Tabla 36 podemos apreciar el porcentaje de participación de cada tipo de cliente, al comparar la cantidad de Km recorridos sobre la cantidad de pedidos despachados respectivamente.

Tabla 37 Galones consumidos EESS / industrias

Mes	Km/gal	S./gal	EESS(km)	Industrias(km)	Gal. Consumidos EESS	Gal. Consumidos Industrias
Mayo	9.34	S/. 10.15	816.4	152.8	87.430	16.364
Junio	8.07	S/. 10.29	1002.4	166.2	124.192	20.591
Julio	6.71	S/. 9.94	1244.23	116.9	185.426	17.421
Agosto	8.77	S/. 9.44	909.504	153.2	103.690	17.466
Septiembre	10.38	S/. 9.54	846.982	129.01	81.573	12.425

Fuente Anexo histórico de recorridos

En la tabla 38 pudimos hallar la cantidad de galones consumidos para cada tipo de cliente, ya sea EESS o Industria, y esto al relacionar los datos de cantidad de kilómetros recorridos para los despachos, con el rendimiento de Km/Gal hallado en la Tabla 36.

#### 4.4.5. Costos actuales vs costos óptimos

Para poder hallar los costos actuales del período usaremos como factor multiplicador al costo directo, cantidad de soles por kilómetro recorrido para despacho, por cada una de las cantidades de kilómetros recorridos por la unidad para la operación, dando como resultado la cantidad de soles usados por cada mes. A continuación:

Factor, S. /km S/. 5.76

Tabla 38 Total de costos directos, Periodo Mayo - Setiembre 2016

Mes	Kilómetros recorridos		Periodo Actual			
	EESS(km)	Industrias(km)	EESS(km)	Industrias(km)		
<b>Mayo</b>	816.40	152.80	S/.	4,701.95	S/.	880.03
<b>Junio</b>	1002.40	166.20	S/.	5,773.19	S/.	957.21
<b>Julio</b>	1244.23	116.90	S/.	7,165.98	S/.	673.27
<b>Agosto</b>	909.50	153.20	S/.	5,238.17	S/.	882.34
<b>Setiembre</b>	846.98	129.01	S/.	4,878.08	S/.	743.02
			S/.	27,757.38	S/.	4,135.86
	<b>Total</b>				S/.	31,893.25

Fuente: Elabora

En la tabla 39 obtuvimos como resultado total del costo directo de la operación por el período Mayo-Setiembre la cantidad de S/. 31,893.25 soles.



### Total de costos directos siguiendo el Plan de Acción

Al poner en marcha el Plan de Acción, podemos darnos cuenta de que algunos costos operativos de significancia, como lo es el de la mano de obra disminuyen, esto debido a que con el nuevo cronograma de trabajo implementado los operarios podrán laborar sus 48 horas regulares, estipuladas en su contrato.

Tabla 39 Costos directos del plan de acción

#### COSTES DIRECTOS DEL PLAN DE ACCIÓN

Descripción	Soles(S/.)	Distribución (%)
Costes directos	<b>S/. 29,372.06</b>	100%
Costes por tiempo	S/. 16,950.94	58%
Amortización del vehículo		0%
Financiación del vehículo		0%
Personal de conducción y apoyo	S/. 16,950.94	58%
Seguros		0%
Costes kilométricos	S/. 12,421.13	42%
Combustible	8016.13	27%
Neumáticos	S/. 1,835.00	6%
Mantenimiento	S/. 1,550.00	5%
Reparaciones	S/. 1,020.00	3%
<b>kilometraje Mayo-Setiembre</b>	<b>6855.6</b>	
<b>kilometraje periodo con carga</b>	<b>4855.40</b>	
<u>Costes unitarios</u>		
Costes directos (S/. / km recorrido)	<b>S/. 4.28</b>	
Costes directos (S/. / km cargado)	<b>S/. 6.05</b>	
<u>Costes unitarios</u>		
Costes kilométricos (S/. / km recorrido)	<b>S/. 1.81</b>	
Costes kilométricos (S/. / km cargado)	<b>S/. 2.56</b>	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 40 se puede observar que el costo directo por kilómetro recorrido para despacho aumentó en comparación con el del sistema actual, esto debido a que con este nuevo Plan se realizan más despachos y por consiguiente se consume más combustible ya que se recorren más kilómetros, véase Tabla 29.

A continuación, hallaremos el costo total directo al usar el Plan de acción, para esto usaremos el nuevo factor de costo directo de S/. 6.05 soles.

Tabla 40 Total de costos directos del plan de Acción

Mes	Km recorridos Plan de Acción		Costo con Plan de Acción		
	EESS(km)	Industrias(km)	EESS(km)	Industrias(km)	
<b>Mayo</b>	676.53	129.92	S/. 4,092.58	S/.	785.91
<b>Junio</b>	830.66	141.31	S/. 5,024.99	S/.	854.84
<b>Julio</b>	1031.06	99.39	S/. 6,237.27	S/.	601.27
<b>Agosto</b>	753.68	130.26	S/. 4,559.30	S/.	787.97
<b>Septiembre</b>	701.87	109.69	S/. 4,245.88	S/.	663.55
			S/. 24,160.03	S/.	3,693.54
<b>Total</b>				S/.	<b>27,853.57</b>

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 41 obtuvimos como resultado total del costo directo de la operación utilizando el Plan de Acción el período Mayo-Septiembre la cantidad de S/. 27,853.57 soles.

### Comparación de Utilidades

Para comparar las utilidades utilizaremos como base los 400 soles que cobra la empresa por el transporte de GLP a cada estación o industria, multiplicándola por la cantidad total de despachos realizados por mes, y restándole los costos hallados anteriormente para cada uno de los sistemas, tanto el actual, como el diseñado en el Plan de Acción.

Tabla 41 Diferencia de Utilidades Actual / Plan de Acción

Análisis		Cantidad pedidos	Soles	Total Soles	Costo Directos	Utilidad
Actual	Industria	19.00	S/. 7,600.00	S/. 56,800.00	S/. 31,896.73	S/. 24,903.27
	EESS	123.00	S/. 49,200.00			
Plan de Acción	Industria	24.00	S/. 9,600.00	S/. 61,600.00	S/. 27,853.57	S/. 33,746.43
	EESS	130.00	S/. 52,000.00			
					Diferencia	S/. 8,843.16

La tabla 41 nos da como resultado que con el Plan de Acción la utilidad de la empresa podrá incrementarse en S/. 8,843.16 soles mensuales.

## CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN

- Al evaluar la problemática y situación actual en PERÚ GLP S.AC. Trujillo, mediante un diagrama de Ishikawa, se encontró que el proceso de despachos tiene problemas muy significativos, es por ellos que se propone herramientas como el diseño de rutas Óptimas para reducir estos tiempos que generan poca producción diaria; de la misma manera (Lugo Oré, 2012) en su tesis, determina que una buena distribución genera una reducción en los costos significativamente y al mismo tiempo una optimización eficiente de los despachos, en su caso correspondió al proceso de despachos de productos de belleza. La metodología usada es adecuada pues como afirma Ishikawa, el diagrama que lleva su nombre, permite identificar y presentar sistemáticamente todas las causas posibles de un problema. (Ishikawa, 1988).
- El mapeo de clientes permitió ubicarlos geográficamente en Google MAPS y hallar la distancia real por carretera que realiza el origen al visitar cada uno de los destinos, esto facilitó la unión de los clientes por cercanía de puntos y permitió formar la ruta óptima para el algoritmo de viajero frecuente; sin embargo, la investigación realizada por (Carbonel Namay, 2015) consideró la decisión de elegir 05 rutas en las zonas urbanas (algoritmo de pétalos) y la cognición humana de optar por la ruta modelada en el sistema; este análisis permitió que la elección de ruta sea por viajero frecuente pues no contamos con varios clientes en una misma zona, por lo consiguiente el uso del algoritmo del viajero frecuente (Miller, y otros, 1960).
- De acuerdo al análisis de costos totales durante los meses de Mayo del año 2016 hasta Septiembre del año 2016, siempre hay presente el uso de horas extras para cubrir las atenciones y de igual manera no se terminan las atenciones programadas, por ende una utilidad neta mensual muy baja y los costos de operación muy altos; Lawrence Gitman, en su libro titulado Principio de Administración Financiera, aporta que cuanto más alto son los costos en una empresa, la utilidad neta se ve afectada, por lo tanto dice que si el rendimiento de los activos es alto, es mucho mejor. (Lawrence J., 2003).
- Se hallaron 6 problemas que son los potenciales que encierran la mayor frecuencia de reclamos y por ende generan insatisfacción en los clientes. Este resultado se obtuvo a través de un análisis de una base de datos históricos utilizando el Diagrama de Pareto, para lo cual se seleccionaron los problemas con mayor frecuencia y cuya frecuencia acumulada sumaba el 80%, esta técnica usada por Josue Medina en su trabajo de investigación con la cual reconoció las causas más probables de insatisfacción de sus clientes fue de gran apoyo para dar claridad a este punto. Pareto es una herramienta que proporciona una visión simple y rápida de la importancia relativa de los problemas y permite centrarse en los aspectos

cuya mejora tendrá más impacto, optimizando por tanto los esfuerzos. (Juran, The Non-Pareto Principle: Mea Culpa).

- Para la implementación de la Optimización de la ruta, basado en la el modelo del Viajero frecuente, elaboramos un Plan de implementación, para lo cual utilizamos como herramienta un cronograma y el formato de programación de despachos, en el cual se dividen las etapas del planteamiento, se proponen responsables por etapas y el tiempo que cada una de éstas nos tomarán, el Mg. Berglund, Magnus y Jönsson, Anna de la Universidad de Halmstad utilizaron esta herramienta para el mismo objetivo de elaborar un planteamiento en la implantación de la norma ISO 9001:2015 en una empresa de manufactura en Landeryd, Suecia. El cronograma, por lo tanto, es una herramienta muy importante en la gestión de proyectos. Puede tratarse de un documento impreso o de una aplicación digital; en cualquier caso, el cronograma incluye una lista de actividades o tareas con las fechas previstas de su comienzo y final. (Julián Pérez Porto y María Merino. Publicado: 2011. Actualizado: 2014) (<http://definicion.de/cronograma/>)
- En la evaluación de los costos operacionales posterior a la implementación, se logra observar un crecimiento de los indicadores, para tal evaluación se tomó como referencia los costos de los meses de mayo a septiembre donde los costos de operación fueron S/. 31893.25 soles, comparando los resultados antes y posteriores a la implementación, hay incremento de 1.22% en los ingresos, así como una disminución del 100% en los costos operacionales en el concepto de horas extras y sobre tiempo.

## CONCLUSIONES

- Se logró diseñar un modelo de ruta óptima a seguir con la herramienta TSP, utilizando la Investigación de Operaciones, para satisfacer las necesidades de abastecimiento de nuestros clientes, mejorando así el sistema actual.
- Se logró diseñar un Plan de Acción, a través de la Gestión de Operaciones, que permite contrarrestar los mayores problemas encontrados en el proceso operativo de despacho de GLP.
- La empresa cuenta con múltiples problemas, de los cuales el 80% afectan principalmente al proceso operativo de despacho de GLP, generando inconvenientes tanto en los operarios de la empresa, como en sus clientes.
- La optimización de rutas para una empresa de transporte de Gas Licuado de Petróleo se basa en gran parte en un modelo teórico, pero es fundamental tomar en cuenta el factor empírico para ajustar a la realidad el modelo con mayor exactitud
- El ahorro en costos de mano de obra para el período estudiado, aplicando el Plan de acción, es de S/ 1,176.50 reduciendo las horas extras laboradas, no solo satisfaciendo la parte económica del estudio, si no a su vez resolviendo el problema de las largas jornadas laboradas de los operarios.
- El ahorro en costos kilométricos (combustible, neumáticos, reparaciones, mantenimiento) es de S/ 1,038.59, cabe resaltar que siguiendo el Plan de acción la unidad tendrá un 6% de mayor alcance en despachos a los clientes retails, y un 26% de mayor alcance en despachos a los clientes industrias, lo cual no solo verifica un ahorro en la parte económica, sino que a su vez incrementa la rentabilidad de manera directa al poder atender más despachos con menor costo.
- La implementación del modelo no implica un valor presente. Significa un ahorro de más del 13% respecto a los costes directos de operación. Esto genera un atractivo grande para cualquier directivo, y también se encuentra alineado a los resultados de las variables financieras halladas.
- La ejecución y puesta en marcha del Plan de Acción, brinda un ahorro para que la empresa pueda evitar la sobrecarga de horas de trabajo tanto de la unidad móvil (camión cisterna) a través del uso de la ruta óptima, como de los operarios (chofer y auxiliar) a través del seguimiento del cronograma creado para cumplir el contrato durante su duración 2015-2020.
- Al evaluar la rentabilidad de la operación de despacho actual vs la rentabilidad aplicando el diseño de ruta óptima conjuntamente con el Plan de Acción, se pudo verificar que con ésta última la rentabilidad se incrementó en S/. 8,843.16, lo que viene siendo más de un 35% de incremento, con un costo de inversión nulo.

## RECOMENDACIONES

Es de suma relevancia para todos los empresarios transportistas, grandes y pequeños, tener información detallada de la operación y de las rutas realizadas por sus unidades, para poder alcanzar el desarrollo estructural de la empresa propiciando la innovación empresarial en los aspectos de modernización y eficiencia. Esto les permitiría con mayor facilidad la puesta en marcha de las siguientes acciones:

- Implementar el registro en digital, Excel o algún software que nos ayude a crear la base de datos, de datos importantes para la empresa y la operación en si, como: datos de carga, descarga, cantidad de galones, kilometraje, horómetro, tiempos de descarga y carga, lugares y fecha donde se realiza la operación.
- Mejorar la presente investigación incorporando las zonas de carga y descarga omitidas en el presente trabajo, para poder así en conjunto con lo ya estudiado lograr optimizar los modelos de ruta a un nivel superior.
- Iniciar un estudio detallado de los kilómetros recorridos fuera de las operaciones de carga y descarga, ya que en algunos meses llego a tener una participación de hasta el 25% del recorrido total de la unidad cisterna, lo cual es preocupante y un factor clave para mejorar la rentabilidad.

Sobre la base de los resultados del análisis de los rubros que comprenden los elementos del Costo, se ha detectado que los Costos de Operación son uno de los de mayor incidencia en el Costo Total, por eso la importancia de este proyecto, para tratar de reducirlos a través de rutas óptimas.

Existen también otras recomendaciones básicas las cuales nos ayudaran a mejorar la rentabilidad, a continuación, se presentan sugerencias muy básicas, pero también muy valiosas para enfocar esfuerzos en los aspectos administrativos y técnicos para alcanzar el objetivo de reducir costos.

### 1. Optimización de Combustibles.

El combustible es uno de los elementos de mayor proporción en los Costos Variables del Transporte, por lo cual se considera indispensable buscar optimizar al máximo el uso del mismo, buscando reducir costos por este concepto, y para el efecto se presentan algunas sugerencias a continuación:

Es necesario que los conductores sean capacitados para operar los vehículos de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes; especialmente en cuanto a las revoluciones del motor que utiliza cada vehículo.

Es también recomendable chequear el sistema de inyección de combustible de los vehículos (Bomba de Inyección, Turbo e Inyectores) periódicamente en un laboratorio confiable y de prestigio para tener seguridad de que el trabajo de calibración de esos componentes sea el adecuado con relación a las especificaciones del motor, para

alcanzar un mejor rendimiento de este recurso.

Nunca se deben usar combustibles que se obtienen en lugares no autorizados, ya que pueden estar contaminados con otros productos, lo que ocasiona daños y mal funcionamiento del motor del vehículo, generando gastos adicionales en reparaciones y reemplazo de piezas.

Se debe evitar sobrecargar los vehículos ya que al hacerlo se consumen mayores cantidades de combustible en la operación del motor.

Se deben utilizar filtros de combustible de buena calidad y se deben limpiar frecuentemente los tanques y el sistema de alimentación para evitar fallas en el sistema de inyección y mejor rendimiento.

## 2. Optimización en el uso de las Llantas.

Las llantas constituyen otro elemento que tiene un gran impacto en los Costos del Transporte, por lo cual es muy importante buscar su mejor aprovechamiento con miras a la reducción de costos.

Se deben usar llantas de buena calidad para alcanzar un buen rendimiento en su uso, en la actualidad existen muchas marcas y varias calidades, pero es aconsejable usar marcas reconocidas de alto rendimiento aun cuando los precios son mayores, la utilización es también mucho mayor. No emplee llantas que ya han sido usadas, esto generalmente resulta más caro y se corren riesgos adicionales de accidente por rotura de llantas en las carreteras.

Para evitar desgastes acelerados en el uso de las llantas es recomendable tomar las acciones siguientes: verificar constantemente la presión de aire de acuerdo a las especificaciones del fabricante le puede evitar hasta un treinta por ciento del desgaste normal (esto también contribuye a mejorar el rendimiento del combustible, el buen funcionamiento de los frenos así como a evitar accidentes) alinear los ejes de los vehículos, mantener los tensores de los ejes en perfecto estado, los sujetadores de los resortes como lañas y tornillos de centro deben revisarse constantemente.

La graduación de frenos y el chequeo de las válvulas de aire del sistema, debe hacerse frecuentemente para evitar desgastes mayores de las llantas por mal funcionamiento del sistema de frenos.

3. Utilización de productos y servicios de buena calidad

Es muy recomendable usar productos y servicios de buena calidad, más aún en el transporte, debido a los riesgos de fallas mecánicas en carretera ya que los tiempos de paro por reparaciones son muy costosos en esta actividad. Para el mejor rendimiento de repuestos, lubricantes, accesorios y otros insumos es mejor utilizar reemplazos nuevos de marcas prestigiosas, ya que al final se minimizan los paros de los vehículos por desperfectos mecánicos y por lo tanto se reducen costos al tener mayor disponibilidad de las unidades de transporte para el trabajo.

Se recomienda utilizar lubricantes del tipo multigrado, pues son los que mejor rinden para los motores, diferenciales y cajas de velocidades de los vehículos de transporte, tomando en cuenta sus especificaciones su rendimiento es hasta del 80% más que los de tipo corriente y sus precios son mayores en sólo un 40%. Es por ello que se hace importante la utilización de lubricantes de la mejor calidad ya que además de tener un impacto favorable en el costo también se tiene una mayor garantía para el funcionamiento de las partes en que se usan.

La calidad de la mano de obra en las reparaciones es también un factor muy importante en los costos de operación de las flotas de transporte, por lo tanto, se sugiere contratar personal altamente calificado para los trabajos de reparación y mantenimiento de los vehículos, esto redundará grandemente en la obtención de menores tiempos perdidos por fallas mecánicas a consecuencia de reparaciones defectuosas.

4. Sugerencias en aspectos administrativos.

Es muy importante tomar en cuenta que en la actualidad las empresas se miden en función de sus resultados económicos, o sea la utilidad que generan en su funcionamiento como entes productivos servicios. De ahí que los resultados económicos sean el reflejo de las políticas de administración que se han implementado en cada empresa. La competencia empresarial es amplia todas las actividades de la economía, es por ello que se recomienda el establecimiento de políticas administrativas adecuadas para obtener mejores resultados.

En el caso del transporte por carretera se evidencia la urgente necesidad de buscar soluciones conjuntas de los empresarios del sector a la inmensa cantidad de variables que debilitan su estructura y lo hacen muy sensible en varios aspectos, especialmente en el estancamiento que presenta a causa de la existencia de una exagerada cantidad de pequeños empresarios que operan libremente y que no aplican políticas administrativas para mejorar sus procesos con miras a alcanzar el desarrollo empresarial particular y



consecuentemente sectorial, con estándares de modernización y eficiencia operativa.

Por esto último, se sugiere tomar las acciones siguientes:

- Aplicar tarifas de fletes en función de todos los costos, tomando en consideración todos los impuestos que se pagan y la utilidad suficiente para la permanencia de la empresa en el mercado buscando la modernización empresarial y de los equipos de transporte.
- Analizar, controlar y verificar minuciosamente los gastos que se hacen en cada uno de los recorridos de los vehículos y proporcionar a los conductores la cantidad exactamente necesaria para cubrirlos.
- Mantenerse informado de todas las nuevas disposiciones que regulan la actividad del transporte con el propósito de conocer oportunamente los cambios en los procedimientos que rigen en esta materia.
- Establecimiento de políticas de administración relacionadas a la contratación de personal apto para cada una de las funciones de la empresa, y con mayor énfasis en lo referente a los conductores, operarios y mecánicos calificados.

De igual manera se sugiere a los directivos de la empresa tomar en cuenta los resultados del estudio y en base a ello poner en práctica las estrategias necesarias para mejorar la satisfacción de sus clientes, puede tomar en cuenta la propuesta hecha por el autor en esta materia, reformularla y mejorarla incluso.

Por otro lado, se recomienda a investigadores interesados en este tema, realizar este tipo de estudio desde la perspectiva experimental, aunque sea en algunas dimensiones del modelo servqual.

## REFERENCIAS

- Association, World LPG. 2016.** World LPG Association Annual Report 2015. [En línea] 2016. <https://www.wlpga.org/wp-content/uploads/2015/12/WLPGA-Annual-Report-2015-Light.pdf>.
- Baca Urbina, Gabriel. 1987.** *Evolución de Proyectos*. México : McGraw-Hill, 1987.
- Carbonel Namay, Teresa. 2015.** *MODELO MATEMÁTICO DE PLANIFICACIÓN DE RUTAS PARA MINIMIZAR LOS COSTOS DEL REPARTO*. Trujillo : s.n., 2015.
- Chamoun, Yamal. 2016.** *Administración Profesional De Proyectos La Guia*. New York City : McGraw-Hill Education, 2016.
- Díaz, G. 2006.** *La investigación acción en el primer nivel de atención*. Isee : Revista Cubana Med Gen Integr, 2006.
- Gitman, Lawrence J. 1992.** *Fundamentos de Administración Financiera*. México : Harla S.A., 1992.
- Guiltinan, Joseph P y Gordon, W Paul. 1984.** *Administración de Mercado, Estrategias y Programas*. México : McGraw-Hill, 1984.
- Hillier, y otros. 2010.** *Introducción a la Investigación de Operaciones*. Mexico : Mc Graw Hill, 2010.
- Kong, Maynard. 2010.** *Investigación de operaciones*. Lima : PUCP - Fondo Editorial, 2010. 9789972429217.
- Louffat, Enrique. 2012.** *ADMINISTRACIÓN: Fundamentos del proceso administrativo*. s.l. : Cengage Learning, 2012.
- Lugo Oré, Jarol Jerens. 2012.** *Optimización de rutas en la distribución de productos de belleza*. Lima : s.n., 2012.
- Miller, C E, Zemlin, R A y Tucker, A W. 1960.** *Integer Programming Formulation of Traveling Salesman Problems*. New York : The ACM Digital Library, 1960.
- Osinermin. 2013.** <http://www.osinermin.gob.pe/>. [En línea] 2013. <http://www.osinermin.gob.pe/newweb/pages/Publico/1.htm?5361>.
- Paez Castillo, Claudia Marcela. 2012.** PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA. [En línea] 2012. <https://repository.javeriana.edu.co:8443/bitstream/handle/10554/13668/PaezCastilloClaudiaMarcela2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- SÁNCHEZ, KELLY RÍOS. 2014.** *GESTIÓN DE PROCESOS Y RENTABILIDAD EN LAS EMPRESAS DE COURIEREN LIMA METROPOLITANA*. Lima : USMP, 2014.
- Suárez, M. 2002.** *Algunas reflexiones sobre la investigación-acción colaboradora en educación*. Vigo : Campus de Ourense, 2002. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 1.
- Taha, Hamdy A. 2015.** *Investigación de Operaciones*. México : Pearson, 2015.
- Taquiá Valdivia , José Alberto. 2013.** <http://tesis.pucp.edu.pe>. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ. [En línea] Mayo de 2013.

[http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/4603/TAQUIA\\_JOSE\\_OPTIMIZACION\\_RUTAS.pdf?sequence=1](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/4603/TAQUIA_JOSE_OPTIMIZACION_RUTAS.pdf?sequence=1).

**Transporte, Simplex. 2015.** Ingeniería Industrial Online. *Ingeniería Industrial Online*. [En línea] 25 de Agosto de 2015. <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/>.

**Vázquez, Carlos Salvador. 2012.** *PLANIFICACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE FLOTAS DE VEHÍCULOS PARA LA RECOGIDA DE RESIDUOS URBANOS*. Madrid : Universidad Complutense de Madrid, 2012.

**Yaneiros Blogspot. 2015.** *Yaneiros Blogspot*. [En línea] Febrero de 2015. <http://yanerios.blogspot.com/2013/10/metodo-de-aproximacion-de-vogel.html>.

## **ANEXOS**

### **A. Anexos de Instrumentos**

#### **Anexo A 1 GUIA DE ENTREVISTA SOBRE EL PROCESO Y LOS PROBLEMAS PRESENTADOS EN LA OPERACIÓN DE TRANSPORTE, DESCARGA DE GLP**

##### **GUIA DE ENTREVISTA**

Finalidad: Se presenta las siguientes preguntas con el fin de conocer las los documentos, procesos y requisitos para la atención de productos a los clientes y las causas de los principales problemas con las atenciones de la empresa PERÚ GLP S.A.C

Instrucciones: Lea atentamente las preguntas y responda con sinceridad a los siguientes ítems:

1. Proceso:
2. Entrevistado/Puesto
3. Describir las tareas:
  - a. ....
  - b. ....
  - c. ....
  - d. ....
4. Herramientas que utiliza / necesita  
.....  
.....  
.....  
.....
5. Problemas o mejoras  
.....  
.....  
.....  
.....
6. Objetivos
7. Formatos y procesos con los que se relaciona

**B. Anexos Otros**

**Anexo B 1 LISTA DE CLIENTES DE LA EMPRESA PERÚ GLP S.A.C**

CLIENTES	LISTA DE CLIENTE		Código: ING.FR.06
			Versión: 00
			Fecha: 10/10/2016
CONTACTO - N° TELEFONO	CORREO ELECTRONICO	DIRECCION	
Primax Prolongación Unión 1914	CESAR CAYCHO-944265575	pacisac12@gmail.com	Pról. Unión 1914, Trujillo 13006, Trujillo
Primax Prolongación Cesar Vallejo	Francisco Javier Sánchez 964 698 270	javier.sanchez@ossaint.com	Pról. cesar vallejo – Urb. jardines del golf, Víctor Larco Herrera 13009
Primax Av. América Sur, Trujillo 13008	JHON LOPEZ SAAVEDRA 9962-13020	ingjhonlopez@gmail.com	Av. América Sur, Trujillo 13008
Primax Los Postes	Erlita Zelada 727-0118 Fax: 429-4926	eyc_ingenieros@yahoo.com	Avenida José Gabriel Condorcanqui 340, Distrito de La Esperanza
Primax España	Ing. Erick Zegarra 981-487757		Av. España 2623, Trujillo 13008
Primax Moche	OSCAR HERRERA		780 auxiliar Panamericana Norte. -Moche, Trujillo
Supermercado Wong Larco	ANDREA LOPEZ - 4618501	alopez@juval.pe	Av. Víctor Larco Herrera 857, Trujillo 13008
Supermercado Wong California	ANDREA LOPEZ 947223976	alopez@juval.pe	388 av. Los Ángeles Víctor Larco Herrera
Supermercado Wong Tortas	LIMBER NOA - 94361 - 1835	lnoa@grupolyn.com	321 Uranio, Trujillo, La Libertad
Metro Ovalo Papal Trujillo	ADOLFO MARQUEZ 9552016012	wilmer.mejia@profesionalesasociados.pe (Wilmer Mejía)	Lt. 1 Mz. J. Urb. Vista Hermosa.
Metro Centro	SAMUEL CANO - 98067 - 2877	scano@productosforjados.com	Jr. Pizarro Nro. 700, Trujillo
Metro Penta Mall		Centro Comercial Penta Mall	Calle América Oeste 1703 esquina con la Av. Mansiche Trujillo
CONSSOLIDA	ROBERTO SALGUERANO - 98111-9309	asalguerano@conssolida.com	
CONSTRUCTORES INTERAMERICANOS	ELMER BUSTAMANTE LEIVA 994263902	elmer.bustamante@grupolivit.com	
ENACORP (CONST. VALLE DEL PERÚ)	Jorge Abad - 715 - 0440		
INVERSIONES OCHOA	IRMA DIOSES 989863058	idioses@inversionesochoa.com	
RAHEM	KAROL ARRIETA - 98709-4910	Karol Arrieta <karrieta@rahemsac.com	
BUILDING INVESMENTS	CESAR CAYCHO-944265575	pacisac12@gmail.com	
CONSORCIO BUENOS AIRES	RICARDO HOPELMAN-266-0160	ricardo.hoepelman@copisa.com	
CONSORCIO METRO LA COLECTORA	JACKELINE MONTENEGRO	jamoru2088@gmail.com	
CONSTRUC. Y PROMOC. BALZOLA	ING. CARLOS ROJAS - 463 - 1888	j.tito@balzola.com (Jorge Tito)	
CONSTRUCTORA VALLES DEL PERÚ	CARLOS BARREDA BACA 946066684	Evelyn Landaeta elandaeta@enacorp.pe (Evelyn Landaeta)	
FORJADORA ANDINA	ANA MARIA CASTILLO 356 - 2513 / 356 - 0958	forjansa@hotmail.com	
GCZ CONSTRUCCION	ISABEL HERRERA - 98907 - 9877	iherrera@gczingenieros.com	
GCZ INGENIEROS	ISABEL HERRERA - 98907 - 9877	iherrera@gczingenieros.com	

**Anexo B 2 LISTA DE RECORRIDOS**

n o	PLAC A	FECHA	OPERADO R	AYUDANTE	Nro. Factura	CLIENTE	RET AIL	INDUST RIA	CONT.I NICIAL	CONT.F INAL	DESPA CHO	CUAD RE	KM.INIC IAL	KM.FIN AL	KM RECOR
	F6D-800	10/05/2015	GUIDO FARFAN	GUSTAVO PRADA	066-169	Resto de mayo	1,100		1085773.00	1086873.00	1,100	0.0	3122.4	3170.6.4	484.0
1	F6D-801	11/05/2015	GUIDO FARFAN	GUSTAVO PRADA	066-170	ESPAÑA	1,100		1085773.00	1086873.00	1,100	0.0	3170.6.4	3171.1.1	4.7
2	F6D-801	11/05/2015	GUIDO FARFAN	GUSTAVO PRADA	066-171	LA PERLA	1,100		1086873.00	1087973.00	1,100	0.0	3171.1.1	3171.2.7	1.6
3	F6D-801	11/05/2015	GUIDO FARFAN	GUSTAVO PRADA	066-192	WONG LARCO		130	1087973.00	1088103.00	130	0.0	3171.2.7	3171.4.0	1.3
4	F6D-801	11/05/2015	GUIDO FARFAN	GUSTAVO PRADA		LIMA GAS			13940.00	24190.00	10,250	10250.0	3171.4.0	3172.5.9	11.9
5	F6D-801	11/05/2015	GUIDO FARFAN	GUSTAVO PRADA	066-172	LOS POSTES	1,400		1088103.00	1089503.00	1,400	0.0	3172.5.9	3172.9.1	3.2
6	F6D-801	11/05/2015	GUIDO FARFAN	GUSTAVO PRADA	066-173	UNION	1,500		1089503.00	1091003.00	1,500	0.0	3172.9.1	3173.6.1	7.0
7	F6D-801	11/05/2015	GUIDO FARFAN	GUSTAVO PRADA	066-174	MOCHE	1,000		1091003.00	1092003.00	1,000	0.0	3173.6.1	3174.5.3	9.2
8	F6D-801	11/05/2015	GUIDO FARFAN	GUSTAVO PRADA	066-175	LA PERLA	800		1092003.00	1092803.00	800	0.0	3174.5.3	3174.8.8	3.5
9	F6D-801	11/05/2015	GUIDO FARFAN	GUSTAVO PRADA	066-176	ESPAÑA	600		1092803.00	1093403.00	600	0.0	3174.8.8	3175.0.2	1.4
10	F6D-801	11/05/2015	GUIDO FARFAN	GUSTAVO PRADA		COSTAGAS			13730.00	24080.00	10,350	10350.0	3175.0.2	3175.5.7	5.5
11	F6D-801	11/05/2015	GUIDO FARFAN	GUSTAVO PRADA		COCHERA					0	0.0	3175.5.7	3176.8.9	13.2

n o	PLAC A	FECHA	OPERADO R	AYUDANTE	Nro. Factura	CLIENTE	RET AIL	INDUST RIA	CON T.INI CIAL	CON T.FIN AL	DES PAC	CUAD RE	KM.I NICIAL	KM.F INAL	KM REC
1 2	F6D-801	12/05/2015	GUIDO FARFAN	GUSTAVO PRADA	066-177	ESPAÑA	1,100		1093403.00	1094503.00	1,100	0.0	31768.9	31773.8	4.9
1 3	F6D-801	12/05/2015	GUIDO FARFAN	GUSTAVO PRADA	066-178	LA PERLA	1,150		1094503.00	1095653.00	1,150	0.0	31773.8	31775.4	1.6
1 4	F6D-801	12/05/2015	GUIDO FARFAN	GUSTAVO PRADA	066-195	M. OVALO PAPAL		200	1095653.00	1095853.00	200	0.0	31775.4	31780.4	5.0
1 5	F6D-801	12/05/2015	GUIDO FARFAN	GUSTAVO PRADA	066-179	EL GOLF	1,600		1095853.00	1097453.00	1,600	0.0	31780.4	31780.4	0.0
1 6	F6D-801	12/05/2015	GUIDO FARFAN	GUSTAVO PRADA	066-180	UNION	1,250		1097453.00	1098703.00	1,250	0.0	31780.4	31789.2	8.8
1 7	F6D-801	12/05/2015	GUIDO FARFAN	GUSTAVO PRADA		LIMA GAS			13660.00	23680.00	10,020	10020.0	31789.2	31799.7	10.5
1 8	F6D-801	12/05/2015	GUIDO FARFAN	GUSTAVO PRADA	066-181	LA PERLA	450		1098703.00	1099153.00	450	0.0	31799.7	31812.1	12.4
1 9	F6D-801	12/05/2015	GUIDO FARFAN	GUSTAVO PRADA	066-182	ESPAÑA	550		1099153.00	1099703.00	550	0.0	31812.1	31813.5	1.4
2 0	F6D-801	12/05/2015	GUIDO FARFAN	GUSTAVO PRADA		COCHERA			1099703.00	1099703.00	0	0.0	31813.5	31822.9	9.4
2 1	F6D-801	13/05/2015	GUIDO FARFAN	GUSTAVO PRADA	066-183	ESPAÑA	950		1099703.00	1100653.00	950	0.0	31822.9	31827	4.1
2 2	F6D-801	13/05/2015	GUIDO FARFAN	GUSTAVO PRADA	066-184	LA PERLA	950		1100653.00	1101603.00	950	0.0	31827.0	31828.9	1.9
2 3	F6D-801	13/05/2015	GUIDO FARFAN	GUSTAVO PRADA	066-185	MOCHE	1,200		1101603.00	1102803.00	1,200	0.0	31828.9	31832.3	3.4
2 4	F6D-801	13/05/2015	GUIDO FARFAN	GUSTAVO PRADA	066-186	UNION	900		1102803.00	1103703.00	900	0.0	31832.3	31840.6	8.3
2 5	F6D-801	13/05/2015	GUIDO FARFAN	GUSTAVO PRADA		COSTA GAS			13780.00	23840.00	10,060	10060.0	31840.6	31848.6	8.0

### Anexo B 3 TABULACIÓN DE RESULTADOS ENCUESTA Y VALORARIZACIÓN

FACTOR	PROBLEMA	CAUSAS RAIZ	CRITERIO					TOTAL	
			FACTOR	CAUSA DIRECTA	SOLUCION	FACTIBLE	MEDIBLE		BAJO COSTO
Mano de Obra	Proceso lento en la entrega	Rutas y el orden de entrega escogidos por los transportistas no es apropiado.	2	1	2	1	2	1	9
		Pedidos asignados se hayan muy distantes entre ellos	3	3	3	3	3	3	18
	Aumento de horas extras personal operativo.	Falta de un plan de acción a seguir	3	3	3	3	3	3	18
		Logística no ha distribuido bien las entregas a realizar para cada unidad	3	3	3	3	3	3	18
Métodos de Trabajo	Pedidos reprogramados	Existencia de pedidos no planificados	1	1	1	1	1	1	6
		Pedidos requieren en suma una cantidad mayor de GLP	1	2	1	2	2	1	9
	Entregas a clientes fuera de horario.	Falta de interés por parte de la empresa en estandarizar el proceso	3	2	1	2	1	1	10
		Tráfico en la ciudad en horas punta	2	1	1	1	1	1	7
		Incorrecta comunicación con el cliente para coordinar el despacho	2	2	2	2	2	2	12
	Despachos no entregados a clientes	Fueron visitados fuera de horario	2	2	2	2	2	2	12
		Exceso de pedidos planificados para la jornada de trabajo	2	2	2	2	1	2	11
Tiempo de la jornada no da para realizar todas las entregas planificadas.		1	1	1	1	1	1	6	



FACTOR	PROBLEMA	CAUSAS RAIZ	CRITERIO						TOTAL
			FACTOR	CAUSA DIRECTA	SOLUCION	FACTIBLE	MEDIBLE	BAJO COSTO	
Material	Inadecuado abastecimiento de GLP	Número de islas (puntos) de abastecimiento	1	1	1	2	1	1	7
		Cargas incompletas por el proveedor	2	2	1	2	1	1	9
	Inadecuado Registro de GLP en cisterna	No existe planificación de carga	2	2	1	1	2	2	10
		No llevan control adecuado de su nivel de combustible	3	2	1	1	1	1	9
		Falta de interés en llevar un adecuado control de GLP	1	1	1	1	1	1	6
Maquinarias	Falta de Stock de piezas clave	Demoras en gestionar compra y reparación de piezas clave	1	1	1	1	1	1	6
		Piezas clave con lead time muy amplio	1	1	1	1	1	1	6
	Exceso en gastos de mantenimiento correctivo	No existe planificación de mantenimientos preventivos	1	1	1	1	1	1	6
		Averías inesperadas han dado paso a aplicar tanto el mantenimiento correctivo	1	2	1	2	1	2	9
Medio Ambiente	No es posible tener una medición exacta del contenido volumétrico	Temperatura y presión varían volumen	1	1	1	1	1	1	6
		Pequeñas fugas a causa del desgaste de mangueras	1	1	2	1	1	2	8
	Imposible proveer escasez de producto	Mareas altas con oleaje anómalo generan escasez	2	2	1	1	1	1	8
		Factores políticos generan escasez nacional	2	2	1	1	1	1	8

**Anexo B 4 FRECUENCIA ACUMULADA, DIAGRAMA DE PARETO**

N° CR	CAUSA RAIZ	FRECUENCIA PRIORIZACIO N	% ACUMULAD O	FRECUENCIA ACUMULADA	80- 20
CR2	Clientes asignados se hayan muy distantes entre ellos	18	8%	18	80%
CR3	Incremento del número de entregas por hacer	18	15%	36	80%
CR4	Logística no ha distribuido bien las entregas a realizar para cada unidad	18	23%	54	80%
CR9	Incorrecta comunicación con el cliente para coordinar el despacho	12	28%	66	80%
CR10	Fueron visitados fuera de horario	12	33%	78	80%
CR11	Exceso de pedidos planificados para la jornada de trabajo	11	38%	89	80%
CR7	Falta de interés por parte de la empresa en estandarizar el proceso	10	42%	99	80%
CR15	Cargas incompletas por el proveedor	10	47%	109	80%
CR1	Rutas y el orden de entrega escogidos por los transportistas no es apropiado	9	50%	118	80%
CR21	Averías inesperadas han dado paso a aplicar tanto el mantenimiento correctivo	9	54%	127	80%
CR6	Pedidos requieren en suma una cantidad mayor de GLP	9	58%	136	80%
CR14	No existe planificación de carga	9	62%	145	80%
CR16	No llevan control adecuado de su nivel de combustible	9	66%	154	80%
CR23	Pequeñas fugas a causa del desgaste de mangueras	8	69%	162	80%
CR24	Mareas altas con oleaje anómalo generan escasez	8	73%	170	80%
CR25	Factores políticos generan escasez nacional	8	76%	178	80%
CR8	Tráfico en la ciudad en horas punta	7	79%	185	80%
CR13	Número de islas (puntos) de abastecimiento	7	82%	192	80%
CR5	Existencia de pedidos no planificados	6	85%	198	80%
CR12	Tiempo de la jornada no da para realizar todas las entregas planificadas.	6	87%	204	80%
CR17	Falta de interés en llevar un adecuado control de GLP	6	90%	210	80%

CR18	Demoras en gestionar compra y reparación de piezas clave	6	92%	216	80%
CR19	Piezas clave con lead time muy amplio	6	95%	222	80%
CR20	No existe planificación de mantenimientos preventivos	6	97%	228	80%
CR22	Temperatura y presión varían volumen	6	100%	<b>234</b>	80%
<b>TOTAL</b>	<b>234</b>				

**Anexo B 5 Histórico de horas extras Operarios**

N°	COLABORADOR	CARGO	TOTAL HORAS EXTRAS	01/09/2016	02/09/2016	03/09/2016	04/09/2016	05/09/2016	06/09/2016	07/09/2016	08/09/2016	09/09/2016	10/09/2016	11/09/2016	12/09/2016	13/09/2016	14/09/2016	15/09/2016	16/09/2016	17/09/2016	18/09/2016	19/09/2016	20/09/2016	21/09/2016	22/09/2016	23/09/2016	24/09/2016	25/09/2016	26/09/2016	27/09/2016	28/09/2016	29/09/2016	30/09/2016	TOTAL			
				1	QUISPE AGUIRRE LUIS	JEFE ALMACEN	6.3				3.00	2.00					1.30																				
2	MIRANDA LEON GARY FERNANDO	SUPERVISOR DE ALMACEN	25.8					1.00									2.30	1.30		4.00	4.30			2.30	3.30		1.30	1.00		3.00	1.00			1.00		25.8	
3	FARFAN ALAMY GUIDO	CHOFER	37.2				6.00	8.00					1.30	6.00				2.30	2.00	2.30	1.00			2.30	5.00			1.00								37.2	
4	CRUZ SILVA SANTOS EDUARDO	CHOFER	8.2														2.00	1.30	1.30					1.30	1.30			1.00								8.2	
5	DIAZ LLOPLA JULIAN ROSARIO	OPERARIO	8.6				2.30							2.00			2.00		1.00					1.30													8.6
6	PAZ JIRON LELY FRANCO	OPERARIO	23.5				5.00													4.00	5.00			3.30	5.20			1.00								23.5	
7	PAZ JIRON OBARLI	OPERARIO	24.3					11.00												1.00	5.00			2.30	2.00	1.00	2.00									24.3	
8	PRADA CUADRA GUSTAVO	OPERARIO	13.9											5.00				2.00		2.30	2.30			1.00					1.30							13.9	
9	CALDERON HUACCHA ALFONSO	LIMPIEZA ZONA NORTE	37.1	1.20	1.30	1.00	5.00	11.00	1.00	1.30							3.30		1.00	4.00					2.00	2.00	2.00	1.00								37.1	
10	ZELADA VILLEGAS JOSE	SERVICIOS GENERALES	24				5.00	11.00														5.00									3.00					24	
11	VICTOR TORRES	VIGILANCIA	0																																		0
12	JORGE ZAVALA	VIGILANCIA	0																																		0
13			0																																		0
	TOTAL HORAS EXTRA MES		208.9																																		0