



## FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de INGENIERÍA INDUSTRIAL

“PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN DE  
PRODUCCIÓN Y LOGÍSTICA DE UNA PLANTA  
ENVASADORA DE GAS, PARA INCREMENTAR SU  
RENTABILIDAD. TRUJILLO 2022”

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero Industrial**

**Autor:**

Franco Manuel Azañero Reyes

Asesor:

Ing. María Elena Vera Correa

<https://orcid.org/0000-0002-1898-0401>

Cajamarca - Perú

2023

**JURADO EVALUADOR**

Jurado 1 Presidente(a)	<b>KARLA ROSSEMARY SISNIEGAS NORIEGA</b>	<b>46071719</b>
	Nombre y Apellidos	N.º DNI

Jurado 2	<b>KATHERINE DEL PILAR ARANA ARANA</b>	<b>46288832</b>
	Nombre y Apellidos	N.º DNI

Jurado 3	<b>VIVIANA ROJAS GALVEZ</b>	<b>46951927</b>
	Nombre y Apellidos	N.º DNI

## INFORME DE SIMILITUD

### Informe de Tesis 12/05/2023

#### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>20%</b> INDICE DE SIMILITUD	<b>20%</b> FUENTES DE INTERNET	<b>2%</b> PUBLICACIONES	<b>5%</b> TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------	--------------------------------------

#### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.upn.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>6%</b>
<b>2</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>6%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.unp.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>4</b>	<b>rockcontent.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>5</b>	<b>revistaenergiaynegocios.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>6</b>	<b>Submitted to upec</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>repositorio.utc.edu.ec</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>Freddy J. Rojas, Fernando Jiménez, Jasmine Soto. "Design and experimental analysis of an improved burner with natural gas", Energy Efficiency, 2021</b> Publicación	<b>&lt;1%</b>

## **DEDICATORIA**

A Dios por estar conmigo en cada paso que doy, por iluminar mi mente, por darme salud y bendición para alcanzar mis metas como persona y como profesional.

A mi madre Nancy Marleny Azañero Reyes

Por brindarme siempre su apoyo y comprensión incondicional en cada circunstancia de mi vida, ser mi maestra y ejemplo de coraje ante las adversidades.

A mis abuelos Carmen y Manuel (QEP)

Por enseñarme y apoyarme en todo momento de su vida y darme una familia maravillosa.

A mi tía Carmen Margot Azañero Reyes (QEP)

Por inculcarme desde muy pequeño, el amor al estudio, ser responsable con mis actividades y sobre todo por confiar en mi decisión de estudiar esta carrera, permanecer siempre conmigo en toda circunstancia de mi vida y tus cuidados en el tiempo que hemos vivido juntos.

A mis tíos Edita, Sonia, Jesus y Fernando que con su amor y apoyo que me han enseñado a salir adelante, gracias por su paciencia, comprensión y los quiero mucho.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por protegerme, por darme fuerzas para superar obstáculos y por haberme guiado a lo largo de mi carrera.

Agradezco a mi familia por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, y por darme la fortaleza necesaria para seguir adelante.

Agradezco a la Ing. María Elena Vera Correa por haberme asesorado y brindado el apoyo para la elaboración de esta tesis.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>JURADO EVALUADOR .....</b>	<b>2</b>
<b>INFORME DE SIMILITUD .....</b>	<b>3</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>4</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>5</b>
<b>TABLA DE CONTENIDO.....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>7</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>9</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS.....</b>	<b>11</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....</b>	<b>36</b>
<b>2.1 Tipo de investigación .....</b>	<b>36</b>
<b>2.2 Población y Muestra .....</b>	<b>36</b>
<b>2.3 Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos.....</b>	<b>36</b>
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS.....</b>	<b>47</b>
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>89</b>
<b>Discusión .....</b>	<b>89</b>
<b>Conclusiones .....</b>	<b>91</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>92</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>93</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>98</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 . Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos.....	36
Tabla 2 . Instrumentos y métodos de procesamiento de datos .....	39
Tabla 3 . Operacionalización de variables.....	46
Tabla 4 . Priorización por juicio de directivos y jefes .....	49
Tabla 5 . Estado de resultados actual.....	51
Tabla 6 . Matriz de indicadores .....	52
Tabla 7 . Ventas perdidas de bidones x 10 kilos año 2022.....	54
Tabla 8 . Distancia entre localidades del Valle Chicama (Km).....	55
Tabla 9 . Distancia recorrida desde Chiclin a localidades del Valle Chicama .....	56
Tabla 10 . Proveedores de bidones, precios y disponibilidad.....	57
Tabla 11 . Pedidos y despachos de LPG 2022.....	58
Tabla 12 . Costo por kilómetro recorrido .....	59
Tabla 13 . Pedidos y despachos de LPG 2022 desde Chiclin.....	60
Tabla 14 . Asignación actual de proveedores de bidones.....	60
Tabla 15 . Cantidad de operarios por área .....	61
Tabla 16 . Costo de la hora hombre promedio .....	61
Tabla 17 . Estadísticas de pedidos 2019-2021.....	62
Tabla 18 . Cálculo del índice de estacionalidad .....	63
Tabla 19 . Validación del pronóstico por regresión lineal.....	65
Tabla 20 . Validación del pronóstico estacional.....	67
Tabla 21 . Plan agregado de producción.....	68
Tabla 22 . Maestro de materiales.....	68
Tabla 23 . Lanzamiento de órdenes .....	72

Tabla 24 . Determinación de la nueva ubicación del almacén .....	73
Tabla 25 . Diferencia en la distancia recorrida desde los dos almacenes.....	73
Tabla 26 . Asignación actual de compra de bidones .....	74
Tabla 27 . Planteamiento del Solver.....	75
Tabla 28 . Demanda actual .....	77
Tabla 29 . Cálculo del takt time de los bidones x 10 kilos .....	77
Tabla 30 . Estado de resultados .....	88



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 . Proceso de producción y envasado del lpg .....	15
Figura 2 . Proceso de la gestión de producción .....	24
Figura 3 . Rombo de seguridad NFPA del GLP .....	26
Figura 4 . Elaboración de Ishikawa .....	27
Figura 5 . Proceso de Planeación y control de la producción.....	31
Figura 6 . Selección de causas más relevantes .....	32
Figura 7 . Procedimiento de investigación .....	39
Figura 8 . Layout actual.....	40
Figura 9 . FODA de la empresa.....	42
Figura 10 . Cadena de valor.....	43
Figura 11 . Mapa de procesos.....	44
Figura 12 . Diagrama de operaciones de procesos de envasado de lpg.....	45
Figura 13 . Diagrama Causa Efecto de la problemática de la empresa .....	48
Figura 14 . Pareto de causas raíz de la problemática según directivos.....	49
Figura 15 . Organigrama.....	50
Figura 16 . Línea de tendencia de la demanda 2019-2021 .....	64
Figura 17 . Pronóstico estacional.....	66
Figura 18 . MRP .....	69
Figura 19 . Aplicación del Solver.....	75
Figura 20 . Optimización de la asignación de compra con Solver .....	76
Figura 21 . Layout propuesto.....	79
Figura 22 . Plancha organizadora de flujo sobre transportador.....	81
Figura 23 . Cotización de Plancha organizadora de flujo sobre transportador.....	81

Figura 24 . Transportador de polines.....	82
Figura 25 . Cotización de transportador de polines .....	82
Figura 26 . Racks para bidones.....	83
Figura 27 . Cotización de racks para bidones.....	83
Figura 28 . Flujo de caja .....	84
Figura 29 . Cómo incide la propuesta de mejora sobre la rentabilidad de la envasadora de gas.....	85
Figura 30 . Resultado del ejercicio con la propuesta de mejora en la gestión de producción y logística.....	85
Figura 31 . Incidencia en la reducción en las ventas perdidas por rotura de stock, con la propuesta.....	86
Figura 32 . Incidencia en la reducción en los costos de transporte al reubicar el depósito. 86	
Figura 33 . Impacto de la asignación de proveedores, en la reducción en el costo de reposición de los bidones descartados .....	87

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos 1 . Estudio de tiempos .....	98
Anexos 2 . Costo actual de GLP X 10 Kilos .....	99
Anexos 3 . Planilla actual bidón x 10 Kilos .....	100
Anexos 4 . Costo actual Bidón x 45 Kilos.....	101
Anexos 5 . Planilla actual bidón x 45 Kilos .....	102
Anexos 6 . Costo actual GLP a granel.....	103
Anexos 7 . Planilla GLP a granel .....	104
Anexos 8 . Costo con la propuesta GLP x 10 Kilos .....	105
Anexos 9 . Planilla propuesta GLP x 10 Kilos .....	106
Anexos 10 . Costo con la propuesta GLP x 45 Kilos .....	107
Anexos 11 . Planilla propuesta GLP x 45 Kilos .....	108
Anexos 12 . Costo con la propuesta GLP a granel .....	109
Anexos 13 . Costo con la propuesta GLP a granel .....	110
Anexos 14 . Ubicación actual del depósito del Valle Chicama.....	111
Anexos 15 . Mapa del Valle Chicama .....	112
Anexos 16 . Nueva ubicación del depósito del Valle Chicama.....	113
Anexos 17 . Pronóstico por regresión lineal.....	114

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en una planta envasadora de gas ubicada en la ciudad de Trujillo. El estudio realizado tuvo como objetivo general determinar el impacto de la propuesta de mejora en la gestión de producción y logística sobre la rentabilidad de una envasadora de gas licuado de petróleo, en el año 2021, haciendo uso de metodologías, técnicas y/o herramientas de Ingeniería Industrial. Para llevar a cabo esta mejora, en primer lugar, se realizó el diagnóstico de la situación actual mediante entrevistas, observación no experimental y observación preexperimental, conociendo así los principales problemas que generan la baja rentabilidad. En el desarrollo de la propuesta se utilizó, balance de línea, Solver, Layout, MRP, pronósticos, para reducir costos. Se comprobó la viabilidad de la propuesta, con la evaluación de sus indicadores financieros, como son el VAN, la TIR y el B/C obteniendo valores de S/ 12,698, 78.635% y S/ 1.8 respectivamente, un PRI de 10 meses y un COK de 15% anual; además de una rentabilidad de 18.56%, que es 2% superior a la actual, lo cual indica que se obtiene una variación de incrementó la rentabilidad de S/2,391,017 a S/2,464,033 con la propuesta.

**Palabras clave:** Gestión de producción, logística, rentabilidad.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

En la actualidad la competitividad es la capacidad que poseen las empresas como respuesta a las necesidades del mercado ya sea con un producto o con un servicio, de modo que se los beneficios ofrecidos actúen en relación a la competencia a fin de posicionarse como líder en su área de acción. Sin embargo, para ser competitivos es imprescindible actuar frente a las necesidades de forma eficaz, estas capacidades de respuesta con los requerimientos necesarios permitirán no solo lograr una innovación si no también poseer una ventaja competitiva, lo cual conduciría a la organización al camino del éxito. (Viteri Moya, 2014)

Las organizaciones se distinguen de los competidores ya sea por el valor de sus costos o por la distinción que poseen los clientes de los productos, frente a los que perciben de la competencia. Por ello, se recomienda que cada acción ejecutada permite diferir del valor costo y del valor agregado. (Gómez Aparicio, 2013)

El petróleo y el gas natural (GN) es una mixtura compuesta por orgánicos de carbono e hidrógeno en estado líquido y gaseoso, los cuales se moldean en depósitos subterráneos de roca sedimentaria en una aleación con otros elementos, para poder ser vendido. (Gob, 2015)

El hidrocarburo proveniente del petróleo más comercializado en la actualidad se obtiene a lo largo de la refinación de la gasolina. Su nombre proviene de la conversión de estado gaseoso, por medio de la compresión y enfriamiento de ambos fluidos, a líquido.

El petróleo se destila, para separar ordenadamente, según su dureza y hervor, los diferentes compuestos: butano, gasolinas, propano, gas-oil, kerosenes, fuel-oil o según la densidad de los aceites.

Dentro del grupo de los GLP se encuentran los gases derivados los cuales están compuestos en un 40% de butano y en un 60% en propano, pero con ciertas varianzas en su presión y poder calorífico.

De ellos el más recomendable a usar en plantas industriales está compuesto por etano, butano, metano, hidrocarburos, propano e impurezas de azufre.

Por otro lado, si bien es cierto estos son sometidos a diferentes etapas las cuales inician en el fluido de la planta endulzadora a fin de separar el azufre. Posteriormente, pasa a la planta criogénica, la cual posee dos corrientes las cuales son líquidas y gaseosas, seguidamente este pasa a la etapa de fraccionamiento, mediante la cual se somete a la disociación de la fase líquida.

Lo que favorece al gas licuado de petróleo es el almacenamiento y su transporte al estar en estado gaseoso según sus componentes, estado y presión en la que se encuentre. Además, cabe destacar que su almacenamiento se realiza en cisternas estacionarias. (Library, 2022)

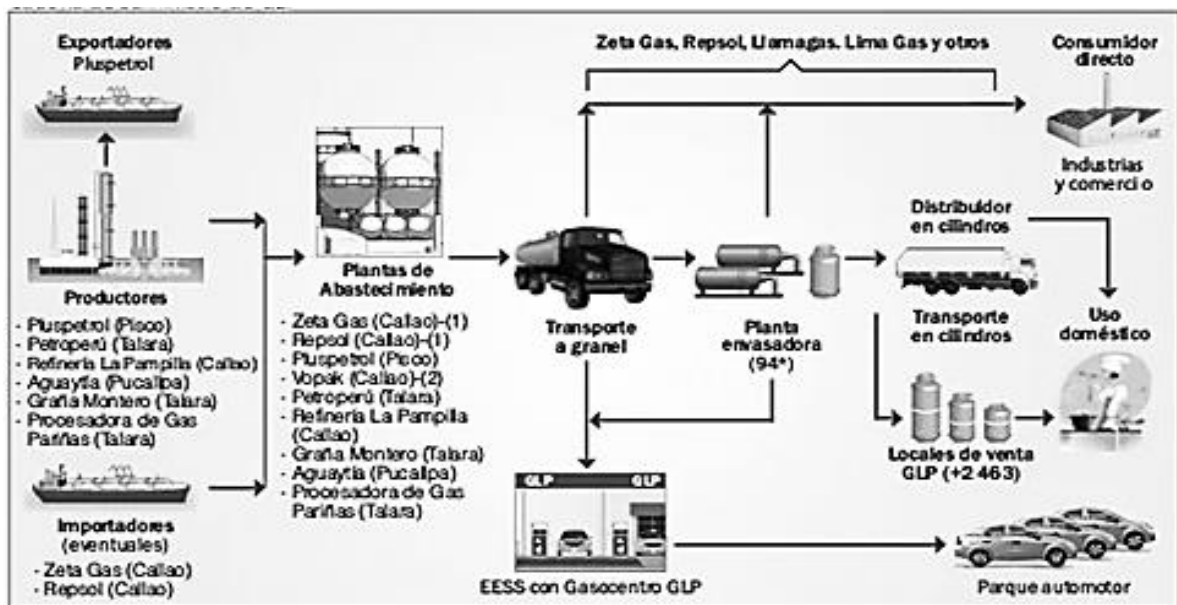
El Perú, el Productor y/o Importador comercializa GLP-E, envasado, y GLP-G, a granel desde las plantas de producción ubicadas en la ciudad de Piura y Pisco. Este hidrocarburo se coloca en los depósitos de abastecimiento, donde se expide la cadena de distribución.

En Perú, existe el productor más grande, Pluspetrol Pisco. Además, hay dos refinerías, Petro Perú en Talara y Repsol en la Pampilla y, dos plantas de fraccionamiento, GMP y PGP en Talara y Aguaita en Pucallpa. Completando la oferta, con 32 importadores.

Si bien es cierto hoy en día tanto los productores como importadores realizan la acción de comercializar mediante la vía terrestre para las diferentes plantas, consumidores, estaciones, redes y distribuidores.

El GLP-E en la planta envasadora estudiada es trasegado a bidones de cinco, diez y cuarenta y cinco kilos o transferido a otra Planta Envasadora, mientras que este se despacha mediante la planta demandante a cada uno de los distribuidores consumidores, estaciones, redes y distribuidores o transferido a otra planta de la misma organización. Sin embargo, se conoce que para finalizar la cadena de comercialización mediante los gasocentros y estaciones de venta de GLP, que proveen al automovilista y distribuyen los bidones de uso doméstico. (Osinergmin, 2022)

**Figura 1.** Proceso de producción y envasado del lpg



**Fuente:** infografía.com

En la actualidad se conoce como un problema fundamental el transporte y la logística necesaria para las envasadoras de GLP, muy aparte de la disputa frente al gas natural. Sin embargo, pese a esta concurrencia las organizaciones siguen propagando su presencia en todas partes del país. (Córdor, 2023)

La presente tesis, se desarrolla en una planta envasadora, ubicada en la ciudad de Trujillo, la cual es abastecida con GLP-E, de manera regular, desde Talara, según su programa de ventas.

Esta planta envasadora, cumple con el Decreto Supremo 27-94 EM, que exige que cuente con equipos de emergencia, que le permita considerar, un lapso de tiempo menor las posibles emergencias. También cuenta con dos puertas de acceso, por ser exigencia de este Decreto, cuando se almacenan más de 50 mil kilos de gas.

El hidrocarburo, llega en tanques cisterna, de diez mil o cinco mil galones, que, por seguridad, se aforan al 85% de su capacidad.

En estas condiciones y considerando que la densidad del GLP es 0.54 Kilos/litro, la capacidad de estos tanques cisterna, es 17,373 kilos, o 8,687 kilos, respectivamente desde donde se trasiegan a los tanques estacionarios de la envasadora, con cincuenta mil galones de capacidad u, 86,866 kilos.

El consumo de LPG-E, para uso doméstico, tiene una ligera tendencia ascendente, gracias al incremento de su base de clientes. El LPG-G, para uso industrial o comercial, tiene cierta estacionalidad. En los meses de verano, disminuye ligeramente, por una contracción de la demanda de galletas, chocolates, productos de panificación y, entre otras, de las avícolas, que disminuyen la crianza de pollitas bb, por su mayor mortandad, durante el estío. Todos estos, son clientes habituales.

Estas variaciones, que deben atemperarse con la capacidad de almacenaje en los tanques estacionarios y las dos semanas de *lead time*, han causado, durante el año de estudio, la rotura de stock de 2,845 bidones de 10 kilos. El perjuicio en la utilidad fue S/8,535.

Las cisternas que llegan a la envasadora trasiegan el gas a sus tanques estacionarios, desde donde fluye a las tres máquinas llenadoras manuales, dotadas de balanza, que operan en paralelo, inyectándole dosificadamente, a los bidones. El layout actual, obedece a que los medidores fueron comprados, uno a la vez, de acuerdo con la necesidad del momento.

Una vez llenos, un operario revisa rápidamente la hermeticidad de la válvula y le coloca un *o-ring* nuevo, para garantizar el correcto ajuste del regulador, al momento de su



instalación en los hogares o locales comerciales. Luego son almacenados sobre el piso del local. en el área establecida, desde son cargados a los camiones de despacho, que previamente descargaron los bidones vacíos, que trajeron en su recorrido.

Los bidones vacíos, son revisados visualmente por un hombre, que luego les aplica una delgada capa de pintura, de secado rápido, quedando expeditos para insertarse nuevamente en el proceso.

Todo este proceso, según el layout actual, ocupa a 14 operarios, con un costo anual en planilla, de S/241,200. Se puede asumir, que con un mejor layout, podría obtenerse algún tipo de ahorro.

El envasado de bidones de 45 Kilos es en cantidades menores. Se realiza los sábados y la gerencia, comenta que, no presenta problemas significativos.

La venta de LPG-G, o a granel, se realiza, enviando al tráiler cisterna, directamente al local del cliente, generalmente, comercial. Estos pedidos, se reciben con una semana de anticipación y nunca hubo incumplimiento.

Cada organización es encargada de recalificar cada 10 años los cilindros usados, cuando regresan vacíos. Son inspeccionados y eventualmente, reparados. La gerencia estima que anualmente, el 10% de la población, en simultáneo, de cilindros a recalificar. Los cuales son sometidos a la fiscalización los cuales acrediten mediante un certificado su uso por un lapso de tiempo de 10 años más. Cerca del 20% de estos generalmente no cumplen con las condiciones de seguridad necesarias, por ende, deben ser demolidos.

La planta posee más de 40 mil bidones de 10 Kilos y más de 1,000 envases para 45 Kilos de LPG-E. De los primeros, 1,042 se descartaron y debieron reponerse de inmediato. Los envases de 45 Kilos descartados no son relevantes.

El año de estudio, se gastó S/114,620, en esta reposición.

La envasadora, tiene un depósito en el poblado de Chiclin, perteneciente a la provincia de Ascope, a 35 Kilómetros al norte de Trujillo, desde donde atiende su demanda en el Valle Chicama y otras localidades cercanas.

Desde este depósito, se despachan bidones a sus clientes minoristas en esas locaciones. El año de estudio, el camión asignado al depósito recorrió 31,694 kilómetros, irrogando un costo de S/69,622, en combustible, neumáticos, remuneraciones, etc.

La empresa es muy celosa del proceso de envasado y de la extrema seguridad que requiere. También lo es del peso de cada bidón. Las balanzas de las llenadoras son calibradas frecuentemente y el personal, capacitado por técnicos del proveedor de estos equipos.

Esto se hizo más exigente, debido a que, en dos ocasiones, muestreos aleatorios de fiscalizadores del municipio, detectaron defecto en el peso, asignándole en ambas situaciones, multas por media UIT. El perjuicio fue de S/4,600.

Para la presente investigación se utilizaron progenitores como referencia para la construcción de estimaciones de estudio y para contrastar los resultados.

En el contexto internacional, el estudio de (Sandoval Moscoso, E. E., 2020) se titula:

“Optimización de la red de distribución de gas licuado de petróleo (GLP) en cilindros del segmento doméstico en la parroquia Calderón, cantón Quito, Ecuador” presentada a la Escuela Politécnica Nacional de Ecuador tuvo como principal plantear la optimización a la red de distribución de gas licuado de petróleo en cilindros de la organización. Concluye que se obtuvo un incremento en la rentabilidad de la organización de un 20.84% a un 65.17% con una inversión de \$ 1'322,000.0, mediante la aplicación de las herramientas de diagnóstico como encuestas, entrevistas, Ishikawa y herramientas de mejora como Solver, estudio de tiempos y MRP, las cuales fueron el soporte para la factibilidad de la investigación.

Así como también el estudio de (Chimborazo Rocha & Rios Rios, 2017) titulado:

“Balance de líneas en procesos productivos” presentada a la Universidad Técnica de Cotopaxi de Ecuador tuvo como principal objetivo investigar los beneficios que producirá el Balance de líneas en los procesos productivos de la empresa. Fue un análisis con enfoque cuantitativo que reunió documentación mediante el Ishikawa, Pareto, entrevistas y encuestas. Concluyó que las principales causas que conllevan a la baja rentabilidad son los retrasos en los procesos productivos, omisión de tareas, bajo rendimiento de los procesos productivos y existencia de tiempos ociosos. Así como también las causas detectadas por el diagrama de Ishikawa, como el desconocimiento de herramientas de medición en la productividad, sobreasignación de actividades a los trabajadores, demoras en las estaciones de trabajo y bajo rendimiento de los trabajadores.

El estudio (Díaz González, G. I. & Gomez Robinson, I. M., 2016) titulado:

“Análisis del sistema de despacho y envasado de un terminal de abastecimiento de gas licuado de petróleo GLP” presentada a la Universidad de Guayaquil tuvo como principal objetivo plantear un sistema de control para cuantificar las diferencias volumétricas originadas por los remanentes en el proceso de despacho de envasado de cilindros. Fue una investigación de enfoque cuantitativo que recopiló información mediante métodos de revisión de documentos, encuestas, entrevistas y la aplicación de la herramienta MRP, aplicada para reducir pérdidas económicas mensuales de US \$ 234.846,00 a US \$ 144.972,00. Así como también, el Balance de línea, donde se consiguió disminuir las pérdidas monetarias mensuales de \$ 15,000.00 a \$ 7,000.00, lo cual permitió reducir los costos de la organización en un 35% del valor actual.

En el contexto nacional se toma como referencia el estudio (Elias García, J. D, Jibaja Maza, J. S., & Quispe Palacios, J. D., 2020) titulado:

“Propuesta de una mejora en el sistema de producción para aumentar los niveles de stock de GLP envasado en Llama Gas SA-planta Piura” presentada a la Universidad Nacional de Piura tuvo como principal objetivo, proponer una mejora en el sistema de producción para aumentar el nivel de stock de GLP envasado en la organización. Fue una investigación de tipo aplicado, con diseño no experimental que recopiló información mediante guía de revisión documental, la guía de observación y el cuestionario, haciendo uso de las herramientas de ingeniería, diagrama de Ishikawa, proyecciones y pronósticos, plan maestro de producción, seguido del MRP. Se concluyó que las principales causas raíz, son las interrupciones en el proceso de envasado; falta de capacidad de almacenamiento y falta de programación de la distribución. Por otro lado, para realizar un pronóstico adecuado, se tuvo en consideración, dos métodos: Regresión lineal en el cual se obtuvo un PEMA de 14%, MAD de 10386 y un EMC de 183,771,389.3 y mediante el método de Holt-Winter donde se obtuvo un PEMA de 9.72%, MAD de 7082 y un EMC de 107,089,360. Finalmente, se concluye que mediante la aplicación de las herramientas la rentabilidad incrementó de 28.5% a un 75.2%.

El estudio de (Mendoza Quezada & Quispe Pedraza, 2019) titulado:

“Mejora de la productividad de una empresa envasadora de GLP basado en herramientas de Lean Manufacturing” presentada a la Universidad Ricardo Palma en Lima tuvo como principal objetivo implementar las herramientas lean manufacturing para mejorar la productividad de la organización. Fue una investigación de enfoque aplicativo –

experimental, que recopiló información mediante la aplicación diagnóstica del Ishikawa, Pareto, entrevistas, encuesta y análisis documental. Concluyó que las principales causas raíz que generan la baja rentabilidad son la incidencia de reprocesos por el mal encaje del regulador; mal planeamiento de producción y el excesivo consumo de recursos. Así como también las causas mediatas del Ishikawa, con la mala presentación de los balones, roturas de sello y tiempos muertos en las operaciones.

El estudio de (Calvay Matute, D. A. & Hernández Castillo, S. J., 2017) titulado:

“Proyecto de inversión para la instalación de una planta envasadora y distribuidora de gas licuado de petróleo (GLP) en la ciudad de Bagua Grande” presentada a la Universidad Católica Santo Toribio De Mogrovejo de Chiclayo como principal objetivo atender a un mercado no desarrollado en el distrito de Bagua Grande. Fue una investigación en la que se logró un incremento en la rentabilidad de 29.63% a un 50% y con una inversión total del proyecto de S/.1´208,455.20. Este incremento obtenido se consiguió con la aplicación de las herramientas de diagnóstico y de mejora como las entrevistas, encuestas, haciendo uso del Ishikawa, balance de línea y MRP.

En el contexto local se toma como referencia el estudio de (Morales Fernandez, A., 2020) titulado:

“Aplicación de la metodología MRP para disminuir costos en la línea de producción de cilindros de oxígeno industrial de 10m<sup>3</sup> de la empresa Oxyman Comercial SAC” presentada a la Universidad Privada Del Norte en Trujillo tuvo como principal objetivo diagnosticar el impacto de la aplicación de la metodología MRP en los costos en la línea de elaboración de cilindros de oxígeno. Fue una investigación de tipo aplicada y cuantitativa,

que recopiló información mediante entrevistas, análisis documental y la aplicación de la metodología de gestión estratégica de operaciones como el MRP la cual fue aplicada para reducir el desperdicio económico que bordea de S/. 17,198.57 a S/. 2,728.43. Así como también, la aplicación de la metodología de gestión de talento humano, encargado de demostrar un correcto plan de capacitación, para el descenso de pérdidas monetarias que oscilan de S/. 11,741.84 a S/. 2,029.22. Finalmente, con la evolución de lo aplicado en referencia a la gestión de mantenimiento preventivo establecido que permitió obtener una disminución de pérdidas monetarias de S/. 23,662.96 a S/. 4,751.51.

El estudio de (Muñoz Gastolomendo, L. E. L. & Terán Bacón, H. E., 2019) titulado:

“Propuesta de mejora en los procesos de producción en Agua de Mesa la Bendición; para incrementar la productividad en la Cooperativa Granja Porcón-Cajamarca” presentada a la Universidad Privada del Norte en Trujillo, tuvo como principal objetivo, proponer la acrecentar los procesos productivos; con el propósito de multiplicar su productividad. Fue una investigación de enfoque aplicada y de diseño no experimental, que recopiló información mediante el Diagrama Ishikawa, DOP, estudio de tiempos, 5S's, *checklist* y fórmulas de ingeniería de métodos. Se invirtió S/ 180,400.00. Por cada unidad monetaria invertida se obtendría un beneficio de 2.03 unidades monetarias. Además, los indicadores económicos mejoraron con la aplicación de las herramientas aplicadas, que con un COK de 35%, obtuvo una TIR de 87%, lo cual indica la viabilidad económica de la propuesta.

Las principales teorías relacionadas con las variables de investigación consultadas:

### **Balance de línea**

Es una herramienta fundamental para el control de la producción, dado que de una recta de producción estabilizada reconoce la apta mejora de ciertas variables que influyen en la productividad de cada proceso. Teniendo como propósito principal nivelar los períodos necesarios para cada estación durante el proceso productivo. (Orihuela & Estebes, 2013). Finalmente, este proceso permitirá contribuir a los propósitos, puesto que su finalidad es asegurar el flujo continuo de los productos, acomodando las operaciones en estaciones de modo en que estas equilibren los tiempos.

### **Cilindros para GLP**

Los considerados envases portátiles industrializados con planchas de acero al carbono hechos para contener GLP según sea su peso y dimensiones posibilitando su traslado e instalación. Existen diferentes capacidades de almacenamiento de cilindros de GLP, entre los cuales están los de 3 Kg, 5 Kg, 10 Kg, 15 Kg y 45 Kgn. (Vásconez, D. F. V., Sarria, C. A., Ortega, S. F. C., & Hoyos, J. C. R. , 2018)

### **Partes del cilindro**

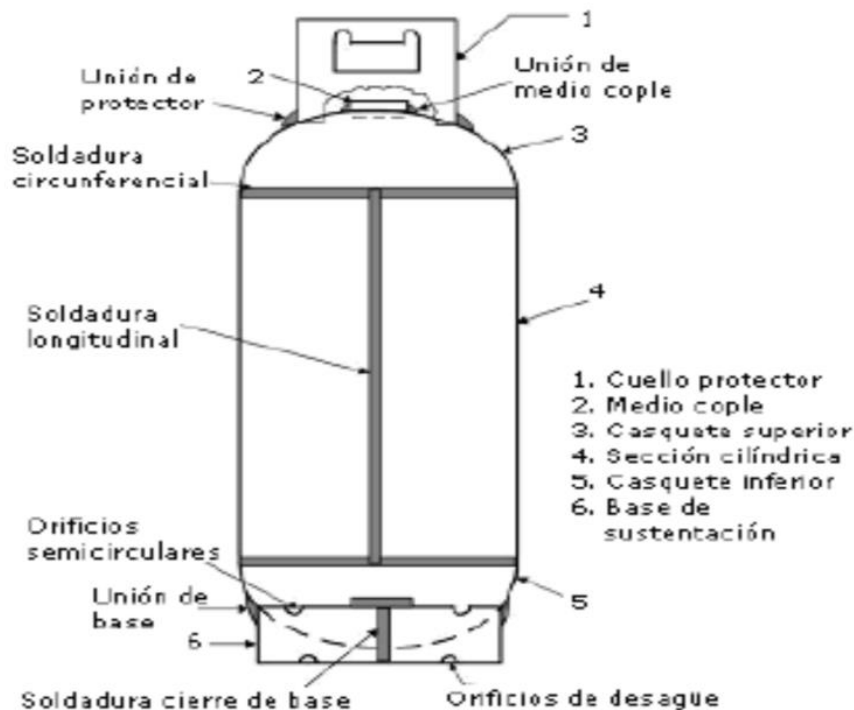
Su principal función es designada para facultar el ingreso y salida de GLP. Está compuesta por:

- Pin
- Resort
- O'ring

- Válvula de seguridad
- Popet

1. **Válvula de seguridad:** Tiene la función de aligerar el abundante del estrujamiento ejercido por el GLP en el cilindro.
2. **Asa del cilindro:** Parte del cilindro que a protección a la válvula y facilitando el transporte.
3. **Cuerpo del cilindro:** Compuesto por un casquete superior e inferior, unidos por una soldadura circunferencial.
4. **Base de cilindro:** Base cilíndrica soldada al fondo del cuerpo del cilindro, para dar soporte y sostenibilidad vertical.

**Figura 2.** Proceso de la gestión de producción



**Fuente:** (Vásconez, D. F. V., Sarria, C. A., Ortega, S. F. C., & Hoyos, J. C. R. , 2018)



## **Estudio de tiempo**

Es aquel preceptor que permite inspeccionar los tiempos y ritmos de trabajo los cuales corresponden a los componentes de una tarea, ejecutada y analizada a fin de averiguar el tiempo necesario según sea la norma de ejecución preestablecida. (Díaz, Soler, & Molina, 2017)

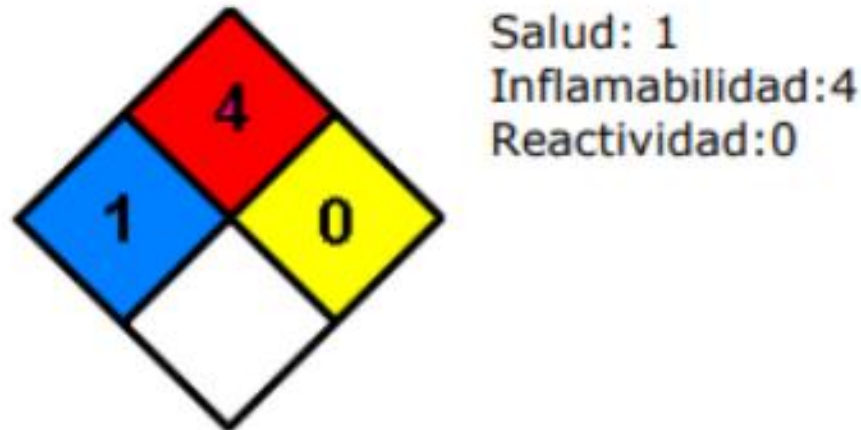
## **Gas licuado de petróleo (GLP)**

Combustible que resulta de la mezcla de dos hidrocarburos principales: el propano y butano, y otros en menor cantidad los cuales son el butileno y el propileno. Además, este se obtiene a través de la refinación del procesamiento del gas natural y del crudo del petróleo. (Rojas, F. J., Jiménez, F. O., & Soto, J., 2019). Por otro lado, las características que lo componen son:

1. Los requisitos a lo que tiene que estar expuesto es al de poseer una presión y temperatura de 1 atmósfera y 20° C, respectivamente. Por otro lado, cuando está en estado gaseoso el GLP es licuable, por lo que para su fabricación se almacena en estado líquido en recipientes a presión. De modo que favorezca su almacenamiento y transporte de forma eficiente. (Rojas, F. J., Jiménez, F. O., & Soto, J., 2019)
2. Su contenido no posee olor, facilita la localización de fugas, añadidos de un odorante, cuya proporción se establece por la norma técnica peruana. (Rojas, F. J., Jiménez, F. O., & Soto, J., 2019)
3. No es tóxico ni venenoso, sin embargo, es pesado por ende desciende a los sótanos, alcantarillas y zanjas, pudiendo provocar la muerte por asfixia u ocasionar quemaduras. (Rojas, F. J., Jiménez, F. O., & Soto, J., 2019)

4. Cuando se mezcla con la cantidad apropiada de aire y al tener contacto con cualquier chispa rápidamente se inflama. (Rojas, F. J., Jiménez, F. O., & Soto, J., 2019)
5. El rombo de seguridad NFPA2 704 del GLP: Donde (1) indica que su daño a la salud es ligero, que (4) su grado de inflamabilidad es muy alto y (0) su grado de reactividad es mínimo. Según lo anteriormente mencionado, lo podemos ver expresando en la siguiente figura:

**Figura 3.** Rombo de seguridad NFPA del GLP

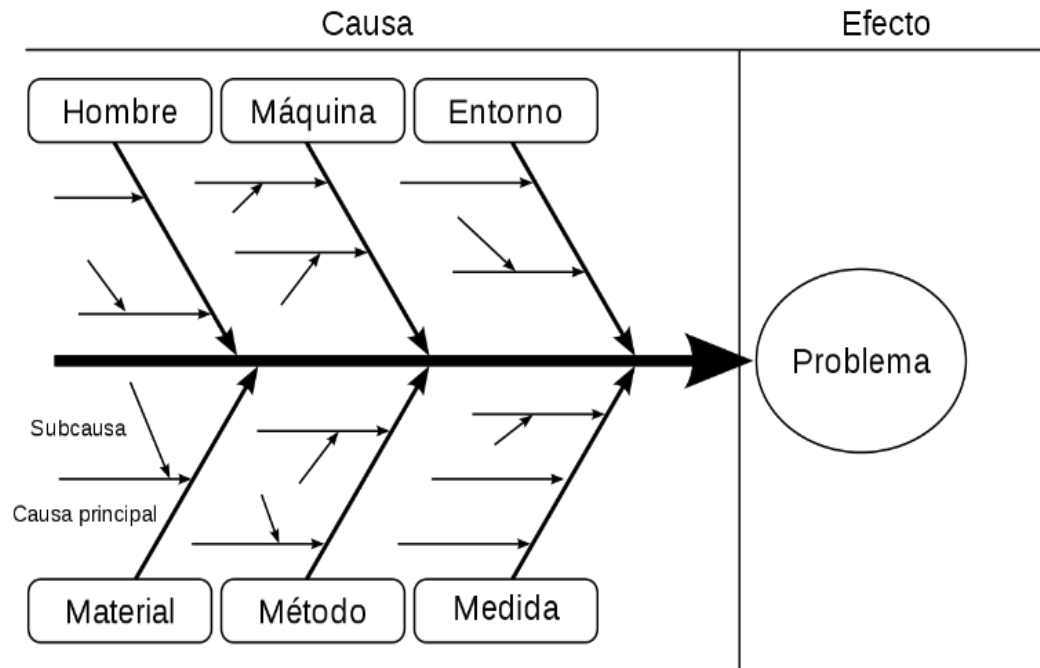


**Fuente:** (Rojas, F. J., Jiménez, F. O., & Soto, J., 2019)

### **Ishikawa**

En una organización el identificar rápidamente cada causa obstáculo presentado lo cual es principal para eludir extorsión, enmendar fallas y aminorar propiedad. Por ello, el diagrama de Ishikawa también renombrado como causa-efecto, en manera de suplantar distintas hipótesis basadas en las ocasiones de un problema. Permitiendo alcanzar un discernimiento común de un problema complejo. (Wong, K. C., Woo, K. Z., & Woo, K. H., 2016)

**Figura 4.** Elaboración de Ishikawa



**Fuente:** (Wong, K. C., Woo, K. Z., & Woo, K. H., 2016)

Por otro lado, para la identificación de la problemática se siguen las siguientes pautas:

1. En primer lugar, se reconocen las causas iniciales mediante la terminación en las ideas secundarias, así tal y como las terciarias las cuales a su vez también se ven afectadas.
2. En segundo lugar, se considera que se debe retribuir su repercusión según sea cada factor.
3. Seguidamente se debe precisar los principales conglomerados de factibles causas las cuales pueden ser: materiales, equipos, métodos de trabajo, mano de obra, medio ambiente.
4. Marcar los factores importantes que tienen incidencia significativa sobre el problema.
5. Rastrear algún tipo de información que pueda ser útil.

6. Finalmente, tal como podemos visualizar en la Figura 3 el cual manifiesta el Diagrama “Causa – Efecto” para el análisis del problema.

### **MRP**

Es un programador de requerimientos de elementos el cual posee un método de información el cual faculta su planeación y programación de lo producido. (Flores & Parra, 2007). Además, posee las siguientes características: Controlar inventarios, esquematizar tareas, producir listas de materiales, premedita tiempos de salida para las órdenes de compra y determinar cantidad de materiales que necesitamos. Por otro lado, garantizan la contingencia de empalmar la fabricación, permitiendo:

1. Suscita información financiera para calcular los resultados de la producción.
2. Gestionar tareas comerciales, ventas y operaciones
3. Planificar la capacidad de producción.
4. Calcular costo, etc.

### **Proceso de envasado de GLP**

Para realizar el se considera que se deben realizan los siguientes pasos:

1. **Ingreso de Balones a Planta:** Para internar los balones a planta se deben verificar en cautela, dejando los completos ya que el camión pasa a plataforma solo con los vacíos. (Idrogo Guevara, L. N. & Julca Alcántara, S. J., 2018)
2. **Recepción de balones vacíos:** Bajo la contemplación del supervisor de plataforma o asistente, el dirigente de la unidad vehicular para ametrallar los vacíos y verificar su cantidad con la guía de remisión o acceso a planta. Seguidamente, el controlador de masa constatará los balones y delimitará los criterios de aceptación y rechazo de los cilindros. (Idrogo Guevara, L. N. & Julca Alcántara, S. J., 2018)

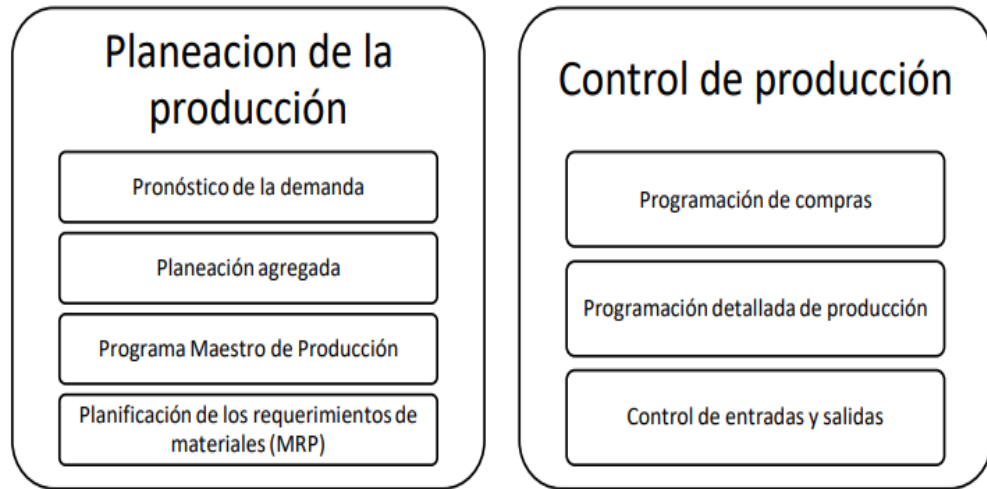
3. **Clasificación y limpieza:** La limpieza de los balones quitando todo tipo de residuo de etiqueta que contenga en su superficie utilizando espátulas, escobillas y trapo industrial. Posteriormente se escogen a los balones que ingresarán a producción y cuáles serán colocados en la zona de mantenimiento o canje. (Idrogo Guevara, L. N. & Julca Alcántara, S. J., 2018)
4. **Pintado de cilindros:** Se trasladan los balones sobre la silla de pintado giratoria en la cabina de pintado cargará el depósito de la máquina con la pintura suficiente. (Idrogo Guevara, L. N. & Julca Alcántara, S. J., 2018)
5. **Tarado:** Se pesan sobre la balanza para lo cual deben estar completamente vacíos, haciendo uso de la balanza de pesaje eléctrica antiexplosiva para áreas clasificadas con legibilidad de 20gr a 40gr. (Idrogo Guevara, L. N. & Julca Alcántara, S. J., 2018)
6. **Embleado:** Se deben encontrar en una sola dirección el operario procede a colocarles el logo de color blanco en el cuerpo del balón en el cual se consigna la marca y se procede a pintar con una pistola accionada a presión de aire. Finalmente, se trasladan los cilindros en una carreta hacia el área de envasado. (Idrogo Guevara, L. N. & Julca Alcántara, S. J., 2018)
7. **Envasado:** Sobre las balanzas mecánicas colocando la tara del balón en la regla, aperturando la válvula Quit Acting para empezar con el llenado de GLP con los Kg correspondientes acorde a su presentación. (Idrogo Guevara, L. N. & Julca Alcántara, S. J., 2018)
8. **Control de Peso:** Se realiza el pesado mediante la ayuda de la balanza electrónica con el propósito verificar el peso preciso del balón examinando las restricciones permisibles. (Idrogo Guevara, L. N. & Julca Alcántara, S. J., 2018)

9. **Control de Calidad:** Posteriormente son derivados a ejecutar el registro de calidad final de la válvula la cual que engloba el GLP y a su vez determinar si existe alguna fuga o falla. (Idrogo Guevara, L. N. & Julca Alcántara, S. J., 2018) Para ello se hace uso de una puntilla, probador, agua jabonosa y retenes.
10. **Sellado:** Los balones que se localizan en óptimas condiciones de peso, seguridad y presentación, son sellados en la válvula con un equipo de termosellado. (Idrogo Guevara, L. N. & Julca Alcántara, S. J., 2018)
11. **Almacenamiento de Balones:** Se almacenan los cilindros en el área correspondiente, en lotes según indicaciones del Supervisor de Plataforma y dejando 1 metro de separación entre lotes. (Idrogo Guevara, L. N. & Julca Alcántara, S. J., 2018)

### **Planeación y control de la producción**

Se basa en coordinación de diversas funciones de una organización, con el propósito de adquirir una retribución correcta de recursos las cuales reclaman próximas operaciones para un adecuado control. (Elias García, J. D, Jibaja Maza, J. S., & Quispe Palacios, J. D., 2020)

**Figura 5.** Proceso de Planeación y control de la producción



### **Pronósticos**

Considerados como predicciones al efectuarse con principio precisado dentro del marco de condiciones. Esto quiere decir que se separe del presupuesto como resultado de las compuestas decisiones. Además, tiene como objetivo principal minimizar el rango de incertidumbre dentro del cual se toman las decisiones que afectan el futuro del negocio y a las partes involucradas. (Hauk, 1965)

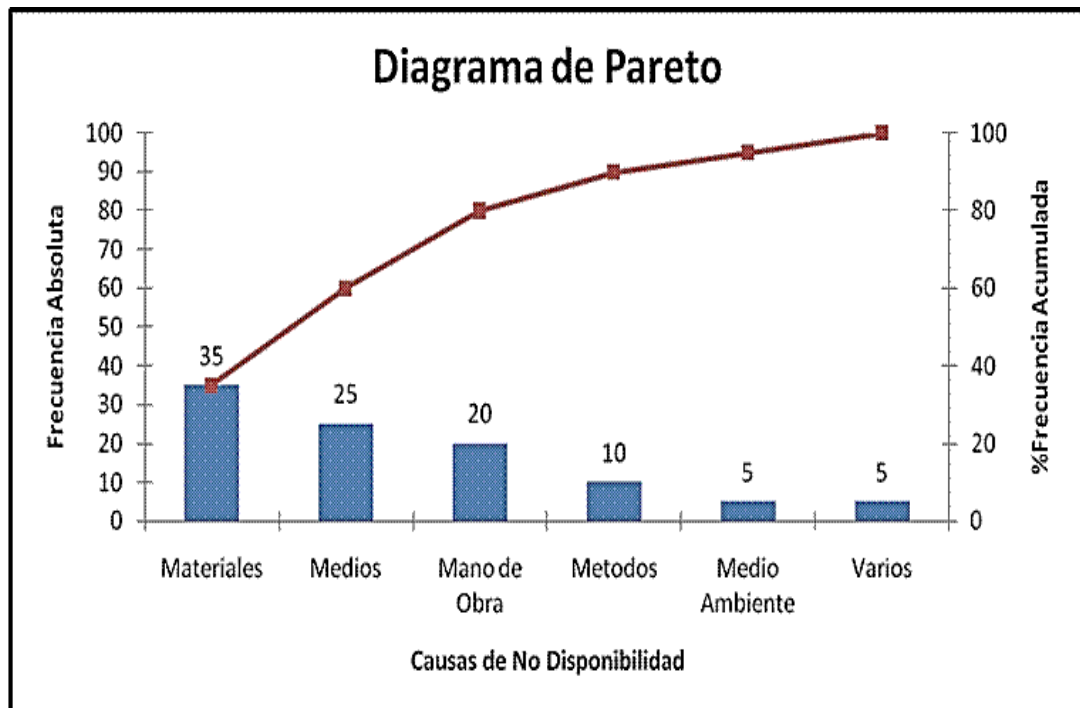
### **Pareto**

También conocido como 80-20 organiza valores de forma gráfica, estos a su vez distanciados por barras de mayor a menor o de izquierda a derecha respectivamente. Además, según sea la prioridad de las decisiones lo cual facilitará la elección de los problemas más graves a priorizar. Con el fin de hacer visibles los problemas reales los cuales están afectando el alcanzar los objetivos y reducción de pérdidas a las organizaciones que la aplique. (de Pareto, D., 2014).

Para la elaboración de este diagrama se debe tener en cuenta lo siguiente:

1. En primer lugar, se debe establecer un orden la tabla de datos según el orden decreciente de frecuencia y la frecuencia acumulada sumando la frecuencia anterior con la siguiente.
2. Con los datos del porcentaje acumulado, se coloca un punto céntrico en cada barra y luego se unen con una línea.
3. En tercer lugar, para ir finalizando, se avaluar cada gráfico obtenido.
4. Finalmente, se agregan datos como la fecha, título, qué se estudió, medidas correctivas a aplicar.

**Figura 6.** Selección de causas más relevantes



**Fuente:** (de Pareto, D., 2014)

Además, se sabe que el diagrama de Pareto está conformado por una estructura dividida en tres partes:

1. El eje "Y" izquierdo es la frecuencia de la ocurrencia del problema.
2. El eje "Y" de la parte derecha es el porcentaje acumulado del número total de ocurrencias.



3. La parte inferior del eje "X" muestra los problemas, quejas, defectos o desperdicios que se presentaron.

Al permitirnos enfocar en lo que en realidad afecta a la empresa, el diagrama de Pareto facilitará obtener las siguientes ventajas.

- Permitirá la mejora continua de la organización.
- Facilitará el análisis y priorización de problemas más frecuentes.
- Optimizará el esfuerzo y tiempo al centrarse en aspectos cuya mejora serán de impacto.
- Generará una visión sencilla y completa de cada uno de los problemas, siendo así más fácil de comprender;
- Verificará cuál es la mejor herramienta de automatización para aplicar.

### **Rentabilidad**

Es el beneficio obtenido por los miembros de la organización, es decir, sacar provecho del esfuerzo designado. Permitiendo medir el volumen que domina la forma de engendrar ingresos, siendo una medida más cercana a los accionistas y propietarios que la rentabilidad de la organización. (Kotter & Heskett, 1995)

El problema de investigación es la siguiente: ¿La propuesta de mejora en la gestión de Producción y logística incrementará la rentabilidad de una envasadora de gas, Trujillo, 2023?

Como objetivo general se planteó lo siguiente: Determinar la manera en que incide la propuesta de mejora en la gestión de producción y logística en la rentabilidad de una envasadora de gas licuado de petróleo, Trujillo, 2023.

Como objetivos específicos se establecieron los siguientes:

- Diagnosticar la situación actual de la gestión de producción y logística, de una envasadora de LPG.
- Proponer metodologías, técnicas y herramientas de la Ingeniería Industrial en la gestión de producción y logística, de una envasadora de LPG.
- Evaluar la viabilidad económica y financiera de la propuesta de mejora y su impacto en la rentabilidad de una envasadora de LPG, en Trujillo, 2023

La hipótesis de investigación a demostrar es: La propuesta de mejora en la gestión de producción y calidad incrementa la rentabilidad de la envasadora de GLP, en Trujillo 2023.

Desde un punto de vista teórico, este estudio permite a los tesisistas, indagar en la información en diferentes fuentes bibliográficas para dar solución a la problemática que se presenta, respecto al incremento de la rentabilidad de la envasadora de GLP.

Desde un punto de vista práctico, propone que, al extender la enseñanza se atestiguará con resultados facilitando la toma de decisiones en gestión de producción y logística.

Desde un punto de vista valorativo, este estudio asevera que se expone una mejora favorecerá la rentabilidad de la envasadora de GLP.

Desde un punto de vista académico, se basa en que permitirá que los tesisistas expongan los conocimientos, adquiridos a lo largo de la carrera.

Desde un punto de vista ético, lo requerido para desarrollar es adquirido por la gerencia de la envasadora de LPG, invocando el uso responsable y ético. De modo que, los tesisistas están comprometidos a conservar temas financieros y estratégicos. Ante ello, se

tendrán en cuenta las normas que aseguren la salud e integridad del personal operativo y medio ambiente. Por ello, se considera que la información recolectada fue previamente seleccionada garantizando la veracidad de la información potencial y real, de modo que se cumplan con los criterios de inclusión y respeto de autoría a los investigadores citándolos mediante las normas APA, garantizando el respeto de la confidencialidad de los temas que le fueran explicados, los cuales son reales y tendrán un uso apropiado, a fin de que dicha investigación sirva positivamente a futuras investigaciones.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1 Tipo de investigación

Es presente tesis es una investigación diagnóstica y propositiva, ya que, como afirma es un proceso dialéctico en el que se hace uso de un conjunto de técnicas y procedimientos con el propósito de lograr diagnosticar y resolver problemas fundamentales, es decir, de encontrar respuestas a preguntas de forma científica, estudiando la relación tanto de los factores como de los acontecimientos. (Zermeño, M. G. G, Guzmán, & Arroyo, 2014).

### 2.2 Población y Muestra

#### Población

En este estudio la población son todos los procesos de la envasadora de GLP.

#### Muestra

Los procesos de producción y logística, del envasado y distribución del GLP.

### 2.3 Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos

Se utilizaron los siguientes métodos para la recolección de datos, tal y como se puede apreciar en la siguiente tabla:

**Tabla 1.** Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos

TÉCNICA	JUSTIFICACIÓN	INSTRUMENTOS	APLICADO EN
<b>Observación de campo</b>	Permitió observar las gestiones de la empresa, las actividades, procesos y problemas en ellos.	-Cuaderno de apuntes -Grabadora -Cronómetro	En el área de producción y calidad de la envasadora de LPG.
<b>Entrevista</b>	Permitió obtener mayor detalle del funcionamiento y gestión de la empresa en cuanto a producción y logística.	-Guía de entrevista-cuestionario -Cuaderno de apuntes. -Cámara fotográfica	El gerente de la empresa.
<b>Análisis de documentos</b>	Permitió descifrar información solicitada obteniendo una base de datos de los procesos de producción y logística.	-Microsoft Excel -Laptop -Cuaderno de apuntes	Base de datos de la empresa en estudio.

---

<b>Encuesta</b>	Permitió analizar los factores que intervienen en el mantenimiento.	-Guía de encuesta	Personas que laboran en el área de producción y calidad.
-----------------	---------------------------------------------------------------------	-------------------	----------------------------------------------------------

---

### **Observación directa**

#### **Objetivo:**

Identificar la problemática en las áreas de producción y logística, de la envasadora de GLP y las consecuencias que esta genera en su rentabilidad.

#### **Procedimiento:**

Mantener un seguimiento continuo de los procesos de envasado y distribución de la empresa envasadora.

#### **Instrumentos:**

Breviario de apuntes y lápices.

### **Entrevista**

La entrevista se realizará al gerente de la envasadora de GLP..

#### **Objetivo:**

Determinar la situación actual de la envasadora de GLP y conocer con mayor detalle su funcionamiento y gestión de producción y logística, para puntualizar los problemas fundamentales que están directamente relacionados con la rentabilidad.

#### **Parámetros:**

Duración: 45 minutos

Lugar: Gerencia

#### **Procedimiento:**

Con el fin de obtener la información necesaria para conocer dicha problemática, se procede a realizar una sucesión de preguntas.

**Instrumentos:**

Guía de entrevista, grabadora, y lapiceros.

**Análisis de documentos**

**Objetivo:**

Indagar la problemática en documentos físicos y virtuales, que mantenga la envasadora y contrastarlos con lo observado.

**Procedimiento:**

Organizar los instrumentos adecuados para realizar el análisis de documentación histórica.

**Instrumentos:**

USB, laptop, breviario de apuntes, lapicero.

**Encuesta**

**Objetivo:**

Obtener información de todos los procesos del área de producción de producción y logística y el desempeño de los operarios.

**Parámetros:**

Duración: 50 minutos

Lugar: Planta envasadora

**Procedimiento:**

Realizar una serie de preguntas al gerente y a los trabajadores del área de envasado y logística, a fin de conocer los puntos resaltantes del área.

**Instrumentos:**

- ❖ Guía de encuesta, lapiceros.
- ❖ Estadísticas de producción y ventas.
- ❖ Estadística aplicada.

Por otro lado, se considera que los resultados obtenidos se muestran mediante las siguientes herramientas:

**Tabla 2.** Instrumentos y métodos de procesamiento de datos

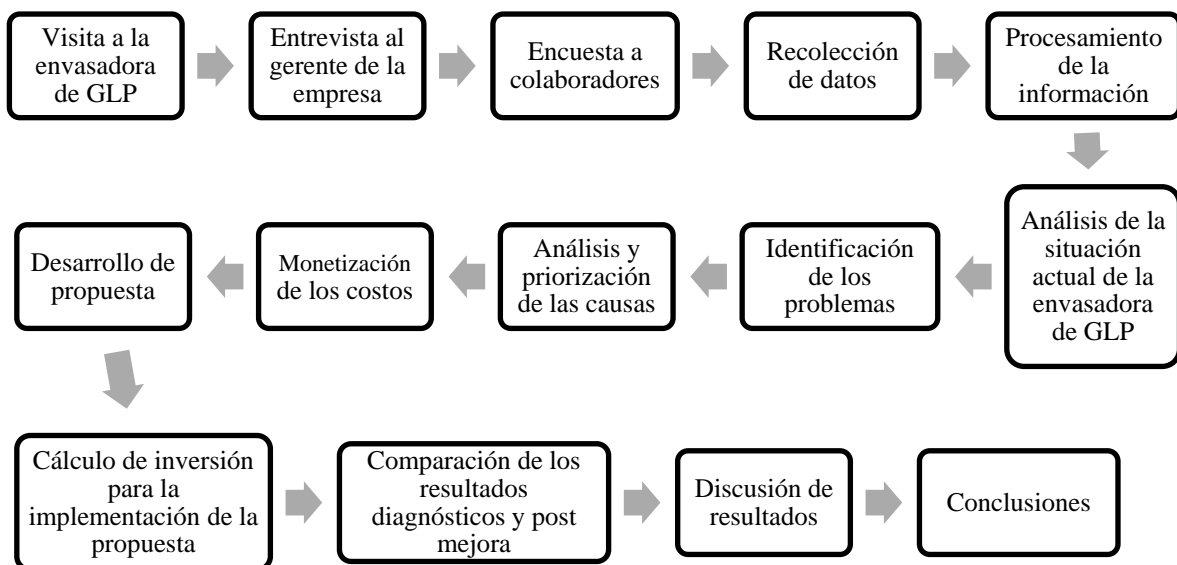
Herramienta	Descripción
<b>Diagrama de Ishikawa</b>	Se elabora un Diagrama Ishikawa para plasmar las causas raíz.
<b>Matriz de priorización</b>	Se utiliza con el fin de ordenar las causas raíz halladas de acuerdo con su impacto económico en el periodo 2022.
<b>Pareto</b>	Esta herramienta permite obtener las causas raíz que generan un 80% de impacto en el problema de elevados costos operativos.
<b>Matriz de indicadores</b>	Se elaboran indicadores para medir el impacto de la mejora en cada causa raíz.
<b>Diagrama de análisis de procesos</b>	Se elabora para determinar las actividades productivas e improductivas presentes en el proceso de producción.

### Procesamiento de información

Para analizar los datos se ha utilizado Microsoft Office Excel, para el cálculo de indicadores y valores en general que forman parte de la presente investigación.

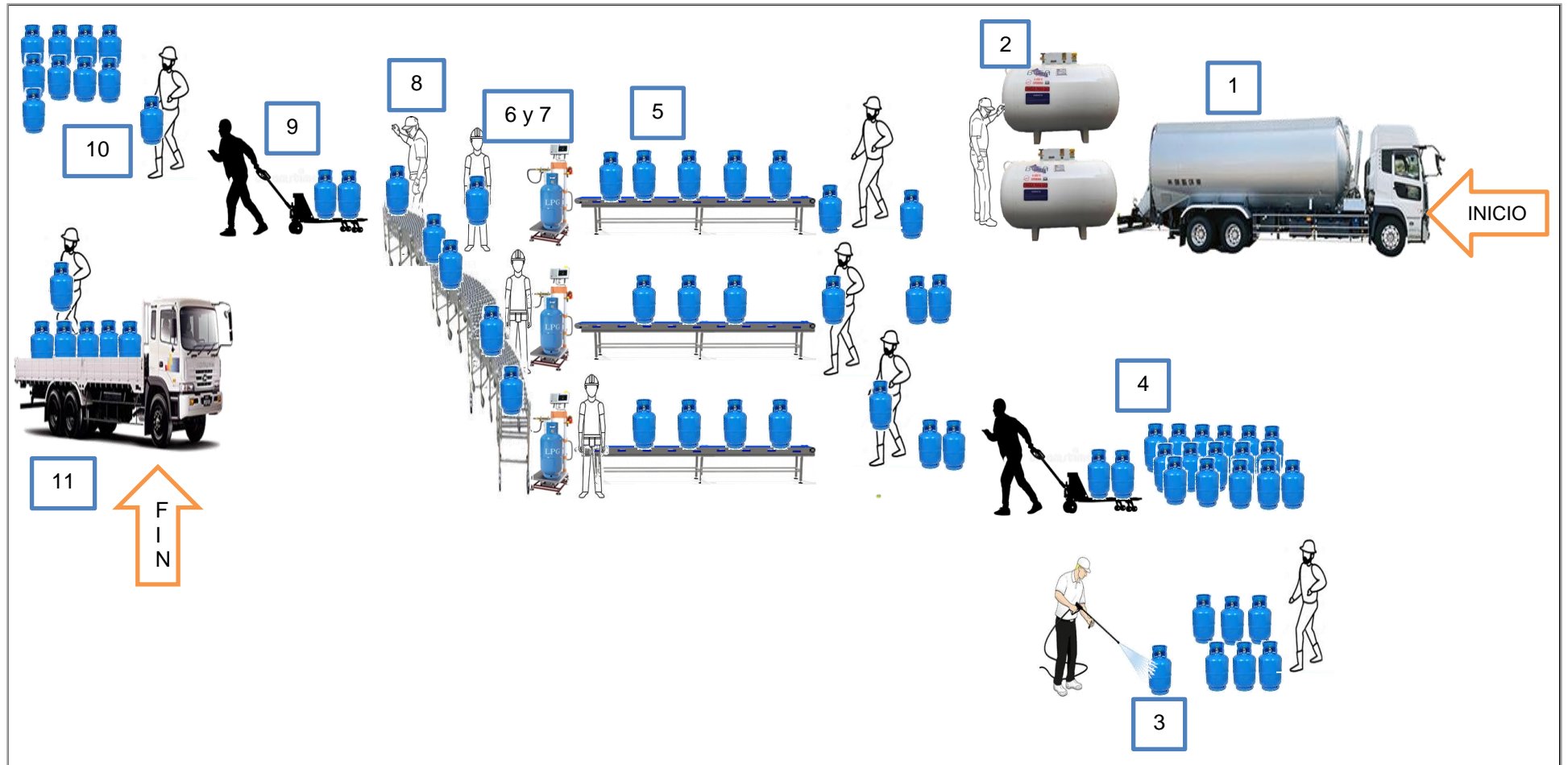
## 2.4 Procedimiento

**Figura 7.** Procedimiento de investigación



## 2.5 Distribución de la empresa

Figura 8. Layout actual





## **El Layout Actual comienza de derecha (Inicio) a**

### **izquierda (Fin):**

- 1.El camión cisterna con GLP llega desde Talara para llenar los tanques estacionarios.
- 2.Un operario manualmente opera los tanques para que el gas vaya a las máquinas llenadoras.
- 3.Los bidones vacíos esperan a que un operario los inspeccione, lave y pinte.
- 4.Otro operario ordena los bidones y los transporta en una carretilla hidráulica a cada estación.
- 5.En cada estación hay un operario que coloca los bidones en una faja transportadora.
- 6.Los otros operarios reciben los bidones y los colocan en las máquinas llenadoras para que se llenen de gas.
- 7.Los mismos operarios colocan los tanques llenos en otra faja transportadora.
- 8.Otro operario recibe los tanques y les añade válvulas y anillos de goma (o-ring).
- 9.Un operario usa un carrito hidráulico para llevar todos los bidones llenos al almacén.
10. Otro operario ordena los bidones en el área correspondiente.
11. Cuando llegan los camiones para llevar los bidones al depósito de chiclin, un operario los carga.

### **Principales Competidores**

- Sol Gas
- Lima Gas
- Costa Gas
- Zeta gas
- Nor Gas

## Principales Proveedores

- Petro Perú
- Proveedores de bidones: Nava SAC; N&A SAC; Nova Gas; *Minsheng y Corp* Baexva.
- La casa del o-ring SAC

## Principales Clientes

- Depósitos minoristas
- Avícolas
- Centros comerciales
- Industria de alimentos
- Restaurantes
- Institutos
- Hogares

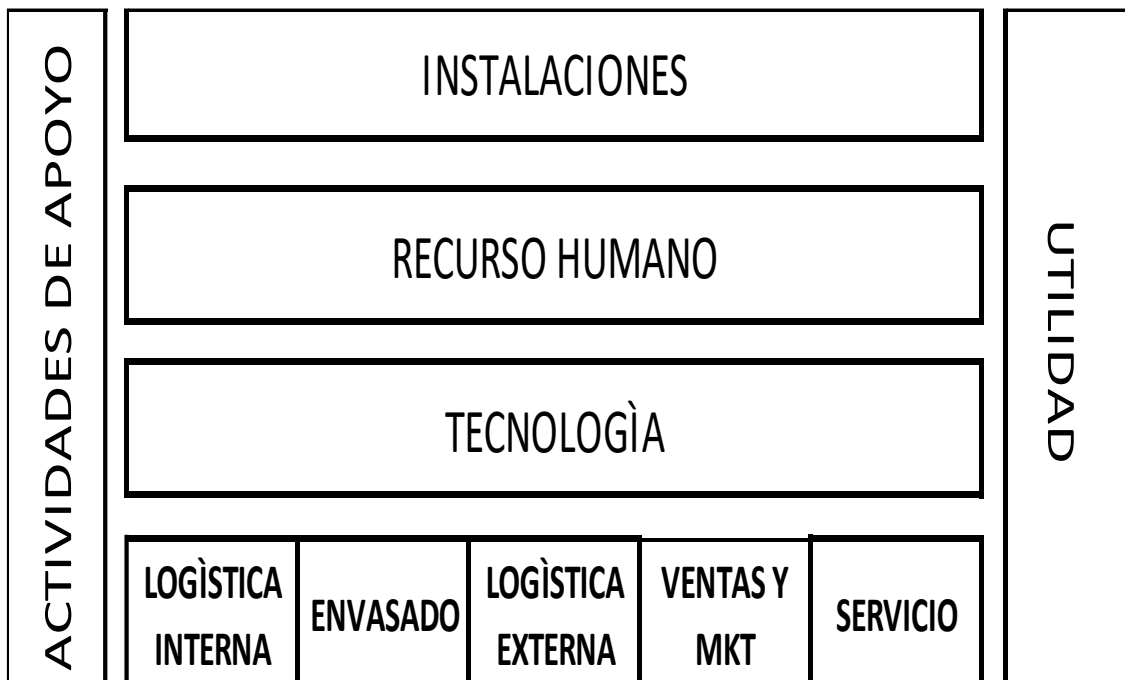
## 2.6 FODA

**Figura 9.** FODA de la empresa

<p><b>FORTALEZAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reconocimiento de marca</li> <li>Seriedad</li> <li>Prestigio</li> <li>Cumplimiento</li> <li>Cientes satisfechos</li> <li>Precios competitivos</li> <li>Producto de calidad</li> <li>Cientes importantes</li> <li>Màrgen conveniente</li> <li>No hay reclamos significativos</li> </ul>	<p><b>OPORTUNIDADES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Nuevos clientes</li> <li>Nuevos mercados</li> <li>Mejores pronòsticos</li> <li>Mejor servicio de distribución</li> <li>Automatización del envasado</li> <li>Mejor layout</li> <li>Reducción de costos</li> </ul>
<p><b>DEBILIDADES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Deficiencia en pronòsticos</li> <li>Layouts incòmodos</li> <li>Excesivo manipuleo</li> <li>Faltan clientes en la serranía de La Libertad</li> </ul>	<p><b>AMENAZAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Nuevos competidores</li> <li>Políticas de control de precios</li> <li>Sustitución del LPG por Gas natural</li> </ul>

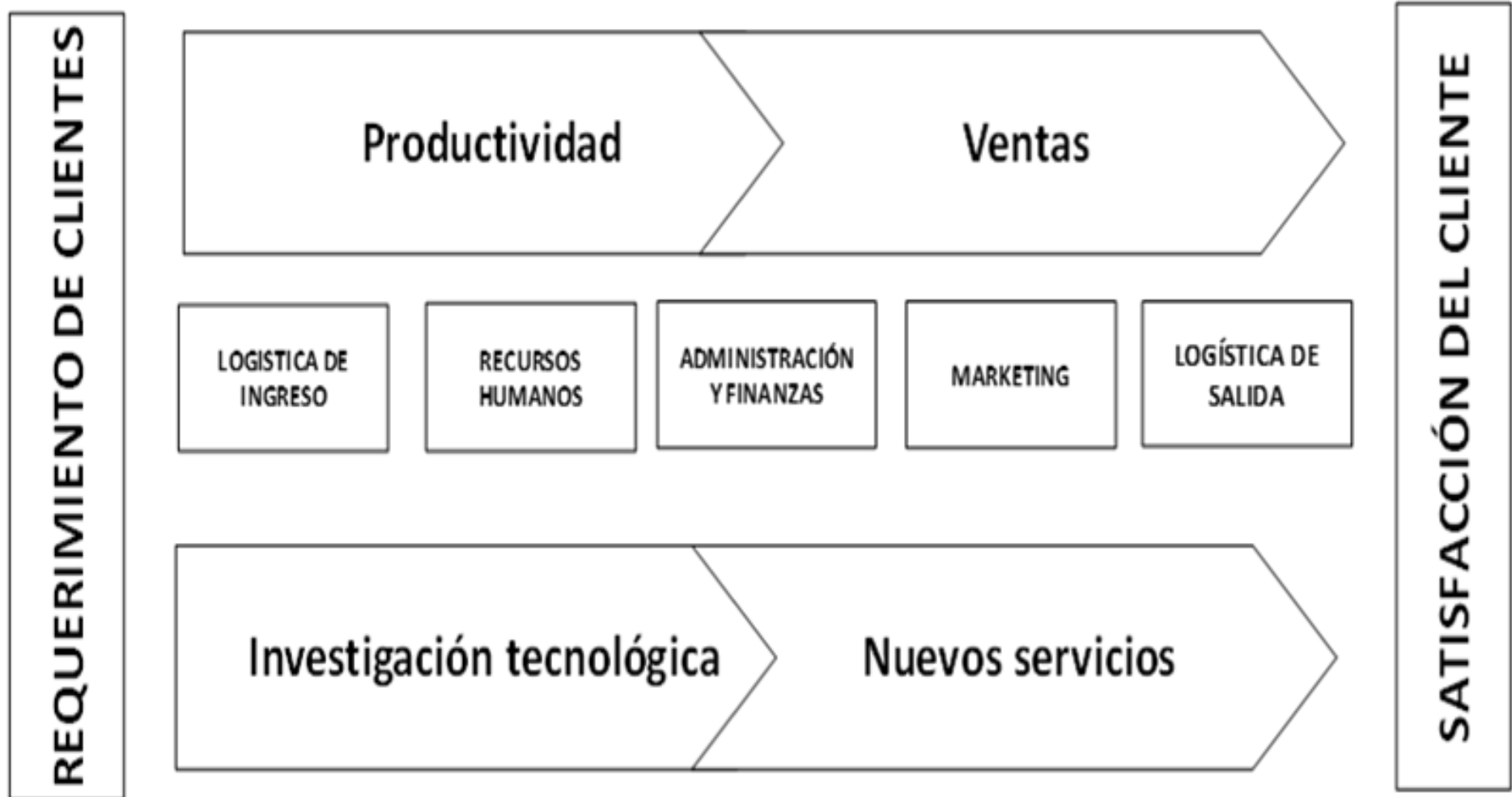
## 2.7 Cadena de valor

**Figura 10.** Cadena de valor



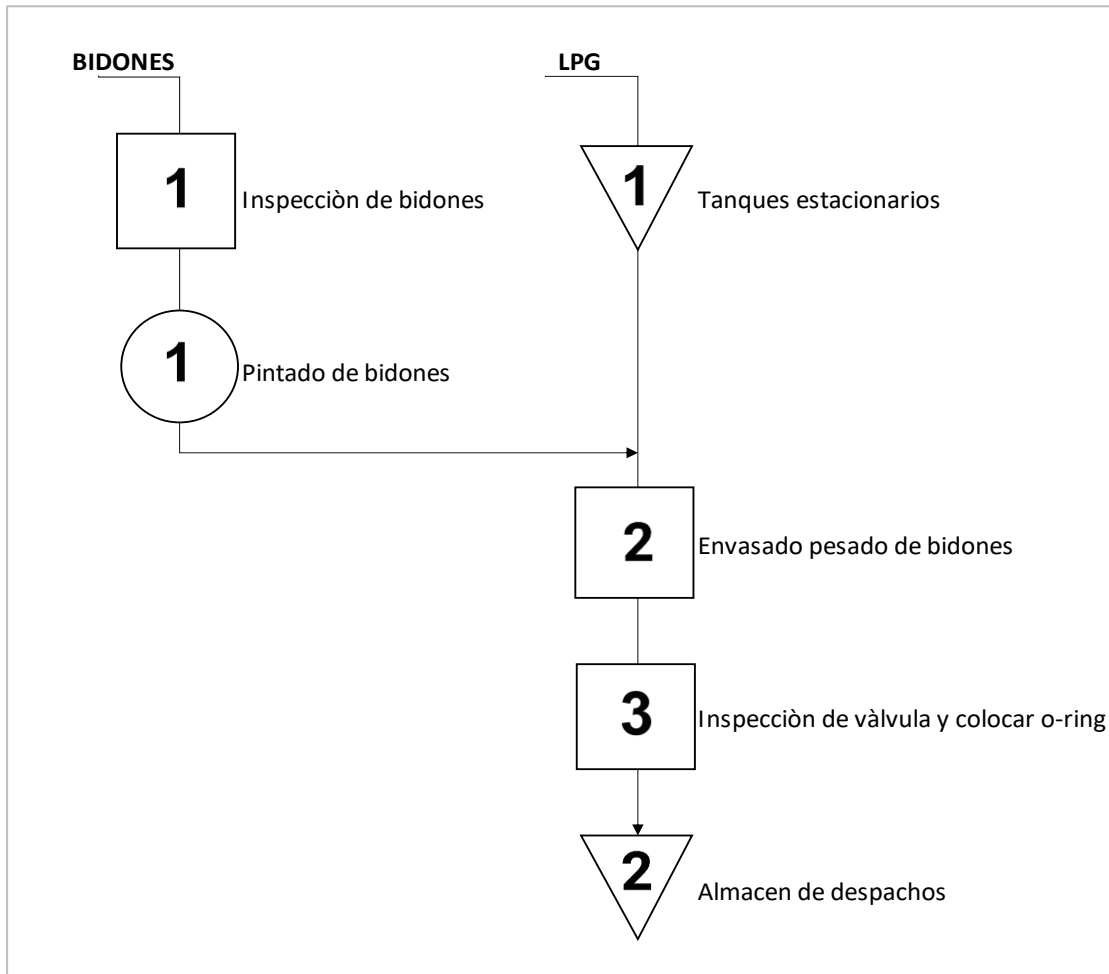
## 2.8 Mapa de procesos

Figura 11. Mapa de procesos



## Diagrama de actividades del proceso

**Figura 12.** Diagrama de operaciones de procesos de envasado de lpg.



Al llegar los bidones, se lleva a cabo una revisión y pintado correspondiente. El gas licuado del petróleo (GLP) proveniente de los camiones cisternas y se llenan a los camiones estacionarios, por lo tanto, los recipientes se envasan con su peso adecuado para realizar una revisión de válvulas y colocar el anillo en O, posteriormente se trasladan al almacén de despachos.

## Operacionalización de variables

**Tabla 3.** Operacionalización de variables

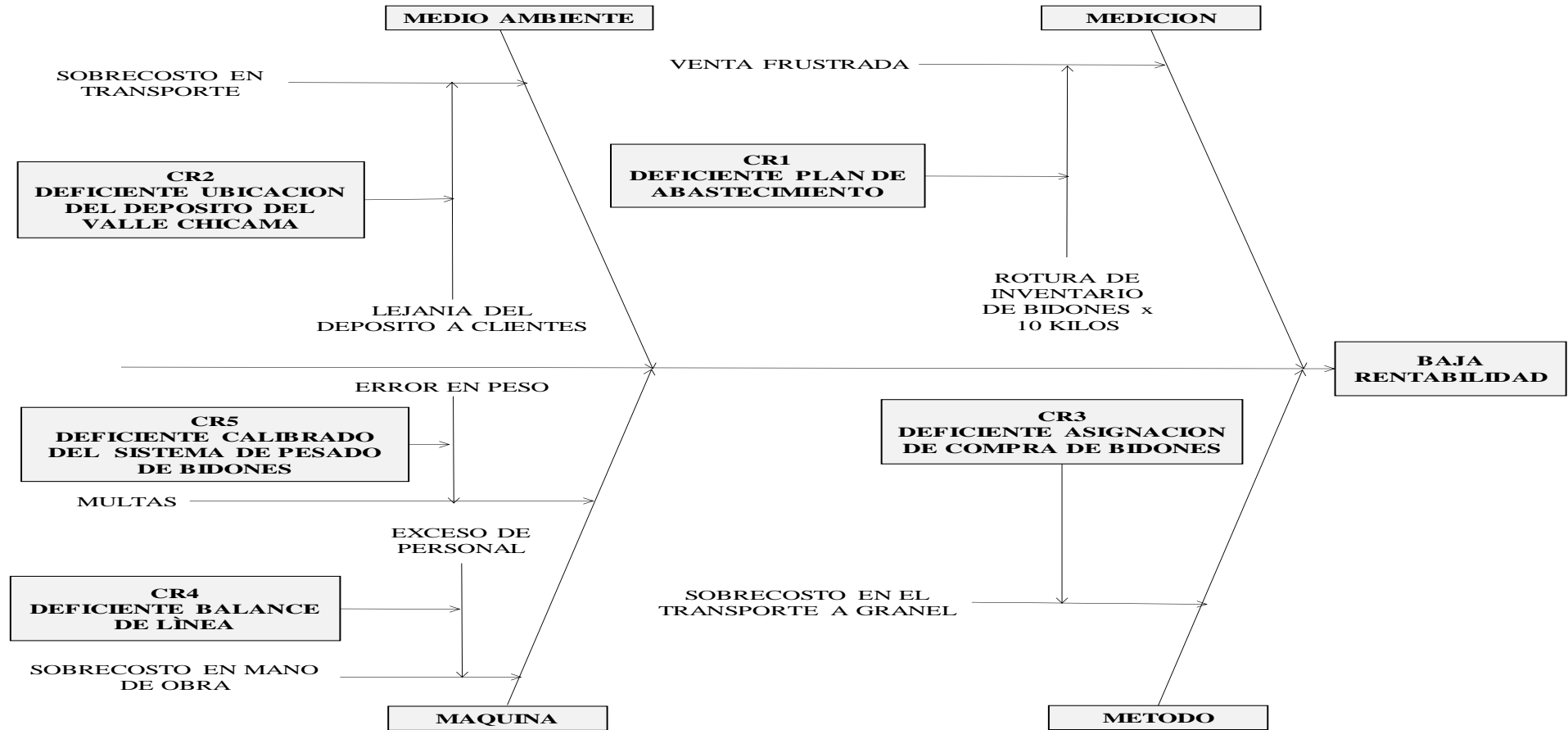
VARIABLES	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Fórmula
<b>INDEPENDIENTE</b>  Propuesta de mejora en la gestión de producción y Logística	Es un conjunto de actividades que crean valor en forma de bienes y servicios al transformar los insumos en productos terminados. (Administración de la producción, Render&Heizer, 2007)	La propuesta permite mejorar las gestiones de producción y logística, incrementando con ello, la rentabilidad de la envasadora de gas.	Producción	Ventas perdidas por pronósticos deficientes	$\frac{\text{Ventas perdidas por rotura P.T.}}{\text{Total ventas}} \%$
	Productividad			$\frac{\text{Bidones envasados}}{\text{Horas Hombre}} \%$	
	Procedimientos que permiten obtener los mejores materiales, al menor costo posible, utilizarlos de la manera más eficaz y eficiente y entregar el producto al cliente en el momento adecuado, utilizando las mejores vías y el menor coste. (Gestión logística y comercial, Aparicio (2013))		Logística	Costo anual de reposición de bidones	$\Sigma \text{Bidones} \times \text{Costo unitario por proveedor (S/)}$
	Ventas perdidas por insuficientes capacidad de almacenaje frío para producto terminado	$\Sigma \text{Recorrido depósito a cliente} \times \text{Costo por Km (S/)}$			
<b>DEPENDIENTE</b>  Rentabilidad	Es la capacidad de un activo para generar utilidad. Relación entre el importe de determinada inversión y los beneficios obtenidos una vez deducidas las comisiones e impuestos. (Glosario del BCRP)	Capacidad de obtener ganancias a partir de una inversión, aplicando la propuesta de mejora en la gestión de producción y logística	Rentabilidad sobre ventas	Capacidad de obtener ganancias a partir de una inversión, aplicando la propuesta de mejora en la gestión de producción y logística en la envasadora de lpg.	$\frac{\text{Utilidad}}{\text{Ventas netas}} \%$

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

La investigación inicia con un diagnóstico para ahondar en las problemáticas que ocasionan los altos costos logísticos. Para ello, es imprescindible examinar la situación real y desglosa problema utilizando el diagrama de Ishikawa (Figura 14) para conocer la causa raíz del inconveniente. El análisis de Ishikawa utilizó el método 4M (máquina, método, medición y medio ambiente) a partir del cual se identificaron seis problemas específicos, los cuales fueron fundamentales en seguida de su identificación, analizar y determinar la causa del problema. Las razones identificadas son: Deficiente plan de abastecimiento, deficiente ubicación del depósito del Valle, deficiente asignación de compra de bidones, deficiente balance de línea, deficiente calibrado del sistema de pesado. Pero no todas las causas fundamentales tienen el mismo impacto en el problema, lo que significa que debe priorizar quién es responsable de más del 80 % del daño y centrarse en las soluciones. Para hacer esto, se requiere un análisis de Pareto (Figura 15), que implica encontrar la cantidad de pérdida para cada causa raíz y asignar los resultados más importantes.

**Diagnóstico de problemáticas principales**

**Figura 13.** Diagrama Causa Efecto de la problemática de la empresa





### Priorización de las Causas Raíz

La priorización de las causas raíz se hizo según el juicio de los directivos de la planta envasadora de gas, como se muestra a continuación:

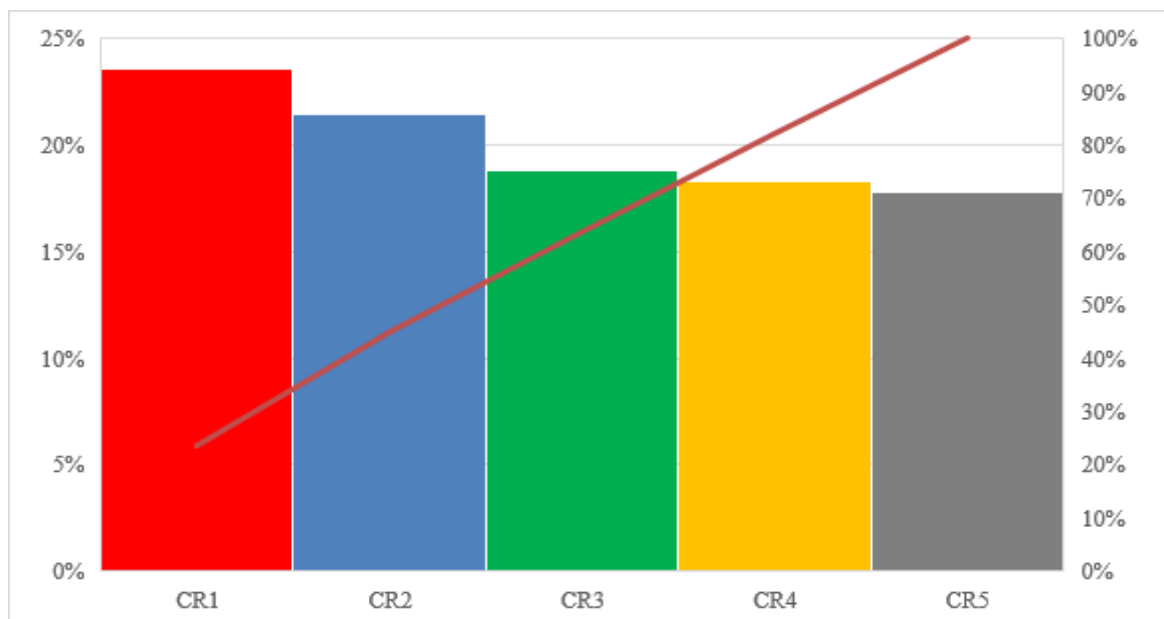
**Tabla 4.** Priorización por juicio de directivos y jefes

		Gerente	Superintendente	Jefe administración	Jefe de planta	Jefe de ventas	Jefe de contabilidad	Jefe de transportes	Jefe de mantenimiento	Jefe de personal	Total	%	% acumulado
CR1	Deficiente plan de abastecimiento	10	10	10	10	10	10	10	10	10	90	24%	24%
CR2	Deficiente ubicación del depósito del Valle	10	10	8	8	10	8	10	8	10	82	21%	45%
CR3	Deficiente asignación de compra de bidones	8	10	10	6	8	10	5	10	5	72	19%	64%
CR4	Deficiente balance de línea	10	10	8	10	6	6	5	10	5	70	18%	82%
CR5	Deficiente calibrado del sistema de pesado	6	8	8	10	10	6	5	10	5	68	18%	100%

Fuente: Envasadora

### Diagrama de Pareto de las causas raíz

**Figura 14.** Pareto de causas raíz de la problemática según directivos



Fuente: Priorización por criterio de directivos y jefes

## Generalidades de la empresa

### Misión

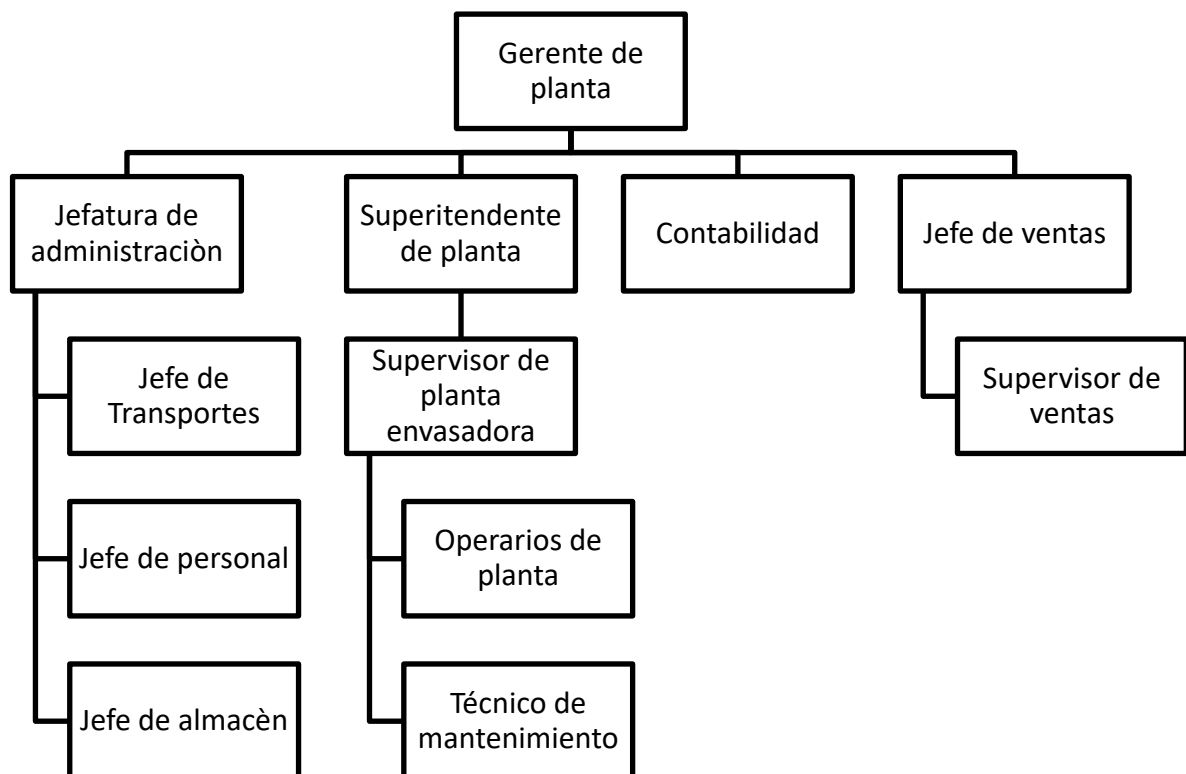
Proveer un servicio de calidad para asegurar una relación permanente y valiosa con nuestros clientes, colaboradores y accionistas.

### Visión

Seremos el proveedor preferido, una marca líder y confiable para la comunidad y fomentaremos una empresa enfocada en el bienestar y desarrollo de nuestro personal y la rentabilidad de nuestros accionistas.

## Organigrama

Figura 15. Organigrama



La rentabilidad actual y la rentabilidad sobre ventas la siguiente:

**Tabla 5.** Estado de resultados actual

	<b>Actual</b>
Venta GLP granel	S/2,161,145
Venta GLP Bidòn x 10 Kilos	S/8,663,271
Venta GLP Bidòn x 45 Kilos	S/2,309,076
<b>Total venta</b>	<b>S/13,133,493</b>
Costo GLP granel	-S/1,577,501
Costo envasado bidòn x 10 Kilos	-S/5,846,417
Costo envasado Bidòn x 45 Kilos	-S/1,619,991
<b>Gastos administrativos</b>	
Remuneraciones administrativas	-S/495,500
Costo reposición de bidones x 10 Kilos	-S/131,650
Costo desde el depósito del Valle Chicama a clientes	-S/31,694
<b>Total costo</b>	<b>-S/9,702,754</b>
<b>Utilidad bruta</b>	<b>S/3,430,739</b>
<b>Depreciación</b>	<b>-S/15,000</b>
<b>Utilidad operative</b>	<b>S/3,415,739</b>
Utilidad antes de participación e impuestos	S/3,415,739
Impuesto a la renta	-S/1,024,722
<b>Utilidad neta</b>	<b>S/2,391,017</b>
Reserva (10%)	S/-
<b>Resultado del ejercicio</b>	<b>S/2,391,017</b>
<b>Rentabilidad sobre ventas</b>	<b>18.21%</b>

## Identificación de indicadores

Tabla 6. Matriz de indicadores

N°	CAUSA RAIZ	INDICADOR	FÓRMULA	VALOR ACTUAL (%)	PÉRDIDA ACTUAL	VALOR META (%)	PÉRDIDA POST MEJORA	BENEFICIO (S/)	HERRAMIENTA DE MEJORA	METODOLOGÍA	INVERSIÓN
CR1	Deficiente plan de abastecimiento	Ventas perdidas por rotura de stock de bidones x 10 Kilos	$\frac{\text{Venta perdida}}{\text{Total solicitado}} \% \times \text{margen}$ (S/)	1.05%	S/24,062	0.00%	S/ -	S/24,062	Gestión táctica	Pronósticos MRP	Capacitación S/1,000
CR2	Deficiente ubicación del depósito del Valle Chicama	Distancia recorrida anual, desde la ubicación del depósito	Km recorridos x Costo por Km	31,694	S/69,622	25,075	S/55,081	S/14,541	Ingeniería de métodos	Método de Weber	Capacitación S/1,000
CR3	Deficiente asignación de compra de bidones	Compra anual de bidones para reposición	Bidones comprados x Costo promedio	S/109.71	S/131,650	S/101.67	S/122,000	S/ 9,650	Simulación	<i>Solver</i>	Capacitación S/1,000
CR4	Deficiente balance de línea	Cantidad de colaboradores en el proceso de envasado de lpg	Horas-Hombre anuales x Costo prom HH	S/40,320	S/241,336	31,680	S/192,168	S/49,168	Ingeniería de métodos	Balance de línea <i>Layout</i> Estudio de tiempos	Organizador transportador S/11,335 Transportadores S/8,526 Racks para bidones S/29,280

## Solución propuesta

### ❖ Descripción de causas raíz

#### Descripción de la causa raíz 1: Deficiente plan de abastecimiento

El planeamiento del abastecimiento del gas licuado de petróleo, LPG, de la envasadora, es empírico. No está bien articulado con el *lead time* ni con la tendencia de la demanda histórica. Esto le genera algunas roturas, aunque no frecuentes, de stock y ventas perdidas.

El gas es un *comodity*, que tiene varios proveedores, a quienes los clientes pueden recurrir, en caso de desatención de esta envasadora, a pesar de su alto nivel de fidelización con la empresa.

Los tráileres cisternas que traen el gas desde la refinería de Talara, antes de llegar a la envasadora, van directamente a sus clientes industriales y comerciales de Trujillo y cercanías, a quienes suministran GLP-G. Por este motivo, no es usual que haya rotura de stock con ellos, pues ocasiona interrupción en sus procesos, donde este hidrocarburo es indispensable, como la calefacción en las avícolas; la cocción en las panaderías y fábricas de galletas; restaurantes; hospitales; hoteles; talleres de pintura; etc.

El saldo lo llevan a la envasadora, donde lo trasiegan a sus tanques estacionarios, conectados a los surtidores pesadores manuales.

Las roturas de stock y ventas perdidas se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 7.** Ventas perdidas de bidones x 10 kilos año 2022

<i>Saldo Dic 2021</i>	<i>1,250 bidones x 10 kilos</i>												
<b>GRANEL LPG (Kilos)</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>	<b>Total</b>
Total Pedidos 2022	204,430	209,736	209,715	233,570	232,520	233,070	228,070	236,426	221,655	235,636	225,276	242,437	2,712,541
Recibido	191,000	212,500	208,250	225,250	229,500	242,250	225,250	216,750	225,250	242,250	216,750	238,000	2,673,000
Atendido	192,250	209,736	209,715	226,549	229,500	233,070	228,070	232,951	221,655	235,636	225,276	239,683	<b>2,684,091</b>
Saldo a fin de mes	-	2,764	1,299	-	7,021	16,201	13,381	-	3,595	10,209	1,683	-	56,153
<b><u>VENTA PERDIDA</u></b>													
<b>En Kilos</b>	<b>12,180</b>	-	-	<b>7,021</b>	<b>3,020</b>	-	-	<b>3,475</b>	-	-	-	<b>2,754</b>	<b>28,450</b>
<b>En bidones x 10</b>	<b>1,218</b>	-	-	<b>702</b>	<b>302</b>	-	-	<b>348</b>	-	-	-	<b>275</b>	<b>2,845</b>
													<b>1.05%</b>

**Fuente:** La empresa

Se observa en la Tabla 5 que, en el año 2022, la empresa tuvo roturas de stock, que frustraron la venta del 1.05% de sus pedidos, ascendente a 2,845 bidones de 10 kilos.

## Descripción de la Causa raíz 2: Deficiente ubicación del depósito del Valle

### Chicama.

La envasadora tiene importante presencia en los hogares del Valle Chicama. Por ello, hace algunos años decidió implementar un depósito de ventas propio, en la localidad de Chiclin, que desde el 1969, por Ley de Reforma Agraria, pasó a ser parte de Cartavio, convirtiéndose en la Cooperativa Azucarera Ltda. N° 39 y pasando a manos de los trabajadores.

Esta locación fue elegida, empíricamente, sin medir el impacto en los costos de desplazamiento del camión repartidor, para llevar los bidones de GLP a los diferentes anexos y centros poblados rurales y urbanos, de esta extensa zona ubicada en la Región La Libertad, en el norte peruano.

Desde Chiclin, se despachan 50 bidones por viaje, a Chocope, Casa grande, Paiján, Santiago de Cao; San Pedro de Lloc, Ascope y puntos intermedios, como se puede ver en el siguiente mapa.

Las distancias entre las localidades de la zona se muestran en la siguiente tabla. se consignan en la siguiente tabla:

**Tabla 8.** Distancia entre localidades del Valle Chicama (Km)

Localidad	Chocope	Chiclin	Casagrande	Paijan	Cartavio	Santiago de Cao	San Pedro de Lloc	Ascope
<b>Chocope</b>		9.3	7.2	11.5	18.7	26.7	56.0	17.8
<b>Chiclin</b>	9.3		15.6	20.9	10.9	18.9	65.0	19.0
<b>Casagrande</b>	7.2	16.0		15.7	23.0	34.6	60.0	11.3
<b>Paijan</b>	11.5	20.9	15.7		30.4	38.4	44.7	26.6
<b>Cartavio</b>	18.7	10.9	23.0	30.4		12.5	75.0	31.7
<b>Santiago de Cao</b>	26.7	18.9	34.6	38.4	12.5		83.0	39.6
<b>San Pedro de Lloc</b>	56.0	65.0	60.0	44.7	75.0	83.0		73.0
<b>Ascope</b>	17.8	19.0	11.3	26.6	31.7	39.7	73.0	

La frecuencia de viajes y distancia recorrida, ida y vuelta, por la camioneta de reparto, desde el depósito actual, en Chiclin, a las diferentes localidades, se muestra en la siguiente figura.

**Tabla 9.** Distancia recorrida desde Chiclin a localidades del Valle Chicama

<b>Localidad</b>	<b>Venta anual (Bidones)</b>	<b>Viajes anuales</b>	<b>Recorrido actual desde Chiclin (Km)</b>
Chocope	1,723	29	534
Chiclin	915	15	-
Casagrande	5,859	98	3,047
Paijan	4,682	78	3,262
Cartavio	3,660	61	1,330
Santiago de Cao	3,598	60	2,267
San Pedro de Lloc	3,006	50	6,513
Ascope	23,278	388	14,742
<b>Total</b>	<b>46,720</b>	<b>779</b>	<b>31,694</b>

El año de estudio, la camioneta de reparto recorrió 31,694 Kilómetros, desde el depósito en Chiclin, a sus clientes, en las localidades de la zona.

### **Descripción de la Causa raíz 3: Deficiente asignación de compra de bidones**

Según el Reglamento para la comercialización del GLP, del Ministerio de Energía y Minas, del Perú, las empresas son responsables del mantenimiento de envases, recalificando los de su propiedad, cada 10 años, cuando regresan vacíos. Son inspeccionados y eventualmente, reparados. Los que tuviesen abolladuras, serán descartados de inmediato.

La gerencia estima que el 10% de la población de cilindros, en simultáneo, deben ser recalificados anualmente. Los que aprobarán, podrán usarse por 10 años más. Aproximadamente el 20%, no aprobarán y tendrán que destruirse.



La planta posee alrededor de 40 mil bidones de 10 Kilos y 1,110 envases para 45 Kilos de GLP. De los primeros, 1, 042 se descartaron y debieron reponerse de inmediato, comprando gradualmente a proveedores, especializados y certificados en su fabricación. Esta asignación fue empírica.

Estos fabricantes, tienen diferentes precios y disponibilidad. La demanda que tienen es alta y se ven obligados a priorizar las cantidades y su compromiso de entrega.

Se adjunta información de precios; disponibilidad y cómo fue asignada la compra a cada uno de estos proveedores de bidones.

**Tabla 10.** Proveedores de bidones, precios y disponibilidad

<b>Fabricante</b>	<b>Costo/bidón</b>	<b>Compra</b>	<b>Costo</b>	<b>Compra Mín.</b>	<b>Compra Máx.</b>
Nava SAC	S/ 115.00	50.00	S/ 5,750	0	Sin límite
N & A SAC	S/ 107.00	150.00	S/ 16,050	100	Sin límite
Nova Gas	S/ 98.00	200.00	S/ 19,600	100	200
Corp. Baexva	S/ 100.00	500.00	S/ 50,000	200	500
Minsheng	S/ 102.00	300.00	S/ 30,600	50	300

#### **Descripción de la Causa raíz 4: Deficiente balance de línea**

El envasado de bidones de 10 y 45 kilos emplea a 14 operarios y se observa personal con poca carga de trabajo, motivado por la ausencia de un apropiado balance de línea. Los detalles de este layout, están graficados en la Figura N<sup>a</sup>10. El manipuleo del gas licuado de petróleo a granel utiliza sólo dos operarios y se entiende que, es necesaria de mano de obra, para la descarga en planta y en el local del cliente.

## Monetización de las pérdidas

### Monetización de la causa raíz 1: Deficiente plan de abastecimiento

El deficiente planeamiento del abastecimiento del GLP ocasionó roturas de stock, del SKU de 10 Kilos, como se observa en la siguiente tabla:

**Tabla 11.** Pedidos y despachos de LPG 2022

<i>Saldo Dic 2021</i>		<i>1,250 bidones x 10 kilos</i>												
<b>GRANEL LPG (Kilos)</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>	<b>Total</b>	
Total Pedidos 2022	204,430	209,736	209,715	233,570	232,520	233,070	228,070	236,426	221,655	235,636	225,276	242,437	2,712,541	
Recibido	191,000	212,500	208,250	225,250	229,500	242,250	225,250	216,750	225,250	242,250	216,750	238,000	2,673,000	
Atendido	192,250	209,736	209,715	226,549	229,500	233,070	228,070	232,951	221,655	235,636	225,276	239,683	<b>2,684,091</b>	
Saldo a fin de mes	-	2,764	1,299	-	7,021	16,201	13,381	-	3,595	10,209	1,683	-	56,153	
<b><u>VENTA PERDIDA</u></b>														
<b>En Kilos</b>	<b>12,180</b>	-	-	<b>7,021</b>	<b>3,020</b>	-	-	<b>3,475</b>	-	-	-	<b>2,754</b>	<b>28,450</b>	
<b>En bidones x 10</b>	<b>1,218</b>	-	-	<b>702</b>	<b>302</b>	-	-	<b>348</b>	-	-	-	<b>275</b>	<b>2,845</b>	
													<b>1.05%</b>	
													<b>Màrgen perdido</b>	<b>S/ 24,062</b>

Por esta deficiencia, el año de estudio, se perdió la venta del 1.05% de lo solicitado. El perjuicio en la utilidad fue S/24,062.

## Monetización de la causa raíz 2: Deficiente ubicación del depósito del Valle

### Chicama.

La ubicación del depósito en Chiclín, genera desplazamientos de ida y vuelta, hasta las localidades vecinas, donde tiene clientes minoristas, a quienes debe abastecer regularmente. El costo del traslado en la camioneta de despachos se muestra en la siguiente figura.

**Tabla 12.** Costo por kilómetro recorrido

Km/día		300
<b>Costos directos</b>		
<b>Costos fijos</b>		
Depreciación		50.00
Impuesto vehicular		2.00
Remuneración del chofer		50.00
Viáticos del chofer y ayudante		20.00
Seguro vehicular		4.00
Intereses por compra vehículo		6.00
<b>Total costos fijos</b>	<b>S/</b>	<b>132.00</b>
<b>Costos variables</b>		
Combustible		440.00
Aceite y filtro		6.00
Neumáticos		11.00
Mantenimiento y repuestos		30.00
Peaje		25.00
<b>Total costos variables</b>	<b>S/</b>	<b>512.00</b>
<b>Costos indirectos</b>		
Jefe de servicios		15.00
<b>Total costos indirectos</b>	<b>S/</b>	<b>15.00</b>
<b>Costo</b>	<b>S/</b>	<b>659.00</b>
<b>Costo/Km</b>	<b>S/</b>	<b>2.20</b>

El costo por kilómetro recorrido por la camioneta de reparto es S/2.20, cifra que se usará para el siguiente cálculo.

**Tabla 13.** Pedidos y despachos de LPG 2022 desde Chiclin

<b>Localidad</b>	<b>Venta anual (Bidones)</b>	<b>Viajes anuales</b>	<b>Recorrido actual desde Chiclin (Km)</b>
Chocope	1,723	29	534
Chiclin	915	15	-
Casagrande	5,859	98	3,047
Paijan	4,682	78	3,262
Cartavio	3,660	61	1,330
Santiago de Cao	3,598	60	2,267
San Pedro de Lloc	3,006	50	6,513
Ascope	23,278	388	14,742
<b>Total Km</b>	<b>46,720</b>	<b>779</b>	<b>31,694</b>
			<b>S/ 69,622</b>

El costo del traslado desde Chiclin, llevando bidones llenos y regresando los vacíos, fue S/69,622.

### Monetización de la causa raíz 3: Deficiente asignación de compra de bidones

La asignación empírica de proveedores de envases tuvo el siguiente costo:

**Tabla 14.** Asignación actual de proveedores de bidones

<b>Fabricante</b>	<b>Costo/bidón</b>	<b>Compra</b>	<b>Costo</b>	<b>Compra Mín.</b>	<b>Compra Máx.</b>
Nava SAC	S/ 115.00	736.37	S/ 84,683	50	Sin límite
N & A SAC	S/ 107.00	101.24	S/ 10,832	100	Sin límite
Nova Gas	S/ 98.00	102.62	S/ 10,057	100	200
Corp. Baexva	S/ 100.00	209.26	S/ 20,926	200	500
Minsheng	S/ 102.00	50.50	S/ 5,151	50	300
		<b>1,200.00</b>	<b>S/131,650</b>		

El importe total invertido en la reposición de 1,200 bidones fue de S/131,650. El costo unitario promedio fue S/109.708

#### Monetización de la causa raíz 4: Deficiente balance de línea

La envasadora, emplea 14 operarios, de manera regular. Estos son:

**Tabla 15.** Cantidad de operarios por área

Recepción y control	1
Revisión y pintado de bidones	2
Alimentado de línea de envasado	3
Llenado manual	3
Revisión de válvula y colocar o-ring	1
Apilado	2
Manipuleo	2
<b>Total</b>	<b>14</b>

El costo de la Hora-Hombre promedio, en función del volumen en kilos de cada SKU, se muestra en la siguiente figura:

**Tabla 16.** Costo de la hora hombre promedio

	Atendido	Kilos	%	Costo HH
Bidones x 10 Kg	176,802	1,768,020	66%	S/ 5.857
Bidones x 45 Kg	11,781	530,145	20%	S/ 5.857
Granel (Kilos)	365,926	385,926	14%	S/ 6.750
		<b>2,684,091</b>		<b>S/ 5.986</b>

De acuerdo ello, el costo anual de la mano de obra es el siguiente:

$$14 \text{ operarios} \times 360 \frac{\text{días}}{\text{año}} \times 8 \frac{\text{horas}}{\text{día}} \times 5.986 \frac{\text{Soles}}{\text{hora}} = \text{S/241,336}$$

### Propuesta de mejora de la CR1: Deficiente plan de abastecimiento

El deficiente plan de abastecimiento de gas licuado a granel, GLP-G, que no pronóstica técnica y estructuradamente, ni un sistema formal de lanzamiento de órdenes, en función de estos pronósticos, se generó rotura de stock de 2,845 bidones x 10 Kilos. El impacto negativo anual fue de S/24,062. En esta tesis, se propone, pronosticar la demanda del año de estudio, considerando la tendencia de los años previos y, seguidamente, confeccionar un MRP, que planifique la cantidad y momento de producir y abastecerse de materiales.

**Tabla 17. Estadísticas de pedidos 2019-2021**

PEDIDOS 2019			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
SKU1	Granel	Kilos	12,750	13,120	16,852	27,850	28,210	27,600	29,125	26,120	25,814	26,550	27,182	29,993
SKU2	Bidones 10 K	Bidòn	10,160	9,180	10,101	9,580	9,996	11,001	10,147	9,996	8,992	10,401	8,852	12,333
SKU3	Bidones 45 K	Bidòn	420	405	465	481	429	462	485	501	510	498	458	503
<b>SKU</b>	<b>Granel</b>		<b>133,250</b>	<b>123,145</b>	<b>138,787</b>	<b>145,295</b>	<b>147,475</b>	<b>158,400</b>	<b>152,420</b>	<b>148,625</b>	<b>138,684</b>	<b>152,970</b>	<b>136,312</b>	<b>175,958</b>
PEDIDOS 2020			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
SKU1	Granel	Kilos	15,100	15,702	18,600	31,110	34,202	32,120	31,812	30,020	29,985	30,011	28,950	29,993
SKU2	Bidones 10 K	Bidòn	12,106	11,189	12,001	11,888	12,501	12,222	11,852	12,001	10,999	12,101	9,998	12,333
SKU3	Bidones 45 K	Bidòn	621	610	701	774	778	801	751	688	801	791	602	699
<b>SKU</b>	<b>Granel</b>		<b>164,105</b>	<b>155,042</b>	<b>170,155</b>	<b>184,820</b>	<b>194,222</b>	<b>190,385</b>	<b>184,127</b>	<b>180,990</b>	<b>176,020</b>	<b>186,616</b>	<b>156,020</b>	<b>184,778</b>

J-

PEDIDOS 2021			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
SKU1	Granel	Kilos	17,300	18,120	19,600	34,550	32,875	33,310	34,100	32,890	32,582	34,021	32,812	32,984
SKU2	Bidones 10 K	Bidòn	13,990	13,500	13,201	14,020	12,850	13,600	12,841	13,950	12,991	14,001	13,608	14,002
SKU3	Bidones 45 K	Bidòn	782	781	821	900	998	950	861	899	920	850	711	991
<b>SKU</b>	<b>Granel</b>		<b>192,390</b>	<b>188,265</b>	<b>188,555</b>	<b>215,250</b>	<b>206,285</b>	<b>212,060</b>	<b>201,255</b>	<b>212,845</b>	<b>203,892</b>	<b>212,281</b>	<b>200,887</b>	<b>217,599</b>

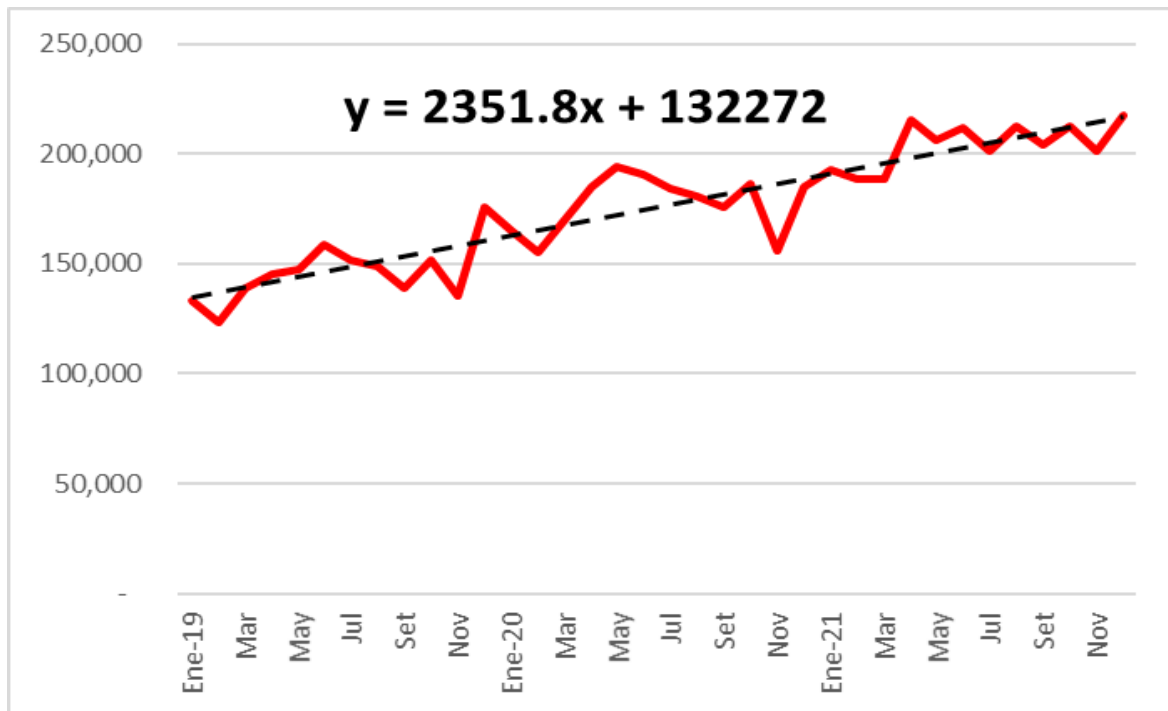
Con la data previa, se procedió a calcular el índice de estacionalidad de la demanda.

**Tabla 18.** Cálculo del índice de estacionalidad

Índice de estacionalidad													
SKU	Granel 2019	133,250	123,145	138,787	145,295	147,475	158,400	151,420	148,625	138,684	151,970	135,231	175,958
SKU	Granel 2020	165,105	155,042	170,155	184,820	194,222	190,385	184,127	180,990	176,020	186,616	156,020	184,778
SKU	Granel 2021	192,390	188,265	188,555	215,250	206,285	212,060	201,255	212,845	203,892	212,281	200,887	217,599
Promedio		178,748	171,654	179,355	200,035	200,254	201,223	192,691	196,918	189,956	199,449	178,454	201,189
Indice estacional		1.0169	0.9765	1.0203	1.1380	1.1392	1.1447	1.0962	1.1202	1.0806	1.1346	1.0152	1.1445

Se calculó la línea de tendencia por regresión lineal, de la demanda anual del *SKU* a granel, desde el año 2019 al 2021.

**Figura 16.** Línea de tendencia de la demanda 2019-2021



Seguidamente, se calculó el pronóstico por regresión lineal, con los datos generados por la ecuación del gráfico anterior.

Se obtuvo como resultados que la desviación media absoluta de pronóstico, MAD, es de 8,097 kilos mensuales, el 4% de la demanda mensual promedio. Su señal de rastreo se mantuvo siempre, en el rango de  $\pm 4$ , ambos indicadores, razonables.

Con este pronóstico por regresión, se reemplazará a la fila de GLP recibido, para evaluar, cómo hubiese sido su comportamiento, de haberlo empleado



**Tabla 19.** Validación del pronóstico por regresión lineal

<b>Regresión cuadrática</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>	<b>Total</b>
Pedidos 2022	204,430	209,736	209,715	233,570	232,520	233,070	228,070	236,426	221,655	235,636	225,276	242,437	2,712,541
Recibido	<b>219,289</b>	<b>221,640</b>	<b>223,992</b>	<b>226,344</b>	<b>228,696</b>	<b>231,048</b>	<b>233,399</b>	<b>235,751</b>	<b>238,103</b>	<b>240,455</b>	<b>242,807</b>	<b>245,158</b>	2,786,682
Atendido	204,430	209,736	209,715	233,570	232,520	233,070	228,070	236,426	221,655	235,636	225,276	242,437	<b>2,712,541</b>
Saldo a fin de mes	16,109	28,013	42,290	35,064	31,240	29,218	34,547	33,872	50,320	55,139	72,670	75,391	503,873
<b>Venta frustrada</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
													<b>0.00%</b>
													<b>S/ -</b>

Se observa que, con este pronóstico, no habría ventas perdidas y el promedio de los saldos a fin de mes, sería 41,989 kilos de lpg.

A continuación, se corrigió el pronóstico por regresión, multiplicándose por el índice de estacionalidad, para determinar el pronóstico estacional.

**Figura 17. Pronóstico estacional**

Periodo (s)	Mes	Pedidos (At)	Índice estacion	Proyección estacional (Ft)	Proyección lineal	[At - Ft] Error absoluto	∑[At - Ft] ∑ Error absoluto	∑[At - Ft]/X MAD Error absoluto	(At - Ft) Error normal	∑(At - Ft) ∑ Error normal	∑(At - Ft)/MAD Señal de rastreo
1	Jan-19	133,250	1.017	136,896	134,624	3,646	3,646	3,646	3,646	3,646	-1.00
2	Feb	123,145	0.977	133,760	136,976	10,615	14,261	7,131	10,615	14,261	-2.00
3	Mar	138,787	1.020	142,161	139,327	3,374	17,635	5,878	3,374	17,635	-3.00
4	Abr	145,295	1.138	161,229	141,679	15,934	33,569	8,392	15,934	33,569	-4.00
5	May	147,475	1.139	164,084	144,031	16,609	50,178	10,036	16,609	50,178	-5.00
6	Jun	158,400	1.145	167,570	146,383	9,170	59,348	9,891	9,170	59,348	-6.00
7	Jul	151,420	1.096	163,044	148,735	11,624	70,972	10,139	11,624	70,972	-7.00
8	Ago	148,625	1.120	169,254	151,086	20,629	91,601	11,450	20,629	91,601	-8.00
9	Set	138,684	1.081	165,812	153,438	27,128	118,730	13,192	27,128	118,730	-9.00
10	Oct	151,970	1.135	176,767	155,790	24,797	143,526	14,353	24,797	143,526	-10.00
11	Nov	135,231	1.015	160,547	158,142	25,316	168,842	15,349	25,316	168,842	-11.00
12	Dic	175,958	1.145	183,692	160,494	7,734	176,577	14,715	7,734	176,577	-12.00
13	Jan-20	165,105	1.017	165,594	162,845	489	177,066	13,620	489	177,066	-13.00
14	Feb	155,042	0.977	161,319	165,197	6,277	183,343	13,096	6,277	183,343	-14.00
15	Mar	170,155	1.020	170,956	167,549	801	184,145	12,276	801	184,145	-15.00
16	Abr	184,820	1.138	193,344	169,901	8,524	192,669	12,042	8,524	192,669	-16.00
17	May	194,222	1.139	196,235	172,253	2,013	194,682	11,452	2,013	194,682	-17.00
18	Jun	190,385	1.145	199,877	174,604	9,492	204,174	11,343	9,492	204,174	-18.00
19	Jul	184,127	1.096	193,980	176,956	9,853	214,027	11,265	9,853	214,027	-19.00
20	Ago	180,990	1.120	200,870	179,308	19,880	233,906	11,695	19,880	233,906	-20.00
21	Set	176,020	1.081	196,310	181,660	20,290	254,196	12,105	20,290	254,196	-21.00
22	Oct	186,616	1.135	208,788	184,012	22,172	276,369	12,562	22,172	276,369	-22.00
23	Nov	156,020	1.015	189,198	186,363	33,178	309,546	13,459	33,178	309,546	-23.00
24	Dic	184,778	1.145	215,993	188,715	31,215	340,762	14,198	31,215	340,762	-24.00
25	Jan-21	192,390	1.017	194,292	191,067	1,902	342,664	13,707	1,902	342,664	-25.00
26	Feb	188,265	0.977	188,878	193,419	613	343,277	13,203	613	343,277	-26.00
27	Mar	188,555	1.020	199,752	195,771	11,197	354,474	13,129	11,197	354,474	-27.00
28	Abr	215,250	1.138	225,460	198,122	10,210	364,684	13,024	10,210	364,684	-28.00
29	May	206,285	1.139	228,386	200,474	22,101	386,785	13,337	22,101	386,785	-29.00
30	Jun	212,060	1.145	232,183	202,826	20,123	406,908	13,564	20,123	406,908	-30.00
31	Jul	201,255	1.096	224,917	205,178	23,662	430,570	13,889	23,662	430,570	-31.00
32	Ago	212,845	1.120	232,485	207,530	19,640	450,210	14,069	19,640	450,210	-32.00
33	Set	203,892	1.081	226,807	209,881	22,915	473,125	14,337	22,915	473,125	-33.00
34	Oct	212,281	1.135	240,810	212,233	28,529	501,654	14,755	28,529	501,654	-34.00
35	Nov	200,887	1.015	217,849	214,585	16,962	518,616	14,818	16,962	518,616	-35.00
36	Dic	217,599	1.145	248,294	216,937	30,695	549,311	<b>15,259</b>	30,695	549,311	-36.00
37	Jan-22	204,430	1.017	<b>222,990</b>	219,289						
38	Feb	209,736	0.977	<b>216,437</b>	221,640						
39	Mar	209,715	1.020	<b>228,548</b>	223,992						
40	Abr	233,570	1.138	<b>257,576</b>	226,344						
41	May	232,520	1.139	<b>260,536</b>	228,696						
42	Jun	233,070	1.145	<b>264,489</b>	231,048						
43	Jul	228,070	1.096	<b>255,854</b>	233,399						
44	Ago	236,426	1.120	<b>264,100</b>	235,751						
45	Set	221,655	1.081	<b>257,305</b>	238,103						
46	Oct	235,636	1.135	<b>272,831</b>	240,455						
47	Nov	225,276	1.015	<b>246,499</b>	242,807						
48	Dic	242,437	1.145	<b>280,595</b>	245,158						

Se observa que la desviación media absoluta de pronóstico, MAD, es de 15,259 kilos mensuales, el 8% de la demanda mensual promedio. Su señal de rastreo es errática; escapa varias veces del rango de  $\pm 4$ , de manera holgada. Las cifras negativas consecutivas, indican que hay un error sistemático, que hace que el pronóstico, siempre esté por encima de la demanda real. ambos indicadores, no son apropiados.

No obstante, esta apreciación, se procedió a evaluar su comportamiento, de haberlo usado.

**Tabla 20.** Validación del pronóstico estacional

Estacional	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
Pedidos 2022	204,430	209,736	209,715	233,570	232,520	233,070	228,070	236,426	221,655	235,636	225,276	242,437	2,712,541
Recibido	<b>222,990</b>	<b>216,437</b>	<b>228,548</b>	<b>257,576</b>	<b>260,536</b>	<b>264,489</b>	<b>255,854</b>	<b>264,100</b>	<b>257,305</b>	<b>272,831</b>	<b>246,499</b>	<b>280,595</b>	3,027,762
Atendido	204,430	209,736	209,715	233,570	232,520	233,070	228,070	236,426	221,655	235,636	225,276	242,437	<b>2,712,541</b>
Saldo a fin de mes	19,810	26,512	45,344	69,350	97,367	128,786	160,205	187,879	187,879	225,075	246,298	284,457	1,678,963
<b>Venta frustrada</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
													<b>0.00%</b>
													<b>S/ -</b>

Se observa que, con este pronóstico, no habría ventas perdidas y el promedio de los saldos a fin de mes, sería 139,914 kilos de lpg, cifra que excede la capacidad de almacenaje en los tanques estacionarios de la envasadora. Se crearía un conflicto.

Seguidamente se procedió a planificar el abastecimiento del GLP y de los materiales involucrados en el envasado, comenzando por el plan agregado de producción.

**Tabla 21.** Plan agregado de producción

SKU	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
Granel	Kilos	18,180	19,521	20,240	37,100	36,120	35,885	36,750	37,126	35,550	36,881	34,996	37,577	385,926
Bidones x 10 Kilos	Bidòn x 10	14,800	15,021	14,785	15,102	14,600	15,286	14,776	15,421	13,998	15,551	14,987	15,320	179,647
Bidones x 45 Kilos	Bidòn x 45	850	889	925	1,010	1,120	985	968	1,002	1,025	961	898	1,148	11,781
<b>Gas licuado LPG</b>	<b>Kilos</b>	<b>204,430</b>	<b>209,736</b>	<b>209,715</b>	<b>233,570</b>	<b>232,520</b>	<b>233,070</b>	<b>228,070</b>	<b>236,426</b>	<b>221,655</b>	<b>235,636</b>	<b>225,276</b>	<b>242,437</b>	<b>2,712,541</b>
Envase x 10 Kilos	Bidòn	14,800	15,021	14,785	15,102	14,600	15,286	14,776	15,421	13,998	15,551	14,987	15,320	179,647
Envase x 45 Kilos	Bidòn	850	889	925	1,010	1,120	985	968	1,002	1,025	961	898	1,148	11,781
O-ring	Unidad	15,650	15,910	15,710	16,112	15,720	16,271	15,744	16,423	15,023	16,512	15,885	16,468	191,428
Pintura	Galòn	0.654	0.666	0.660	0.680	0.671	0.685	0.664	0.692	0.639	0.693	0.350	0	7

**Tabla 22.** Maestro de materiales

Descripción	Unidad	Tipo	Stock disponible	Stock Seguridad	Tamaño de lote	Lead Time(sem)
<b>Gas licuado de petroleo a granel</b>	<b>Kilo</b>	<b>Sku</b>	<b>-</b>	<b>2,000</b>	<b>8,700</b>	<b>2</b>
<b>Bidòn x 10 Kilos</b>	<b>Bidòn</b>	<b>Sku</b>	<b>1,250</b>	<b>200</b>	<b>250</b>	<b>1</b>
<b>Bidòn x 45 Kilos</b>	<b>Bidòn</b>	<b>Sku</b>	<b>55</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>1</b>
LPG	Kilo	Componente	3,500	2,000	8,700	2
Envase x 10 Kilos	Kilo	Componente	8,200	1,500	50	4
Envase x 45 Kilos	Kilo	Componente	245	200	50	4
O-ring	Unidad	Componente	22,200	3,000	1,000	2
Pintura	Galòn	Componente	3	1	2	1

Seguidamente se elaboró el MRP, para el gas licuado envasado y a granel.

**Figura 18. MRP**

## Programa Maestro de Producción

Descripción	Und.	Enero				Febrero				Marzo			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
GLP a granel	Kilos	51,108	51,108	51,108	51,108	52,434	52,434	52,434	52,434	52,429	52,429	52,429	52,429

## MRP

**SKU 1 Gas licuado de petroleo a granel (GLP-G)**

Stock Inicial	Stock Seguridad	Tamaño de lote	Lead-time entrega
0	2,000	8,700	2

Período	Inicial	Enero				Febrero				Marzo			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Necesidades Brutas		51,108	51,108	51,108	51,108	52,434	52,434	52,434	52,434	52,429	52,429	52,429	52,429
Entradas Previstas													
Stock Final	0	9,793	2,185	3,278	4,370	4,136	3,902	3,668	3,434	3,205	2,977	2,748	2,519
Necesidades Netas		53,108	43,315	50,923	49,830	50,064	50,298	50,532	50,766	50,995	51,224	51,452	51,681
Pedidos Planeados		60,900	43,500	52,200	52,200	52,200	52,200	52,200	52,200	52,200	52,200	52,200	52,200
Lanzamiento de órdenes	Kilos	<b>52,200</b>	<b>52,200</b>	<b>52,200</b>	<b>52,200</b>	<b>52,200</b>	<b>52,200</b>	<b>52,200</b>	<b>52,200</b>	<b>52,200</b>	<b>52,200</b>	-	-

### SKU 2 Bidòn x 10 Kilos GLP-E

¿Quién lo requiere?		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Sku	Bidòn x 10	3,700	3,700	3,700	3,700	3,755	3,755	3,755	3,755	3,500	3,500	3,500	3,500
Total		<b>3,700</b>	<b>3,700</b>	<b>3,700</b>	<b>3,700</b>	<b>3,755</b>	<b>3,755</b>	<b>3,755</b>	<b>3,755</b>	<b>3,500</b>	<b>3,500</b>	<b>3,500</b>	<b>3,500</b>

Stock Inicial :	Stock Seguridad	Tamaño de lote :	Lead-time entrega :
1250	200	250	1

Período	Inicial	Enero				Febrero				Marzo			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Necesidades Brutas		3,700	3,700	3,700	3,700	3,756	3,756	3,756	3,756	3,500	3,500	3,500	3,500
Entradas Previstas													
Stock Final	1250	300	350	400	200	444	438	432	426	2,176	2,176	2,176	2,176
Necesidades Netas		2,650	3,600	3,550	3,500	3,756	3,512	3,518	3,524	5,074	3,324	3,324	3,324
Pedidos Planeados		2,750	3,750	3,750	3,500	4,000	3,750	3,750	3,750	5,250	3,500	3,500	3,500
Lanzamiento de órdenes	Kilos	<b>3,750</b>	<b>3,750</b>	<b>3,500</b>	<b>4,000</b>	<b>3,750</b>	<b>3,750</b>	<b>3,750</b>	<b>5,250</b>	<b>3,500</b>	<b>3,500</b>	<b>3,500</b>	-

### SKU 3 Bidòn x 45 Kilos GLP-E

¿Quién lo requiere?		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Sku	Bidòn x 45	213	213	213	213	280	280	280	280	256	256	256	256
Total		<b>213</b>	<b>213</b>	<b>213</b>	<b>213</b>	<b>280</b>	<b>280</b>	<b>280</b>	<b>280</b>	<b>256</b>	<b>256</b>	<b>256</b>	<b>256</b>

Stock Inicial :	Stock Seguridad	Tamaño de lote :	Lead-time entrega :
55	50	100	1

Período	Inicial	Enero				Febrero				Marzo			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Necesidades Brutas		213	213	213	213	280	280	280	280	257	257	257	257
Entradas Previstas													
Stock Final	55	142	129	116	103	123	143	63	83	126	69	112	55
Necesidades Netas		208	121	134	147	227	207	187	267	224	181	238	195
Pedidos Planeados		300	200	200	200	300	300	200	300	300	200	300	200
Lanzamiento de órdenes	Kilos	<b>200</b>	<b>200</b>	<b>200</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>200</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>200</b>	<b>300</b>	<b>200</b>	-

**Componente 1 O-rings std**

¿Quién lo requiere?		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Sku		3,913	3,913	3,913	3,913	3,930	3,930	3,930	3,930	3,756	3,756	3,756	3,756
Total		<b>3,913</b>	<b>3,913</b>	<b>3,913</b>	<b>3,913</b>	<b>3,930</b>	<b>3,930</b>	<b>3,930</b>	<b>3,930</b>	<b>3,756</b>	<b>3,756</b>	<b>3,756</b>	<b>3,756</b>

Stock Inicial :	Stock Seguridad	Tamaño de lote :	Lead-time entrega :
22,200	3,000	1,000	2

Período	Inicial	Enero				Febrero				Marzo			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Necesidades Brutas		3,913	3,913	3,913	3,913	3,930	3,930	3,930	3,930	3,756	3,756	3,756	3,756
Entradas Previstas													
Stock Final	22,200	18,287	14,374	10,461	6,548	3,618	3,688	3,758	3,828	2,072	2,316	2,560	2,804
Necesidades Netas		-	-	-	-	382	3,312	3,242	3,172	1,928	3,684	3,440	3,196
Pedidos Planeados		-	-	-	-	1,000	4,000	4,000	4,000	2,000	4,000	4,000	4,000
Lanzamiento de órdenes	Kilos	-	-	1,000	4,000	4,000	4,000	2,000	4,000	4,000	4,000	-	-

**Componente 4 Pintura esmalte**

¿Quién lo requiere?		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Sku		0.163	0.163	0.163	0.163	0.168	0.168	0.168	0.168	0.160	0.160	0.160	0.160
Total		<b>0.163</b>	<b>0.163</b>	<b>0.163</b>	<b>0.163</b>	<b>0.168</b>	<b>0.168</b>	<b>0.168</b>	<b>0.168</b>	<b>0.160</b>	<b>0.160</b>	<b>0.160</b>	<b>0.160</b>

Stock Inicial :	Stock Seguridad	Tamaño de lote :	Lead-time entrega :
3	1	2	1

Período	Inicial	Enero				Febrero				Marzo			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Necesidades Brutas		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Entradas Previstas													
Stock Final	3	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
Necesidades Netas		-	-	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-
Pedidos Planeados		-	-	2	-	2	-	2	-	2	-	2	-
Lanzamiento de órdenes	Kilos	-	2	-	2	-	2	-	2	-	2	-	-

En la siguiente tabla, se muestra el lanzamiento de las órdenes de compra.

**Tabla 23.** Lanzamiento de órdenes

Item	Und.	Enero				Febrero				Marzo			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
LPG	Kilo	52,200	52,200	52,200	52,200	52,200	52,200	52,200	52,200	52,200	52,200	-	-
O-rings	Unidad	-	-	1,000	4,000	4,000	4,000	2,000	4,000	4,000	4,000	-	-
Pintura	Galón	-	2	-	2	-	2	-	2	-	2	-	-

### **Propuesta de mejora de la causa raíz 2: Deficiente ubicación del depósito del Valle Chicama.**

Se evaluó la reubicación actual, del depósito que la empresa tiene en Chiclin, con el criterio que quede más cerca de aquellos clientes, que demandan mayor cantidad de bidones domésticos y así, ahorrar en costo del transporte de la camioneta de reparto.

Para ello, se aplicó el método de Weber, ya que sabemos que este método soluciona la ubicación de los almacenes de una red de distribución, de manera que la suma de los costes de transporte se minimice e incorporando las coordenadas al mapa extraído de *Google maps*.

Seguidamente se calcula la ubicación más conveniente del almacén, en mérito al volumen de ventas del área.

En primer lugar, se determinan las coordenadas de cada poblado y se las pondera por el volumen de venta.

La nueva ubicación se obtiene de la división de la sumatoria de lo ponderado, entre la sumatoria de bidones vendidos.



**Tabla 24.** Determinación de la nueva ubicación del almacén

Localidad	Venta anual (Bidones 10Kg)	X		Y	
		X	Y	X	Y
Chocope	1,723	13	9.8	22,394	16,881
Chiclin	915	14	8.3	12,810	7,595
Casagrande	5,859	14	11	82,030	64,452
Paijan	4,682	11	11	51,501	51,501
Cartavio	3,660	12	7	47,580	25,620
Santiago de Cao	3,598	12.3	5	44,253	17,989
San Pedro de Lloc	3,006	5.1	19.8	15,330	59,518
Ascope	23,278	16.8	11.8	391,064	274,676
<b>Total Km</b>	<b>46,720</b>	<b>14.3</b>	<b>11.1</b>	<b>666,961</b>	<b>518,231</b>

Se determinó que la nueva ubicación, estará en la coordenada (14.3, 11.1): Casagrande.

De acuerdo con ello, la diferencia en el recorrido, entre ambas ubicaciones, se muestra seguidamente.

**Tabla 25.** Diferencia en la distancia recorrida desde los dos almacenes

Localidad	Venta anual (Bidones 10Kg)	X		Y		Viajes anuales	Recorrido actual desde Chiclin (Km)	Recorrido propuesta desde Casagrande (Km)
		X	Y	X	Y			
Chocope	1,723	13	9.8	22,394	16,881	29	534	413
Chiclin	915	14	8.3	12,810	7,595	15	-	476
Casagrande	5,859	14	11	82,030	64,452	98	3,047	-
Paijan	4,682	11	11	51,501	51,501	78	3,262	2,450
Cartavio	3,660	12	7	47,580	25,620	61	1,330	2,806
Santiago de Cao	3,598	12.3	5	44,253	17,989	60	2,267	4,149

San Pedro de Lloc	3,006	5.1	19.8	15,330	59,518	50	6,513	6,012
Ascope	23,278	16.8	11.8	391,064	274,676	388	14,742	8,768
<b>Total Km</b>	<b>46,720</b>	<b>14.3</b>	<b>11.1</b>	<b>666,961</b>	<b>518,231</b>	<b>779</b>	<b>31,694</b>	<b>25,075</b>

### **COSTO DE TRANSPORTE**

Recorrido actual (Dpto. en Chiclín)	Recorrido prop (Dpto en Casagrande)	Costo/Km	Ahorro por mejor ubicación del dpto.
31,694	25,075	S/ 2.20	S/ <b>14,541</b>

**COSTO DE TRANSPORTE ACTUAL: S/31594 X 2.20= S/69622**

**COSTO DE TRANSPORTE PROPUESTO: S/25075 X 2.20= S/55081**

De haber estado ubicado, el depósito, en Casagrande, en vez de Chiclín, el recorrido anual de la camioneta se hubiese reducido de 31,694 a 25, 075 kilómetros y el costo de transporte, de S/69,622 a S/55,081.

### **Propuesta de mejora de la causa raíz 3: Deficiente asignación de compra de bidones.**

La envasadora, repuso 1,200 bidones, que no aprobaron la clasificación rutinaria. La asignación de la compra, entre sus proveedores habituales, se realizó empíricamente. Solo se evaluó el precio, pero no la disponibilidad para la entrega.

**Tabla 26.** Asignación actual de compra de bidones

Fabricante	Precio unitario	Compra	Costo	Lote Mín.	Lote Máx.
Nava SAC	S/ 115.00	736.37	S/ 84,683	50	Sin límite
N & A SAC	S/ 107.00	101.24	S/ 10,832	100	Sin límite
Nova Gas Corp.	S/ 98.00	102.62	S/ 10,057	100	200
Baexva	S/ 100.00	209.26	S/ 20,926	200	500
Minsheng	S/ 102.00	50.50	S/ 5,151	50	300

**1,200.00      S/131,650**

Se observa que se gastó S/131,650 durante el año. El costo promedio fue S/109.71

Se propone optimizar la asignación, empleando el *Solver* de Excel, como se muestra seguidamente.

**Tabla 27.** Planteamiento del Solver

Solver	Costo/bidón	Compra	Costo	Compra Mín.	Compra Máx.
Nava SAC	S/ 115.00			0	Sin límite
N & A SAC	S/ 107.00			100	Sin límite
Nova Gas	S/ 98.00			100	200
Corp. Baexva	S/ 100.00			200	500
Minsheng	S/ 102.00			50	300

**Figura 19.** Aplicación del Solver

The image shows an Excel spreadsheet with the Solver tool applied. The spreadsheet has columns labeled A through F. Column A lists suppliers: Nava SAC, N & A SAC, Nova Gas, Corp. Baexva, and Minsheng. Column B shows unit costs (e.g., S/ 115.00). Column C is for 'Compra' (quantity), D for 'Costo' (unit cost), E for 'Mínimo' (minimum quantity), and F for 'Máximo' (maximum quantity). A total cost of 1,200.00 is calculated in cell C9. The Solver Parameters task pane is open on the right, showing the objective set to S/131,650, the 'To: Min' option selected, and a list of constraints for cells C3:F7.

**Figura 20.** Optimización de la asignación de compra con Solver

	Compra	Costo	Mínimo	Máximo
Nava SAC	S/ 115.00	50.00	S/ 5,750	50
N & A SAC	S/ 107.00	150.00	S/ 16,050	100
Nova Gas	S/ 98.00	200.00	S/ 19,600	100
Corp. Baexva	S/ 100.00	500.00	S/ 50,000	200
Minsheng	S/ 102.00	300.00	S/ 30,600	50
<b>Total</b>	<b>1,200.00</b>	<b>S/ 122,000</b>		

**Resultados de Solver**

Solver encontró una solución. Se cumplen todas las restricciones y condiciones óptimas.

Conservar solución de Solver

Restaurar valores originales

Volver al cuadro de diálogo de parámetros de Solver

Solver encontró una solución. Se cumplen todas las res

Al usar el motor GRG, Solver ha encontrado al menos u significa que Solver ha encontrado una solución óptim

Se observa que, con esta nueva asignación optimizada, el costo anual se reduce de S/131,650 a S/122,000. El nuevo costo promedio sería, S/101.67

#### Propuesta de mejora de la causa raíz 4: Deficiente balance de línea.

En primer lugar, se verificó la situación actual del balance de las operaciones del envasado, que incluyen la revisión y pintado del bidón vacío; el llenado y la revisión de la válvula y colocación de un o-ring nuevo.

Se calculó el *takt time*, o velocidad con la que los clientes “jalan” el *sku*, bidón x 10 kilos, dividiendo la demanda anual, entre el tiempo anual disponible.

**Tabla 28.** Demanda actual

Envasado mensual promedio	14,971	Bidones x 10 kilos
Días disponibles	20.0	días/mes
Horas/día	7.5	horas/día
Minutos disponibles	9,000	minutos/mes
$I_p$ (minutos/bidón)	0.601	minutos/bidón
Takt time	1.663	Bidones/minuto

**Tabla 29.** Cálculo del takt time de los bidones x 10 kilos

	Tiempo Std Minutos	Takt time (Bidones/min)	Hombres requeridos	Redondeo
Pintado de bidones	0.533	1.663	0.89	1
Envasado	1.167	1.663	1.94	2
Revisión de válvula y colocar o ring	0.517	1.663	0.86	1
			3.69	4

Se observa que solo se requiere un pintor, para abastecer la línea de envasado, con bidones revisados y pintados. Actualmente hay dos personas asignadas a esta tarea.

Se requieren solo dos envasadores, actualmente están dispuestos tres hombres, por la ubicación, en paralelo, de los surtidores, que dificulta el desplazamiento entre ellos.

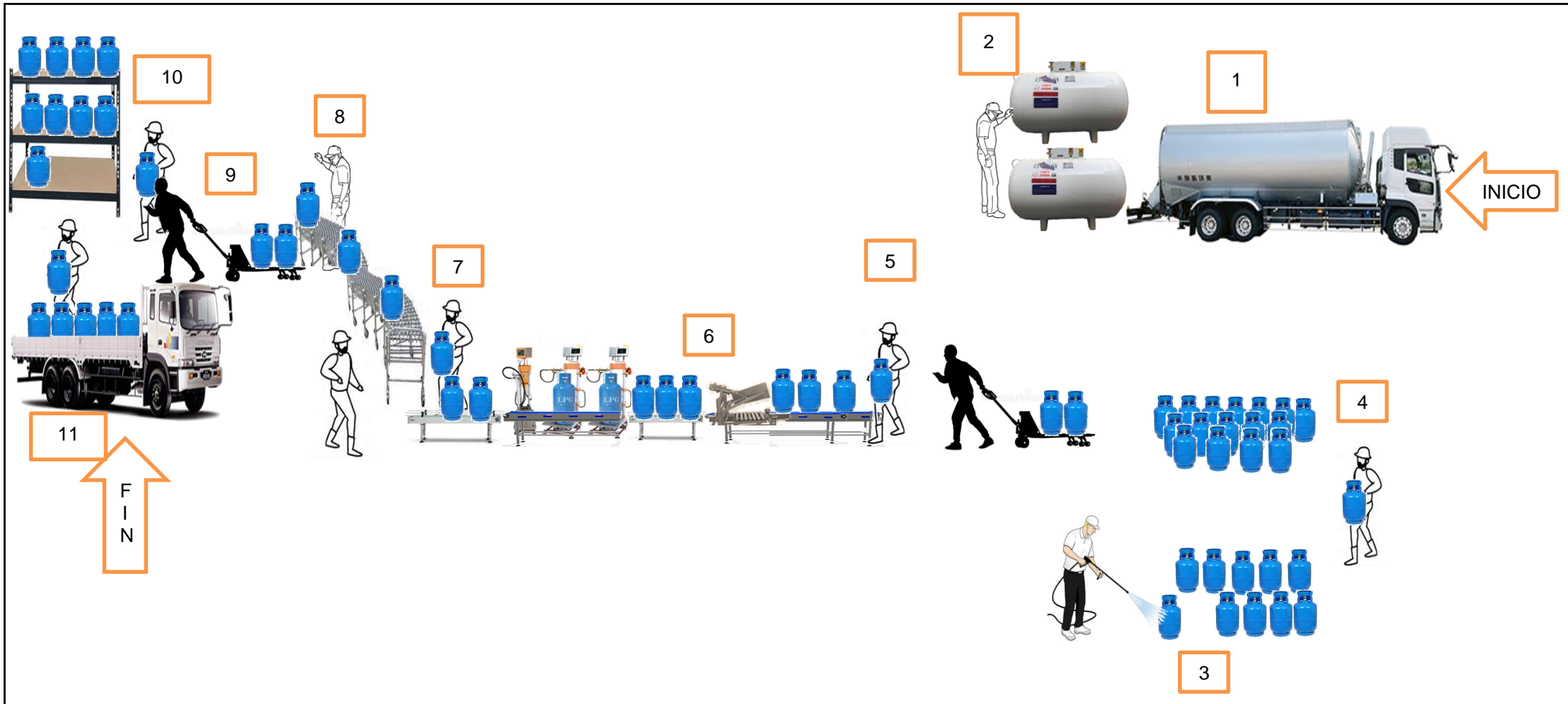
La revisión de la válvula y reposición del o-ring, puede ser realizada por una sola persona, como se realiza actualmente.

Con estas atenciones, se propone lo siguiente:

1. Reubicar los surtidores, en línea, instalando un mecanismo organizador, que acumula tres bidones, los separa con transportadores de polines, agrupa y envía juntos a la línea de tres surtidores, donde son conectados por un solo operario.
2. Los bidones llenos, se apilarán en racks, para su mejor control y conservación.
3. Reducir el número de pintores a solo uno.
4. Se mantendrán los siete operarios volantes, para el manipuleo de los bidones vacíos y/o llenos.

El layout propuesto, quedaría de la siguiente forma.

Figura 21. Layout propuesto



## **El Layout Actual comienza de derecha (INICIO)**

### **a izquierda (FIN):**

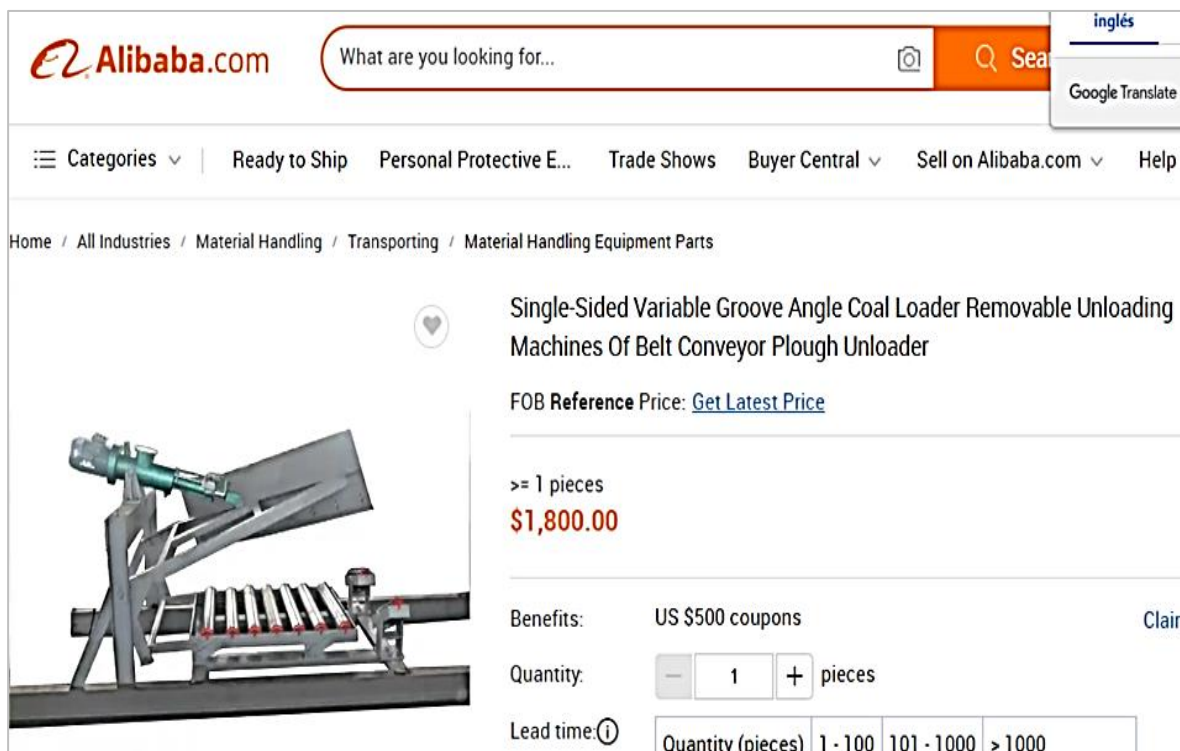
- 1.El camión cisterna con GLP llega desde Talara para llenar los tanques estacionarios.
- 2.Un operario manualmente opera los tanques para que el gas vaya a las máquinas llenadoras.
- 3.Los bidones vacíos esperan a que un operario los inspeccione, lave y pinte.
- 4.Un operario ordena los bidones y otro operario los transporta en una carretilla hidráulica a la estación.
5. En la estación hay un operario que coloca los bidones en una faja transportadora que tiene una plancha organizadora de flujo sobre transportador.
6. Ahora para recibir los bidones y colocarlo en las máquinas llenadoras para que se llenen de gas ahora es automatizado que es más rápido el llenado.
7. Dos operarios colocan los tanques llenos en otra faja transportadora.
- 8.Otro operario recibe los tanques y les añade válvulas y anillos de goma (o-ring).
- 9.Un operario usa un carrito hidráulico para llevar todos los bidones llenos al almacén.
10. Otro operario ordena los bidones en el área correspondiente en el estante.
11. Cuando llegan los camiones para llevar los bidones al depósito de chiclin, un operario los carga.

De esta manera, se reducirá el número de hombre en el envasado, de 14 a 11, reduciéndose el costo anual de la mano de obra, de S/241,336 a S/192,168.



## Inversiones

**Figura 22.** Plancha organizadora de flujo sobre transportador



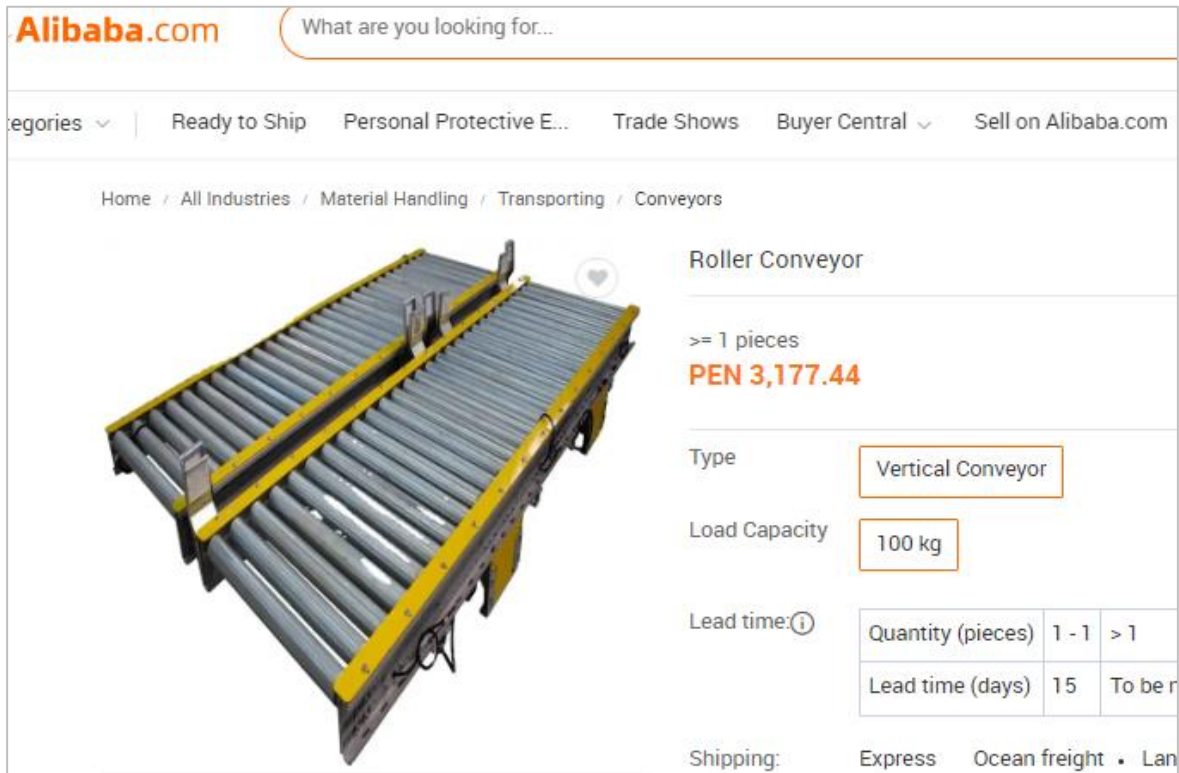
Fuente: alibaba.com

**Figura 23.** Cotización de Plancha organizadora de flujo sobre transportador

	Cantidad	US\$	US\$	Soles
Organizador de flujo	1	\$1,800.00	S/ 1,800.00	6,840
Flete				2,052
Seguro	3.0%			205
Base imponible				9,097
Ad valorem	4.0%			364
Agente adu:	1.5%			136
IGV	18.0%			1,637
Total				11,235
Flete local				100
<b>Total</b>				<b>S/ 11,335</b>

Fuente: alibaba.com

**Figura 24.** Transportador de polines



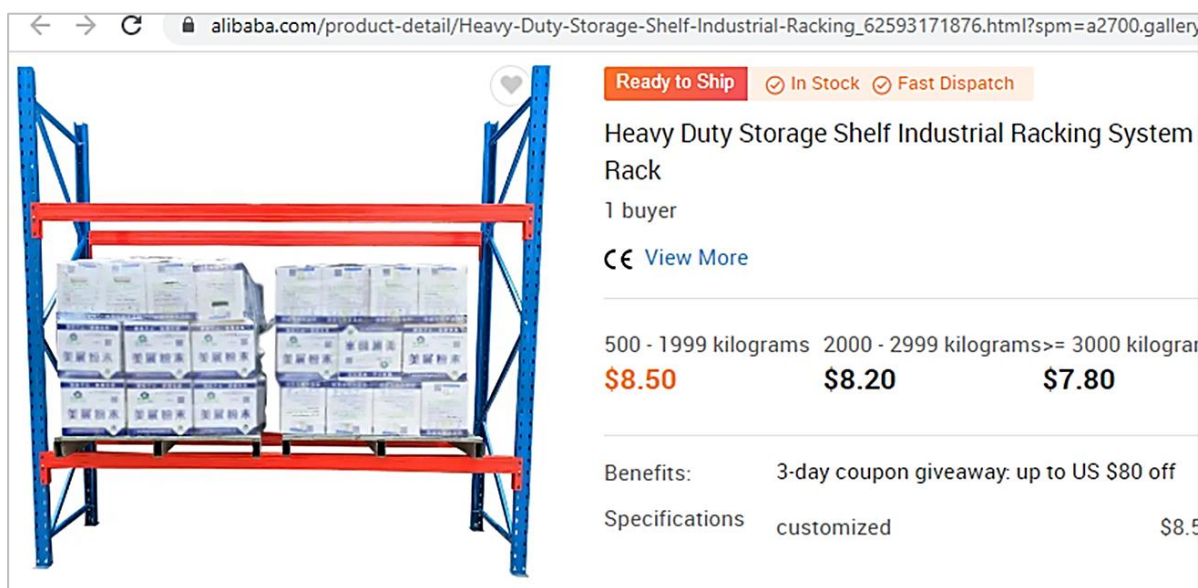
**Fuente:** alibaba.com

**Figura 25.** Cotización de transportador de polines

	Cantidad	S/	S/	Soles
Transportador	2	S/ 3,177.44	S/ 6,354.88	6,355
Flete				1,906
Seguro	3.0%			191
Base imponible				8,452
Ad valorem	4.0%			338
Agente aduana	1.5%			127
IGV	18.0%			1,521
Total				10,438
Flete local				100
<b>Total</b>				<b>S/ 10,538</b>

**Fuente:** alibaba.com

**Figura 26.** Racks para bidones



**Fuente:** alibaba.com

**Figura 27.** Cotización de racks para bidones

	Cantidad	US\$	US\$	Soles
Racks	500	\$8.50	S/ 4,250.00	16,150
Flete				4,845
Seguro	3.0%			485
Base imponible				21,480
Ad valorem	4.0%			859
Agente aduana	1.5%			322
IGV	18.0%			3,866
Total				26,527
Flete local				100
<b>Total</b>				<b>S/ 26,627</b>

**Fuente:** alibaba.com

**Figura 28.** Flujo de caja

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
<b>Inversión</b>														
Organizador de flujo en transportador (1)	-	11,335												
Transportadores (2)	-	10,538												
Racks para bidones llenos y vacios	-	26,627												
<b>Total inversión</b>	-	<b>48,500</b>												
<b>Ingresos</b>														
Reducción de ventas perdidas por mal pronóstico		2,005	2,005	2,005	2,005	2,005	2,005	2,005	2,005	2,005	2,005	2,005	2,005	24,062
Reducción en el recorrido desde el depósito del Valle Chicama		1,212	1,212	1,212	1,212	1,212	1,212	1,212	1,212	1,212	1,212	1,212	1,212	14,541
Reducción del costo de adquisición de bidones de lpg		804	804	804	804	804	804	804	804	804	804	804	804	9,650
Reducción en uso de mano de obra por mejor balance y layout		4,097	4,097	4,097	4,097	4,097	4,097	4,097	4,097	4,097	4,097	4,097	4,097	49,168
<b>Total ingresos</b>		<b>8,118</b>	<b>8,118</b>	<b>8,118</b>	<b>8,118</b>	<b>8,118</b>	<b>8,118</b>	<b>8,118</b>	<b>8,118</b>	<b>8,118</b>	<b>8,118</b>	<b>8,118</b>	<b>8,118</b>	<b>97,422</b>
Total ingresos actualizados		<b>8,024</b>	<b>7,932</b>	<b>7,840</b>	<b>7,749</b>	<b>7,659</b>	<b>7,571</b>	<b>7,483</b>	<b>7,396</b>	<b>7,311</b>	<b>7,226</b>	<b>7,142</b>	<b>7,060</b>	<b>90,392</b>
<b>Egresos</b>														
Capacitación en gestión de inventario	-	1,000												1,000
Capacitación en ubicación de planta y layout	-	1,000												1,000
Capacitación en simulación	-	1,000												
<b>Total egresos</b>	-	<b>3,000</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>1,000</b>
Total egresos actualizados	-	2,965	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,965
Flujo bruto		<b>5,118</b>	<b>8,118</b>	<b>8,118</b>	<b>8,118</b>	<b>8,118</b>	<b>8,118</b>	<b>8,118</b>	<b>8,118</b>	<b>8,118</b>	<b>8,118</b>	<b>8,118</b>	<b>8,118</b>	<b>96,422</b>
Impuesto a la renta	-	1,536	- 2,436	- 2,436	- 2,436	- 2,436	- 2,436	- 2,436	- 2,436	- 2,436	- 2,436	- 2,436	- 2,436	28,926
Flujo neto		3,583	5,683	5,683	5,683	5,683	5,683	5,683	5,683	5,683	5,683	5,683	5,683	67,495
<b>Flujo actualizado</b>	-	<b>48,500</b>	<b>3,541</b>	<b>5,552</b>	<b>5,488</b>	<b>5,424</b>	<b>5,361</b>	<b>5,299</b>	<b>5,238</b>	<b>5,177</b>	<b>5,117</b>	<b>5,058</b>	<b>5,000</b>	<b>61,198</b>
COK		15.000% anual												
		1.17% mensual												
VAN		S/ 12,698												
TIR		78.635%												
PRI		0.79												
		10 meses												
B/C		1.8												

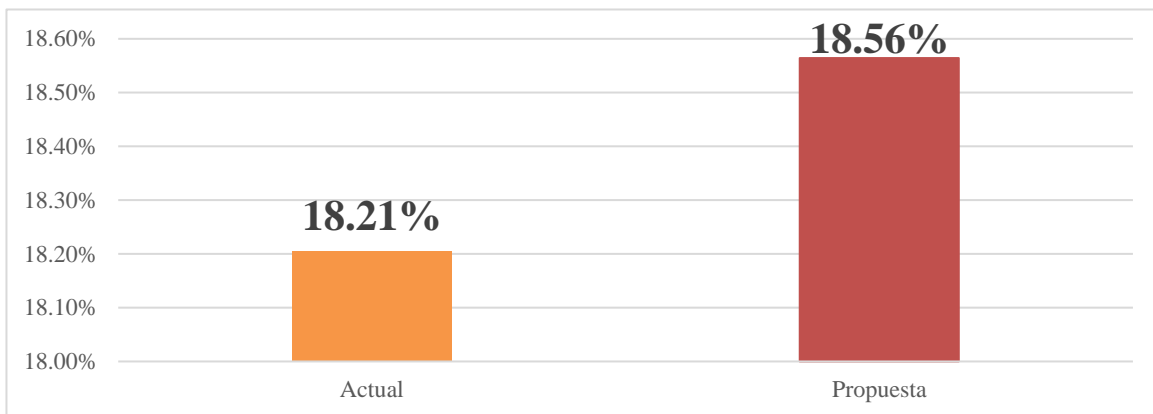
## Resultados

### Resultado 1

Luego de terminada esta investigación, se determinó que la propuesta de mejora incidió positivamente en la rentabilidad de la envasadora de gas, obtenida del Estado de resultados, como se puede observar en los siguientes indicadores.

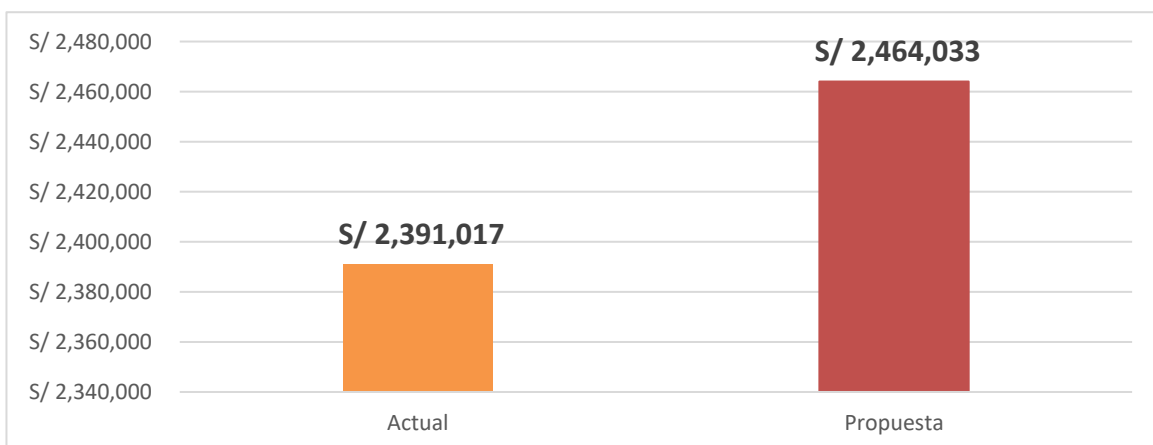
La propuesta para la mejora en la gestión de producción y logística de la envasadora de gas licuado incrementó su rentabilidad, en 2%, de 18.21% a 18.56%

**Figura 29.** Cómo incide la propuesta de mejora sobre la rentabilidad de la envasadora de gas



Con la propuesta de mejora en la gestión de producción y logística, el resultado del ejercicio se incrementó de S/ 2,391,017 a S/2,464,033.

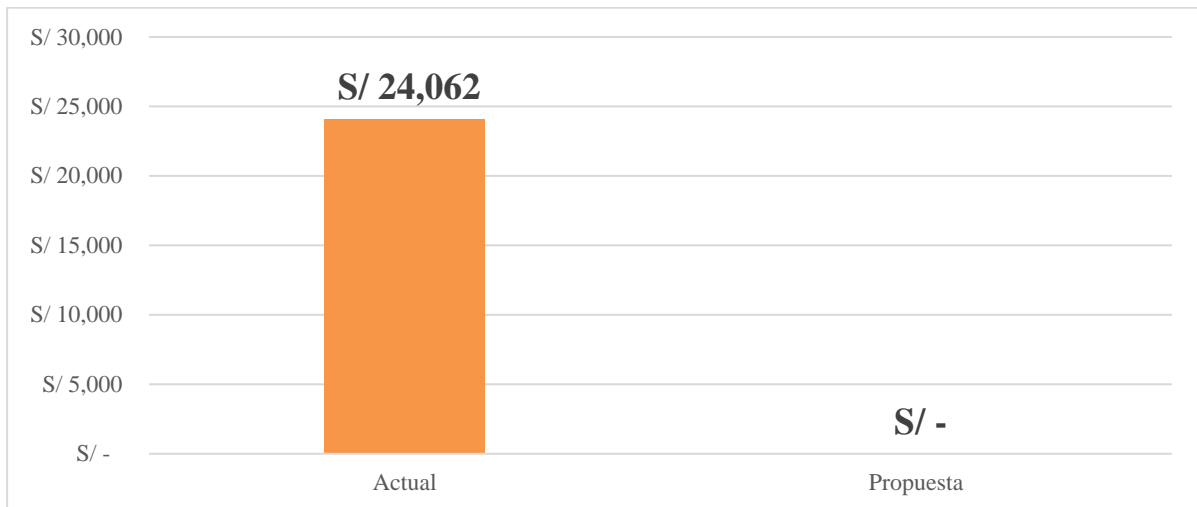
**Figura 30.** Resultado del ejercicio con la propuesta de mejora en la gestión de producción y logística



## Resultado 2

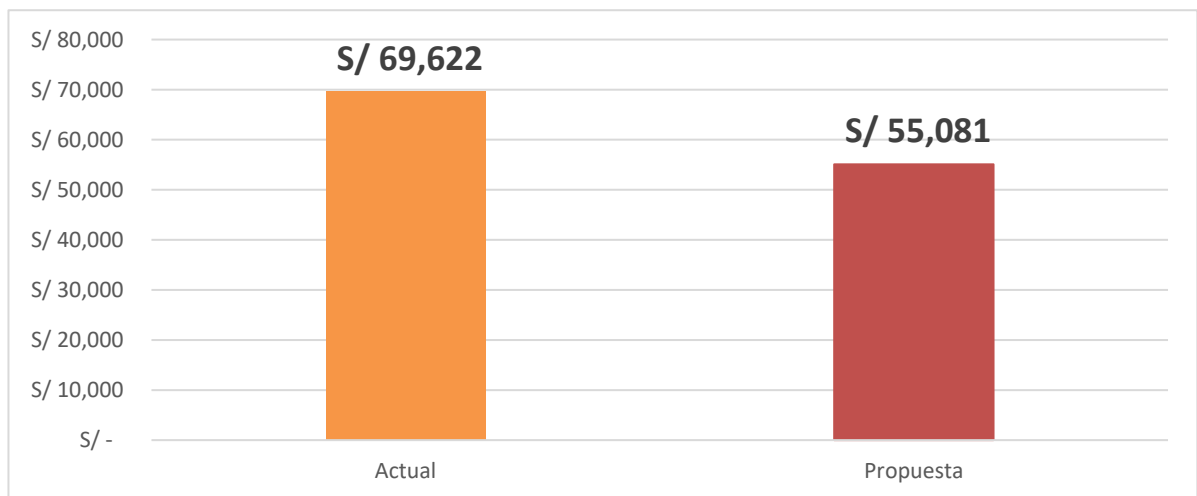
Se diagnosticó la situación actual de la gestión de producción y logística, de una envasadora de LPG, empleando el diagrama de Ishikawa, determinando que, con mejores pronósticos, se eliminan las pérdidas actuales, que ascendieron a S/24,062.

**Figura 31.** Incidencia en la reducción en las ventas perdidas por rotura de stock, con la propuesta



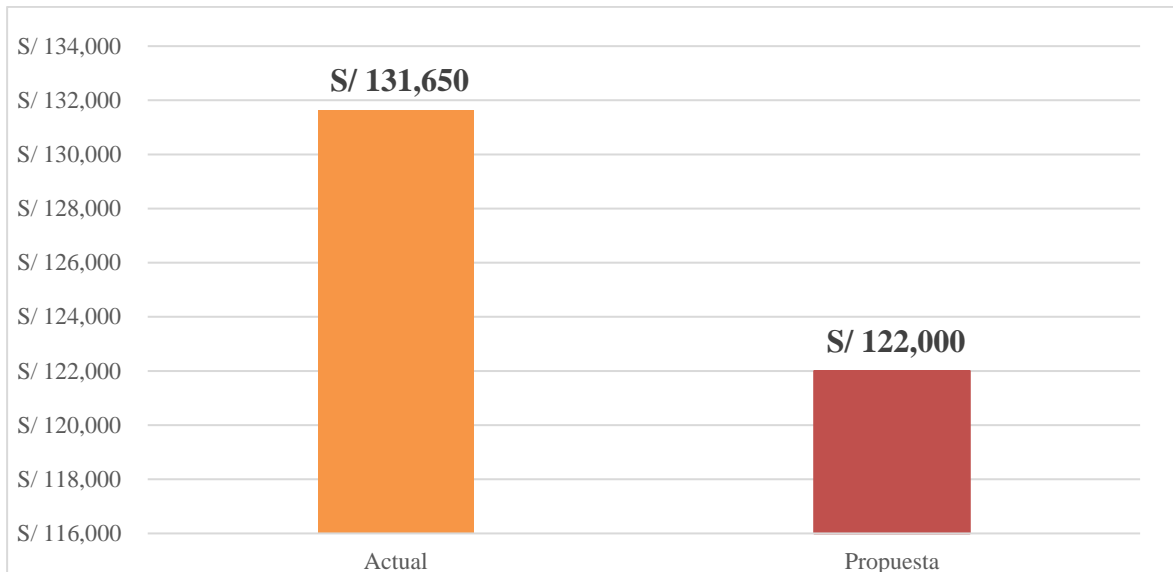
Con la reubicación del depósito, de Chiclín a Casagrande, se reduce el costo de transporte de S/69,622 a S/55,081.

**Figura 32.** Incidencia en la reducción en los costos de transporte al reubicar el depósito



Con la propuesta para la reducción en el costo de reposición de los bidones donde el resultado del ejercicio se incrementó de S/131,650 a S/122,000.

**Figura 33.** Impacto de la asignación de proveedores, en la reducción en el costo de reposición de los bidones descartados



### Resultado 3

Con el flujo de caja, se evaluó la viabilidad económica de la propuesta de mejora, Se aprecia que el VAN es S/12,698 y la TIR, 78.6%. Al ser positivo el VAN y el TIR, ser mayor que el COK, se puede considerar que esta propuesta es viable.

**Tabla 30.** Estado de resultados

<b>ESTADO DE RESULTADOS ANTES Y DESPUÉS DE APLICAR LA PROPUESTA</b>				
		<b>Actual</b>		<b>Propuesta</b>
Venta GLP granel	S/	2,161,145	S/	2,161,145
Venta GLP Bidòn x 10 Kilos	S/	8,663,271	S/	8,802,785
Venta GLP Bidòn x 45 Kilos	S/	2,309,076	S/	2,309,076
<b>Total venta</b>	<b>S/</b>	<b>13,133,493</b>	<b>S/</b>	<b>13,273,006</b>
Costo GLP granel	-S/	1,577,501	-S/	1,577,501
Costo envasado bidòn x 10 Kilos	-S/	5,846,417	-S/	5,906,375
Costo envasado Bidòn x 45 Kilos	-S/	1,619,991	-S/	1,611,508
<b>Gastos administrativos</b>				
Remuneraciones administrativas	-S/	495,500	-S/	495,500
Costo reposición de bidones x 10 Kilos	-S/	131,650	-S/	122,000
Costo desde el depósito del Valle Chicama a clientes	-S/	31,694	-S/	25,075
<b>Total costo</b>	<b>-S/</b>	<b>9,702,754</b>	<b>-S/</b>	<b>9,737,959</b>
<b>Utilidad bruta</b>	<b>S/</b>	<b>3,430,739</b>	<b>S/</b>	<b>3,535,047</b>
<b>Depreciación</b>	<b>-S/</b>	<b>15,000</b>	<b>-S/</b>	<b>15,000</b>
<b>Utilidad operativa</b>	<b>S/</b>	<b>3,415,739</b>	<b>S/</b>	<b>3,520,047</b>
Utilidad antes de participación e impuestos	S/	3,415,739	S/	3,520,047
Impuesto a la renta	-S/	1,024,722	-S/	1,056,014
<b>Utilidad neta</b>	<b>S/</b>	<b>2,391,017</b>	<b>S/</b>	<b>2,464,033</b>
Reserva (10%)	S/	-	S/	-
<b>Resultado del ejercicio</b>	<b>S/</b>	<b>2,391,017</b>	<b>S/</b>	<b>2,464,033</b>
<b>Rentabilidad sobre ventas</b>		<b>18.21%</b>		<b>18.56%</b>
				<b>2.0%</b>



## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### Discusión

En su tesis, Sandoval Moscoso (2020), optimizó la red de distribución de gas licuado de petróleo, analizando la problemática actual, con encuestas, entrevistas, Ishikawa y herramientas de mejora como *Solver*, estudio de tiempos y MRP, las cuales fueron el soporte para la factibilidad de la investigación, consiguiendo incrementar la rentabilidad de 20.84% a un 65.17% con una inversión de \$ 1322,000.0. Mientras que, en la presente tesis, usando las mismas herramientas, en adición del método de Weber, para determinar una mejor ubicación, para el depósito en el Valle Chicama, que minimice los desplazamientos y costo de transporte, se consiguió incrementar la rentabilidad sobre ventas, en 2%, de 18.21% a 18.56%, con una inversión en equipos para agilizar la producción y facilitar el almacenaje, de S/48,500.

Se guarda coincidencias con Mendoza y Quispe (2019), quienes propusieron mejora en la productividad de una envasadora de gas doméstico, basada en herramientas de *Lean Manufacturing*, para la cual, recopilaron información mediante la aplicación de las herramientas de diagnóstico como Ishikawa, Pareto, entrevistas, encuesta y análisis documental. Concluyeron que las principales causas raíz que generan la baja rentabilidad, son los reprocesos, error en la válvula, mal planeamiento de producción y el excesivo consumo de recursos. Mientras que, en la presente tesis, se redujeron las roturas de stock, con mejores pronósticos y el uso del MRP. También, asignando las compras de bidones, para reposición, de manera optimizada con *Solver* y reubicando el depósito de ventas, de Chiclín a Casagrande, reduciendo con esto, el costo de transporte. La productividad, se recomienda incrementarla, balanceando la línea, determinando los tiempos estándar de cada operación, con un estudio de tiempos, en atención al *takt time* y a su índice de producción.

Morales (2020) en la tesis, aplicó la metodología MRP para disminuir costos en la línea de producción de cilindros de oxígeno industrial. Para ello, recopiló información mediante entrevistas, análisis documental y la aplicación de la metodología de Gestión Estratégica de Operaciones, reduciendo las pérdidas por rotura de inventario, de S/. 17,198.57 a S/. 2,728.43. También analizó la Gestión de Talento Humano, logrando reducir las pérdidas monetarias por falta de capacitación, de S/. 11,741.84 a S/. 2,029.22. Finalmente, con su propuesta de mejora en el mantenimiento, consiguió reducir las pérdidas mensuales de S/. 23,662.96 a S/. 4,751.51. En la presente investigación, también se usó el MRP, para que, unido a mejores pronósticos, lograr eliminar las ventas perdidas por rotura de stock, de S/24,062. No se trató temas de mantenimiento ni capacitación, porque, por la naturaleza del producto que se manipula, cumplen detalladamente con específicas pautas, emanadas por el ministerio de energía y minas y de Osinergmin, respecto a esos aspectos.

En su tesis, Muñoz (2019) , sostiene que logró incrementar la productividad de una Granja en Cajamarca, con una inversión de S/ 180,400.00 , consiguiendo un beneficio costo de 3.03, para un COK de 35% y una TIR de 87%. En la presente tesis, se propuso una inversión de S/48,500, en esta empresa envasadora de gas, con la que se obtuvo un beneficio costo de 1.8 y una TIR de 78.6%, para un COK de 15%. Es conveniente dejar constancia que el incremento logrado con la propuesta, no fue de mayor magnitud, dado que las condiciones actuales de los procesos, no requieren mejoras trascendentales, para incrementar su rentabilidad.

## Conclusiones

- ✓ Se concluye que la propuesta de mejora en la gestión de producción y logística incidió en la incrementación de la rentabilidad a S/2`4640,033 y la rentabilidad sobre ventas, en 2% a 18.56%
- ✓ Se concluye que antes de la propuesta de mejora empleando los estados de resultados se logró determinar que la rentabilidad de la envasadora de gas licuado de petróleo fue S/ 2,391,017 y la rentabilidad sobre las ventas de un 18.21%.
- ✓ Se concluye que, con las propuestas de las metodologías, técnicas y herramientas de la Ingeniería Industrial como el balance de línea, MRP, optimizado con solver, que permitió cumplir las restricciones mediante la mejora de pronósticos para obtener significativos resultados en la reducción de ventas perdidas por rotura de stock de S/24,062.
- ✓ Se evaluó el impacto económico de la propuesta de mejora a través del VAN, TIR y B/C, obteniendo valores de S/ 12,698, 78.635% y S/ 1.8 para cada indicador respectivamente, un PRI de 10 meses y un COK de 15% anual. Con lo cual se puede determinar que la propuesta es viable y rentable para la envasadora de gas licuado de petróleo.

## Recomendaciones

1. Se recomienda que para mejorar la situación actual de la empresa se debe considerar automatizar el proceso productivo del sistema de llenado. Actualmente, un operario conecta el surtidor, que dosifica el peso especificado. El manipuleo es alto y muy baja la productividad.
2. Utilizar un software que optimice las rutas de despacho, como el routingMaps que planifica las rutas de transporte que facilitará la gestión de tus clientes, la gestión de vehículos, conductores, pedidos de clientes, optimizando la atención al cliente.
3. Para poder reducir los costos logísticos se recomienda realizar un cambio en la camioneta de reparto, por una de mayor capacidad. El costo de transporte es ligeramente mayor, pero, el costo unitario, es significativamente menor.
4. Se recomienda capacitar al personal, con las nuevas medidas de seguridad, que ha establecido Osinergmin, dando cumplimiento al Decreto Supremo 009-2020 del Ministerio de Energía y Minas, que incorporó iniciativas, para proteger la integridad de trabajadores y ciudadanos que se encuentran alrededor de dichas instalaciones o circulan cerca de ellas.
5. Entre las medidas establecidas, se encuentra la obligación de las plantas envasadoras de realizar cada mes, simulacros contra incendios. Asimismo, cada seis meses, en estos simulacros se deberá contar con la participación de representantes del Cuerpo de Bomberos de cada localidad.

## REFERENCIAS

- Calvay Matute, D. A., & Hernández Castillo, S. J. (2017). *Proyecto de inversión para la instalación de una planta envasadora y distribuidora de gas licuado de petróleo (GLP) en la ciudad de Bagua Grande*. Tesis de Título, Lima. Obtenido de [https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/919/1/TL\\_CalvayMatuteDavidAntonio\\_HernandezCastilloSegundoJavier.pdf](https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/919/1/TL_CalvayMatuteDavidAntonio_HernandezCastilloSegundoJavier.pdf)
- Chimborazo Rocha , G., & Rios Rios , H. (2017). *BALANCE DE LÍNEAS EN PROCESOS PRODUCTIVOS*. Tesis de título, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3870/1/T-UTC-0411.pdf>
- Cóndor, J. (2023). Cada año abren tres plantas envasadoras de GLP, pese a expansión de gas natural. Obtenido de <https://gestion.pe/economia/empresas/glp-cada-ano-abren-3-plantas-ensadoras-de-glp-pese-a-expansion-de-gas-natural-noticia/>
- de Pareto, D. (2014). Diagrama de Pareto. Obtenido de [https://www.ani.gov.co/sites/default/files/u294/geju\\_-\\_gestion\\_juridica\\_5.pdf](https://www.ani.gov.co/sites/default/files/u294/geju_-_gestion_juridica_5.pdf)
- Díaz González, G. I., & Gomez Robinson, I. M. (2016). *Analisis del sistema de despacho y envasado de un terminal de abastecimiento de gas licuado de petroleo GLP*. Tesis de título, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/16108/1/TESIS%20IDA%20Y%20GASTON%202023.06.16%20version%20final.pdf>
- Díaz, N., Soler, V., & Molina, A. (2017). Metodología de estudio de tiempo y movimiento: Introducción al GSD. 3c Empresa: investigación y pensamiento crítico, (1), 39-49.
- Elias García, J. D, Jibaja Maza, J. S., & Quispe Palacios, J. D. (2020). *Propuesta de una mejora en el sistema de producción para aumentar los niveles de stock de GLP*

- envasado en Llama Gas SA-planta Piura*. Tesis de Título, Piura. Obtenido de <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/2733/INDU-ELI-JIB-QUI-2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Flores, C., & Parra, G. (2007). El MRP En la gestión de inventarios. Visión gerencial. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/4655/465545875010.pdf>
- Gob, O. (2015). LA INDUSTRIA DE LOS HIDROCARBUROS LÍQUIDOS EN EL PERU. Obtenido de [https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro\\_documental/Institucional/Estudios\\_Economicos/Libros/Libro-industria-hidrocarburos-liquidados-Peru.pdf](https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/Libro-industria-hidrocarburos-liquidados-Peru.pdf)
- Gómez Aparicio, J. (2013). Gestión logística y comercial. Obtenido de [http://190.116.26.93:2171/mdv-biblioteca-virtual/libro/documento/8zdVWxHm4ut8z7BGJQqtLK\\_GESTION\\_LOGISTICA\\_Y\\_COMERCIAL.pdf](http://190.116.26.93:2171/mdv-biblioteca-virtual/libro/documento/8zdVWxHm4ut8z7BGJQqtLK_GESTION_LOGISTICA_Y_COMERCIAL.pdf)
- Hauk, J. (1965). Teoría y modelos en los pronósticos de ventas. Obtenido de <https://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/1632>
- Idrogo Guevara, L. N., & Julca Alcántara, S. J. (2018). Propuesta de implementación de mejora en el proceso de envasado de GLP utilizando herramientas de Lean Manufacturing para incrementar la productividad. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14095>
- Kotter, J., & Heskett, J. (1995). Cultura de empresa y rentabilidad. Obtenido de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=Z--LeUzXcaQC&oi=fnd&pg=PP13&dq=rentabilidad+de+la+empresa&ots=zT9xq2Li5P&sig=ZnrWrwXMIwCw9rEc49XCWALLfeU#v=onepage&q=rentabilidad%20de%20la%20empresa&f=false>

Library. (2022). COMBUSTIBLES ALTERNATIVOS APLICADOS EN MOTORES.

Obtenido de <https://1library.co/article/obtenci%C3%B3n-gases-licuados-del-petr%C3%B3leo-glp.y4m4rery>

Mendoza Quezada, P., & Quispe Pedraza, L. E. (2019). *MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE UNA EMPRESA ENVASADORA DE GLP BASADO EN HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING*. Tesis de Título, Lima. Obtenido de [https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/2753/IND-T030\\_77663181\\_T%20%20%20QUISPE%20PEDRAZA%20LUIS%20EDUARD O.pdf?sequence=1](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/2753/IND-T030_77663181_T%20%20%20QUISPE%20PEDRAZA%20LUIS%20EDUARD%20O.pdf?sequence=1)

Morales Fernandez, A. . (2020). *Aplicación de la metodología MRP para disminuir costos en la línea de producción de cilindros de oxígeno industrial de 10m<sup>3</sup> de la empresa Oxyman Comercial SAC*. Tesis de Título, Trujillo. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/25223/Morales%20Fernandez%20Alejandro.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Muñoz Gastolomendo, L. E. L., & Terán Bacón, H. E. (2019). *Propuesta de mejora en los procesos de producción en Agua de Mesa la Bendición; para incrementar la productividad en la Cooperativa Granja Porcón-Cajamarca*. Tesis de Título, Trujillo. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/22444/Mu%C3%B1oz%20Gastolomendo%20Luz%20Esther%20Lita%20-%20Ter%C3%A1n%20Bac%C3%B3n%20Hortencia%20Esther.pdf?sequence=4&isAllowed=n>

Orihuela, P., & Esteves, D. (2013). *Aplicación del método de la Línea de Balance a la Planificación Maestra*. Obtenido de [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/35811007/Aplicacion\\_Metodo\\_Linea\\_Balanc](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/35811007/Aplicacion_Metodo_Linea_Balanc)

e\_programacion\_maestra-with-cover-page-  
v2.pdf?Expires=1668207869&Signature=DgWjE~0HosJBXyeEVPXl-  
vGkqPwDOR7Pc~LK6pQIYB1U-KvgxB8jV-  
4lXYrqwPILIMRA30eKiEITV8YAjyVyeotlgIcFlCAzPFGKoau

Osinergmin. (2022). Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería. Obtenido de <https://www.gob.pe/osinergmin>

Rojas, F. J., Jiménez, F. O., & Soto, J. (2019). Análisis Teórico y Experimental de la Potencia, Eficiencia Térmica y Emisiones de Cocinas Industriales que usan Gas Licuado de Petróleo. Obtenido de [https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642019000400301&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642019000400301&script=sci_arttext)

Sandoval Moscoso, E. E. . (2020). *Optimización de la red de distribución de gas licuado de petróleo (glp) en cilindros del segmento doméstico en la parroquia Calderón, cantón Quito, Ecuador*. Tesis de Título, Ecuador. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/20988/1/CD%2010512.pdf>

Vásconez, D. F. V., Sarria, C. A., Ortega, S. F. C., & Hoyos, J. C. R. . (2018). El riesgo en el almacenamiento de glp en el ecuador. *INNOVA Research Journal*, 3(1), 19-29. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6285638>

Viteri Moya, J. (2014). *GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN CON ENFOQUE SISTÉMICO*. Obtenido de <https://docplayer.es/87674677-Gestion-de-la-produccion-con-enfoque-sistemico-jorge-rene-viteri-moya.html>

Wong, K. C., Woo, K. Z., & Woo, K. H. (2016). Ishikawa diagram. In *Quality Improvement in Behavioral Health* (pp. 119-132). Obtenido de [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-26209-3\\_9](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-26209-3_9)



Zermeño, M. G. G, Guzmán, S., & Arroyo, J. (2014). Investigación Diagnóstica “Curso Híbrido: Investigación Científica y Tecnológica”. Obtenido de <https://riege.mx/index.php/riege/article/view/230>

## ANEXOS

### Anexos 1. Estudio de tiempos

Fecha 2/12/2022				Fecha 3/12/2022				Fecha 4/12/2022			
Operación		Lenado		Operación		Revisión de válvula y colocación de o-ring		Operación		Pintado	
Lenado de surtidor semi-automático				Revisión de la válvula y reponer o-ring				Revisión del estado del bidòn y pintado con soplete			
	Horario aleatorio	Tiempo (t) (seg)	t <sup>2</sup>		Horario aleatorio	Tiempo (t) (seg)	t <sup>2</sup>		Horario aleatorio	Tiempo (t) (seg)	t <sup>2</sup>
1	08:02	65	4,225	1	08:06	35	1,225	1	08:07	28	784
2	08:09	72	5,184	2	08:52	36	1,296	2	08:51	30	900
3	09:09	77	5,929	3	09:01	30	900	3	09:06	30	900
4	10:10	66	4,356	4	09:10	34	1,156	4	09:10	36	1,296
5	10:19	74	5,476	5	10:02	32	1,024	5	10:10	33	1,089
6	11:15	66	4,356	6	10:25	32	1,024	6	10:25	30	900
7	11:33	72	5,184	7	10:28	30	900	7	10:28	32	1,024
8	11:50	72	5,184	8	10:55	28	784	8	10:55	28	784
9	12:40	71	5,041	9	11:06	26	676	9	11:06	28	784
10	12:43	72	5,184	10	11:18	32	1,024	10	11:28	26	676
11	12:53	74	5,476	11	11:40	30	900	11	11:40	34	1,156
12	13:27	72	5,184	12	12:25	32	1,024	12	12:25	30	900
13	13:44	70	4,900	13	13:10	26	676	13	13:15	32	1,024
14	13:56	69	4,761	14	13:42	25	625	14	13:42	30	900
15	14:19	66	4,356	15	13:52	28	784	15	13:53	32	1,024
16	14:49	70	4,900	16	14:01	25	625	16	14:06	28	784
17	14:50	76	5,776	17	14:06	29	841	17	14:16	35	1,225
18	14:57	75	5,625	18	14:08	30	900	18	14:18	30	900
19	14:58	73	5,329	19	14:38	31	961	19	14:28	34	1,156
20	15:00	75	5,625	20	14:41	28	784	20	14:35	32	1,024
Sumatoria		1427	102,051	Sumatoria		599	18,129	Sumatoria		618	19,230
<b>Tiempo promedio</b>		<b>71.35</b>	seg	<b>Tiempo promedio</b>		<b>29.95</b>	seg	<b>Tiempo promedio</b>		<b>30.90</b>	seg
Desviación Std		3.51		Desviación Std		3.15		Desviación Std		2.65	
<b>Tamaño de muestra</b>		<b>4</b>		<b>Tamaño de muestra</b>		<b>17</b>		<b>Tamaño de muestra</b>		<b>11</b>	
<b>El operario</b>				<b>El operario</b>				<b>El operario</b>			
Factor de actuación		90%		Factor de actuación		95%		Factor de actuación		95%	
<b>Tiempo Normal</b>		<b>64.22</b>	seg	<b>Tiempo Normal</b>		<b>28.45</b>	seg	<b>Tiempo Normal</b>		<b>29.36</b>	seg
<b>Suplementos</b>				<b>Suplementos</b>				<b>Suplementos</b>			
Fatiga		5%		Fatiga		5%		Fatiga		5%	
Necesidades		4%		Necesidades		4%		Necesidades		4%	
<b>Total suplementos</b>		<b>9%</b>		<b>Total suplementos</b>		<b>9%</b>		<b>Total suplementos</b>		<b>9%</b>	
<b>Tiempo Std</b>		<b>69.99</b>	seg	<b>Tiempo Std</b>		<b>31.01</b>	seg	<b>Tiempo Std</b>		<b>32.00</b>	seg
<b>Minutos/Bidòn</b>		<b>1.16657</b>		<b>Minutos/Bidòn</b>		<b>0.517</b>		<b>Minutos/Bidòn</b>		<b>0.533</b>	

## Anexos 2. Costo actual de GLP X 10 Kilos

### Bidones x 10 Kilos actual

Recepción 8,500.00 Kilos  
Bidones 850.00 Bidones

Hidrocarburo	Unidades	Fórmula	Costo unit (Soles)	Costo batch (Soles)	Costo/Kilo (Soles)
Gas licuado de petroleo	Kilos	8,500.000	S/ 2.45	20,825.000	24.500
O ring					0.750
Pintura					1.000

<b>Total costo de insumos</b>					<b>26.250</b>
-------------------------------	--	--	--	--	---------------

Mano de obra directa					
Horas-Hombre obreros	HH	104.000	5.857	609.143	S/. 0.717
<b>Flete</b>					
Flete Piura -Trujillo	Viaje	3,000.000			S/. 3.529

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>					<b>S/. 30.496</b>
------------------------------	--	--	--	--	-------------------

COSTOS INDIRECTOS	Kilos/mes referencia	15,000.00			Costo/sku (Soles)
Mano de obra indirecta					S/ 0.233
Essalud ( El 9% de total planilla)					S/. 0.139
Vacaciones (1/12 de planilla total)					S/. 0.129
Gratificaciones 2 gratificaciones anuales)					S/. 0.258
Mantenimiento de la la planta (S/2000)					S/. 0.133
Energía (10 Kwh)					S/. 0.013
Reposición del bidòn por vida util					S/. 1.667
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>					<b>S/. 2.572</b>

<b>TOTAL COSTO DE 1 KILO DE 1 BIDÒN X 10 KILOS DE LPG</b>					<b>S/. 33.068</b>
-----------------------------------------------------------	--	--	--	--	-------------------

DETERMINACION DE PRECIOS DE SKU		
Costo de Hacer y Vender/Kilo		S/. 33.068
<b>Margen de utilidad del envasador</b>	<b>25.58%</b>	<b>S/. 8.458</b>
Valor Venta al minorista		S/. 41.525
IGV	<b>18.00%</b>	S/. 7.475
<b>PRECIO DE VENTA AL MINORISTA</b>		<b>S/. 49.000</b>

### Anexos 3. Planilla actual bidón x 10 Kilos

#### Planilla Mano de obra directa

	Operarios	Costo HH	Costo/mes
Operarios	12	5.5 S/	15,840
Técnicos	2	8.0 S/	3,840
Costo promedio	14 S/	<b>5.86 S/</b>	<b>19,680</b>

#### Planilla mano de obra directa

Jefe de planta	1	S/	<b>3,500</b>
----------------	---	----	--------------

<b>Total planilla</b>		<b>S/</b>	<b>23,180</b>
-----------------------	--	-----------	---------------

Participación			66%
---------------	--	--	-----

#### Anexos 4. Costo actual Bidón x 45 Kilos

#### Bidones x 45 Kilos actual

Recepción 8,500.00 Kilos  
Bidones 188.89 Bidones

Hidrocarburo	Unidades	Fórmula	Costo unit (Soles)	Costo batch (Soles)	Costo/Kilo (Soles)
Gas licuado de petróleo	Kilos	8,500.000	S/ 2.45	20,825.000	110.250
O ring					0.750
Pintura					1.200

<b>Total costo de insumos</b>					<b>112.200</b>
-------------------------------	--	--	--	--	----------------

Mano de obra directa					
Horas-Hombre obreros	HH	104.000	5.857	609.143	<b>S/. 3.225</b>

Flete					
Flete Piura -Trujillo	Viaje	3,000.000			<b>S/. 15.882</b>

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>					<b>S/. 131.307</b>
------------------------------	--	--	--	--	--------------------

COSTOS INDIRECTOS	Kilos/mes referencia	1,000.00			Costo/sku (Soles)
Mano de obra indirecta					S/ 0.700
Essalud ( El 9% de total planilla)					S/. 0.417
Vacaciones (1/12 de planilla total)					S/. 0.386
Gratificaciones 2 gratificaciones anuales)					S/. 0.773
Mantenimiento de la la planta (S/2000)					S/. 0.400
Energía (10 Kwh)					S/. 0.192
Reposición del bidón por vida util					S/. 3.333
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>					<b>S/. 6.202</b>

<b>TOTAL COSTO DE 1 KILO DE 1 BIDÓN X 10 KILOS DE LPG</b>					<b>S/. 137.509</b>
-----------------------------------------------------------	--	--	--	--	--------------------

DETERMINACION DE PRECIOS DE SKU		
Costo de Hacer y Vender		S/. 137.509
<b>Margen de utilidad del envasador</b>	<b>20.79%</b>	<b>S/. 28.593</b>
Valor Venta al minorista		S/. 166.102
IGV	<b>18.00%</b>	<b>S/. 29.898</b>
<b>PRECIO DE VENTA AL MINORISTA</b>		<b>S/. 196.000</b>

## Anexos 5. Planilla actual bidón x 45 Kilos

<b>Planilla Mano de obra directa</b>				
	<b>Operarios</b>	<b>Costo HH</b>	<b>Costo/mes</b>	
Operarios	12	5.5	S/	15,840
Técnicos	2	8.0	S/	3,840
Costo promedio	14	S/ <b>5.86</b>	S/	<b>19,680</b>
<b>Planilla mano de obra directa</b>				
Jefe de planta	1		S/	<b>3,500</b>
<b>Total planilla</b>			S/	<b>23,180</b>
Participación				20%

## Anexos 6. Costo actual GLP a granel

### GLP GRANEL actual

Recepción

8,500.00 Kilos

Hidrocarburo	Unidades	Fórmula	Costo unit (Soles)	Costo batch (Soles)	Costo/Kilo (Soles)
Gas licuado de petroleo	Kilos	8,500.000	S/ 2.45	20,825.000	2.450
O ring					-
Pintura					-

<b>Total costo de insumos</b>					<b>2.450</b>
-------------------------------	--	--	--	--	--------------

Mano de obra directa					
Horas-Hombre obreros	HH	16.000	6.750	108.000	<b>S/. 0.013</b>

Flete					
Flete Piura -Trujillo	Viaje	3,000.000			<b>S/. 0.353</b>

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>					<b>S/. 2.816</b>
------------------------------	--	--	--	--	------------------

COSTOS INDIRECTOS	Kilos/mes referencia	1,000.00			Costo/sku (Soles)
Mano de obra indirecta					S/ 0.490
Essalud ( El 9% de total planilla)					S/. 0.126
Vacaciones (1/12 de planilla total)					S/. 0.116
Gratificaciones 2 gratificaciones anuales)					S/. 0.233
Mantenimiento de la la planta (S/2000)					S/. 0.280
Energía (10 Kwh)					S/. 0.027
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>					<b>S/. 1.272</b>

<b>TOTAL COSTO DE 1 KILO DE 1 KILO DE LPG</b>					<b>S/. 4.088</b>
-----------------------------------------------	--	--	--	--	------------------

DETERMINACION DE PRECIOS DE SKU		
Costo de Hacer y Vender		S/. 4.088
<b>Margen de utilidad del envasador</b>	<b>16.10%</b>	<b>S/. 0.658</b>
Valor Venta al usuario		S/. 4.746
IGV	<b>18.00%</b>	S/. 0.854
<b>PRECIO DE VENTA AL USUARIO</b>		<b>S/. 5.600</b>

## Anexos 7. Planilla GLP a granel

<b>Planilla Mano de obra directa</b>				
	<b>Operarios</b>	<b>Costo HH</b>	<b>Costo/mes</b>	
Operarios	2	5.5	S/	2,640
Técnicos	2	8.0	S/	3,840
Costo promedio	4	S/ 6.75	S/	<b>6,480</b>
<b>Planilla mano de obra directa</b>				
Jefe de planta	1		S/	<b>3,500</b>
<b>Total planilla</b>			S/	<b>9,980</b>
Participación				14%



## Anexos 8. Costo con la propuesta GLP x 10 Kilos

### Costo Bidones x 10 Kilos Propuesta

Recepción 8,500.00 Kilos  
Bidones 850.00 Bidones

Hidrocarburo	Unidades	Fórmula	Costo unit (Soles)	Costo batch (Soles)	Costo/Kilo (Soles)
Gas licuado de petroleo	Kilos	8,500.000	S/ 2.45	20,825.000	24.500
O ring					0.750
Pintura					1.000

<b>Total costo de insumos</b>					<b>26.250</b>
-------------------------------	--	--	--	--	---------------

Mano de obra directa					
Horas-Hombre obreros	HH	88.000	5.955	524.000	<b>S/. 0.616</b>
<b>Flete</b>					
Flete Piura -Trujillo	Viaje	3,000.000			<b>S/. 3.529</b>

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>					<b>S/. 30.396</b>
------------------------------	--	--	--	--	-------------------

COSTOS INDIRECTOS	Kilos/mes referencia	15,000.00			Costo/sku (Soles)
Mano de obra indirecta					S/ 0.233
Essalud ( El 9% de total planilla)					S/. 0.115
Vacaciones (1/12 de planilla total)					S/. 0.107
Gratificaciones 2 gratificaciones anuales)					S/. 0.214
Mantenimiento de la la planta (S/2000)					S/. 0.133
Energía (10 Kwh)					S/. 0.013
Reposición del bidòn por vida util					S/. 1.667
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>					<b>S/. 2.482</b>

<b>TOTAL COSTO DE 1 KILO DE 1 BIDÒN X 10 KILOS DE LPG</b>					<b>S/. 32.878</b>
-----------------------------------------------------------	--	--	--	--	-------------------

DETERMINACION DE PRECIOS DE SKU		
Costo de Hacer y Vender/Kilo		S/. 32.878
<b>Margen de utilidad del envasador</b>	<b>26.30%</b>	<b>S/. 8.648</b>
Valor Venta al minorista		S/. 41.526
IGV	<b>18.00%</b>	S/. 7.475
<b>PRECIO DE VENTA AL MINORISTA</b>		<b>S/. 49.000</b>

## Anexos 9. Planilla propuesta GLP x 10 Kilos

### Planilla Mano de obra directa

	Operarios	Costo HH	Costo/mes	
Operarios	9	5.5 S/	11,880	
Técnicos	2	8.0 S/	3,840	
Costo promedio	11	5.95 S/	15,720	

### Planilla mano de obra directa

Jefe de planta	1	S/	3,500
<b>Total planilla</b>		S/	<b>19,220</b>

## Anexos 10. Costo con la propuesta GLP x 45 Kilos

### Costo Bidones x 45 Kilos propuesta

Recepción 8,500.00 Kilos  
Bidones 188.89 Bidones

Hidrocarburo	Unidades	Fórmula	Costo unit (Soles)	Costo batch (Soles)	Costo/Kilo (Soles)
Gas licuado de petróleo	Kilos	8,500.000	S/ 2.45	20,825.000	110.250
O ring					0.750
Pintura					1.200

<b>Total costo de insumos</b>					<b>112.200</b>
-------------------------------	--	--	--	--	----------------

Mano de obra directa					
Horas-Hombre obreros	HH	88.000	5.955	524.000	S/. 2.774

Flete					
Flete Piura -Trujillo	Viaje	3,000.000			S/. 15.882

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>					<b>S/. 130.856</b>
------------------------------	--	--	--	--	--------------------

COSTOS INDIRECTOS	Kilos/mes referencia	1,000.00			Costo/sku (Soles)
Mano de obra indirecta					S/ 0.700
Essalud ( El 9% de total planilla)					S/. 0.346
Vacaciones (1/12 de planilla total)					S/. 0.320
Gratificaciones 2 gratificaciones anuales)					S/. 0.641
Mantenimiento de la la planta (S/2000)					S/. 0.400
Energía (10 Kwh)					S/. 0.192
Reposición del bidón por vida útil					S/. 3.333
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>					<b>S/. 5.932</b>

<b>TOTAL COSTO DE 1 KILO DE 1 BIDÓN X 10 KILOS DE LPG</b>					<b>S/. 136.789</b>
-----------------------------------------------------------	--	--	--	--	--------------------

DETERMINACION DE PRECIOS DE SKU		
Costo de Hacer y Vender		S/. 136.789
<b>Margen de utilidad del envasador</b>	<b>21.43%</b>	<b>S/. 29.313</b>
Valor Venta al minorista		S/. 166.102
IGV	<b>18.00%</b>	S/. 29.898
<b>PRECIO DE VENTA AL MINORISTA</b>		<b>S/. 196.000</b>

## Anexos 11. Planilla propuesta GLP x 45 Kilos

<b>Planilla Mano de obra directa</b>					
	<b>Operarios</b>	<b>Costo HH</b>	<b>Costo/mes</b>		
Operarios	9	5.5	S/	11,880	
Técnicos	2	8.0	S/	3,840	
Costo promedio	11	S/ 5.95	S/	15,720	
<b>Planilla mano de obra directa</b>					
Jefe de planta	1		S/	3,500	
<b>Total planilla</b>			S/	<b>19,220</b>	
Participación				20%	

## Anexos 12. Costo con la propuesta GLP a granel

### GLP GRANEL propuesta

Recepción

8,500.00 Kilos

Hidrocarburo	Unidades	Fórmula	Costo unit (Soles)	Costo batch (Soles)	Costo/Kilo (Soles)
Gas licuado de petroleo	Kilos	8,500.000	S/ 2.45	20,825.000	2.450
O ring					-
Pintura					-

<b>Total costo de insumos</b>					<b>2.450</b>
-------------------------------	--	--	--	--	--------------

Mano de obra directa					
Horas-Hombre obreros	HH	16.000	6.750	108.000	<b>S/. 0.013</b>

Flete					
Flete Piura -Trujillo	Viaje	3,000.000			<b>S/. 0.353</b>

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>					<b>S/. 2.816</b>
------------------------------	--	--	--	--	------------------

COSTOS INDIRECTOS	Kilos/mes referencia	1,000.00			Costo/sku (Soles)
Mano de obra indirecta					S/ 0.490
Essalud ( El 9% de total planilla)					S/. 0.126
Vacaciones (1/12 de planilla total)					S/. 0.116
Gratificaciones 2 gratificaciones anuales)					S/. 0.233
Mantenimiento de la la planta (S/2000)					S/. 0.280
Energía (10 Kwh)					S/. 0.027
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>					<b>S/. 1.272</b>

<b>TOTAL COSTO DE 1 KILO DE 1 KILO DE LPG</b>					<b>S/. 4.088</b>
-----------------------------------------------	--	--	--	--	------------------

DETERMINACION DE PRECIOS DE SKU		
Costo de Hacer y Vender		S/. 4.088
<b>Margen de utilidad del envasador</b>	<b>16.10%</b>	<b>S/. 0.658</b>
Valor Venta al usuario		S/. 4.746
IGV	<b>18.00%</b>	S/. 0.854
<b>PRECIO DE VENTA AL USUARIO</b>		<b>S/. 5.600</b>

### Anexos 13. Costo con la propuesta GLP a granel

#### Planilla Mano de obra directa

	Operarios	Costo HH	Costo/mes
Operarios	2	5.5 S/	2,640
Técnicos	2	8.0 S/	3,840
Costo promedio	4 S/	<b>6.75 S/</b>	<b>6,480</b>

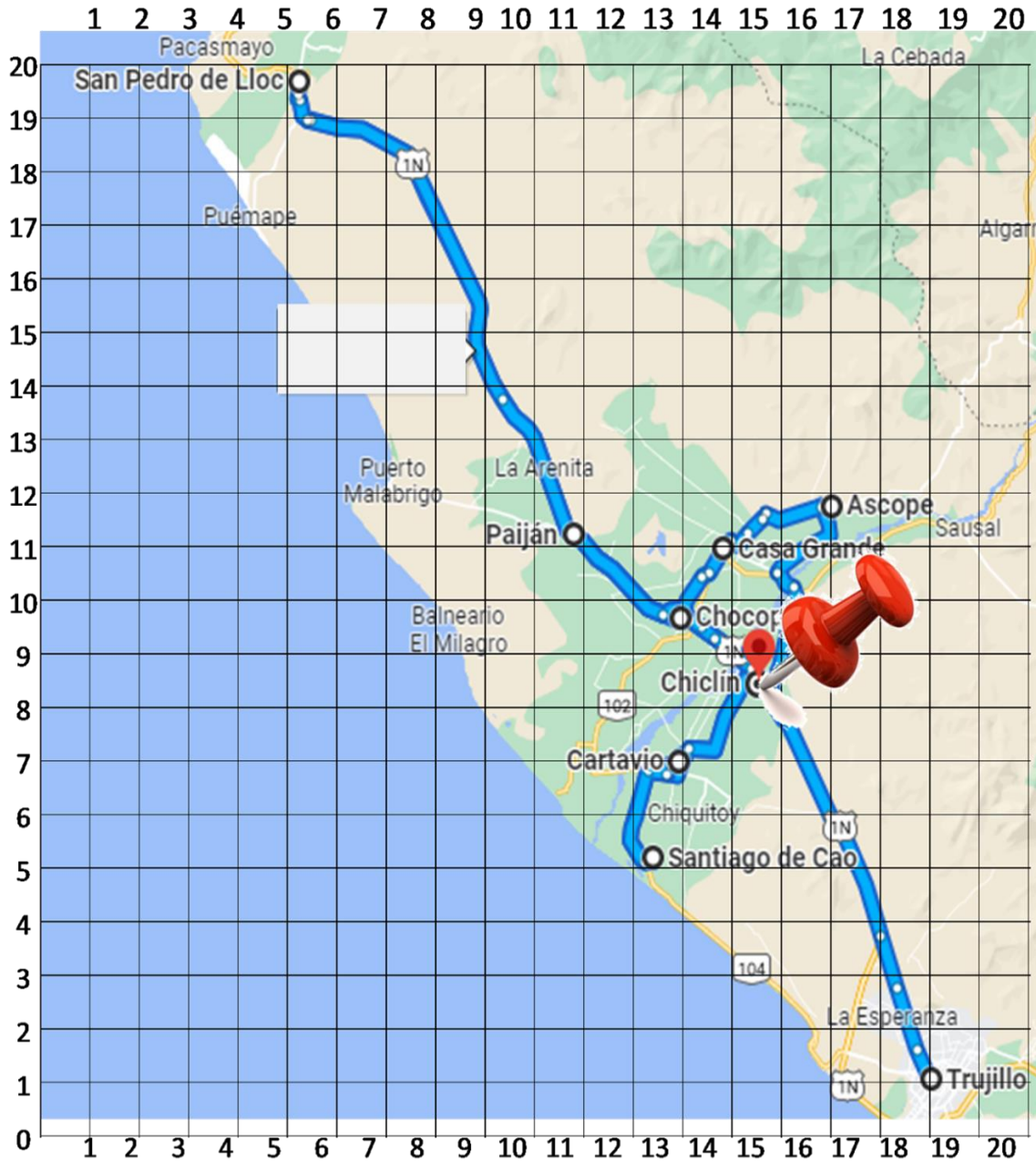
#### Planilla mano de obra directa

Jefe de planta	1	S/	<b>3,500</b>
----------------	---	----	--------------

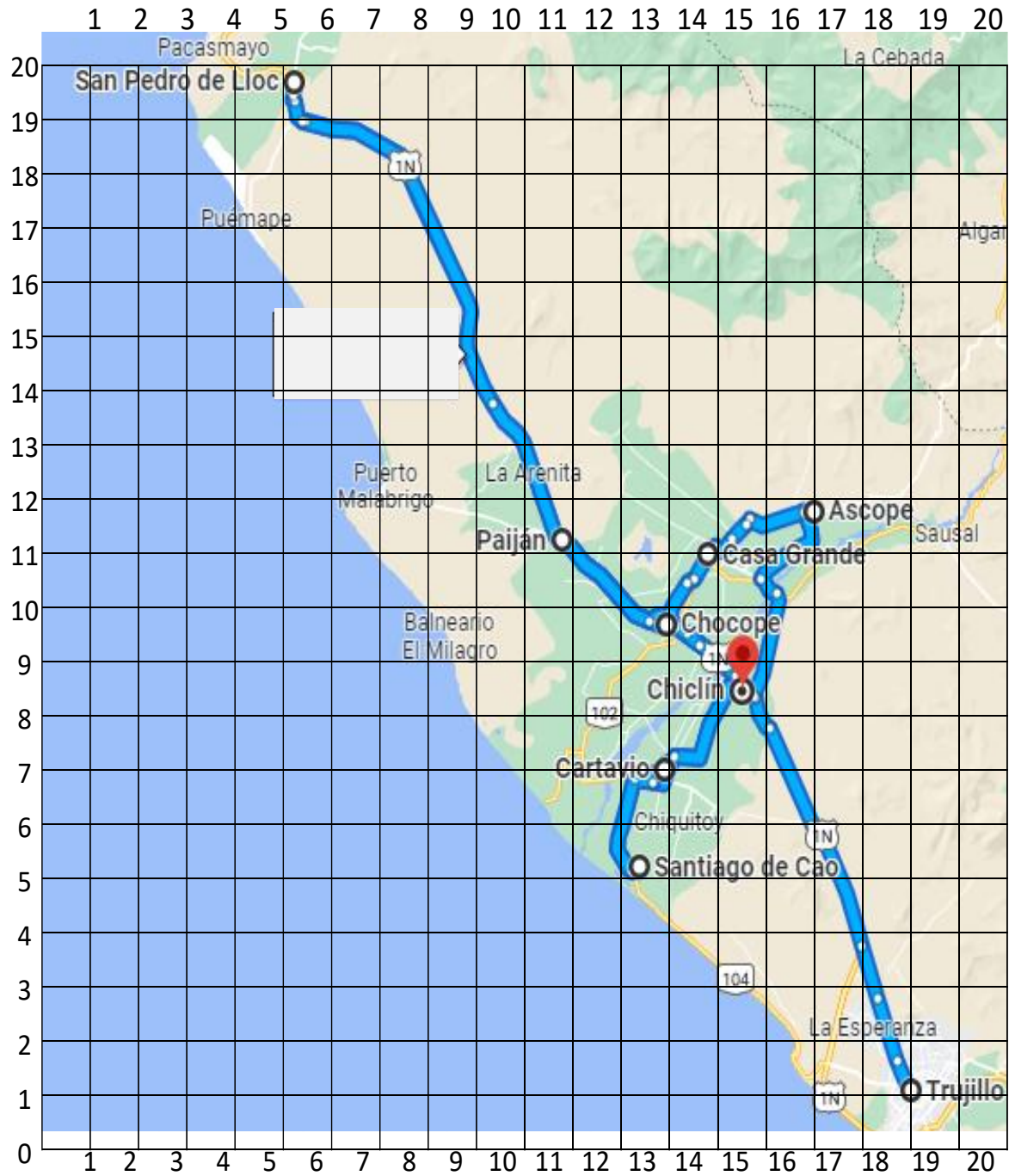
<b>Total planilla</b>		S/	<b>9,980</b>
-----------------------	--	----	--------------

Participación			14%
---------------	--	--	-----

**Anexos 14.** Ubicación actual del depósito del Valle Chicama

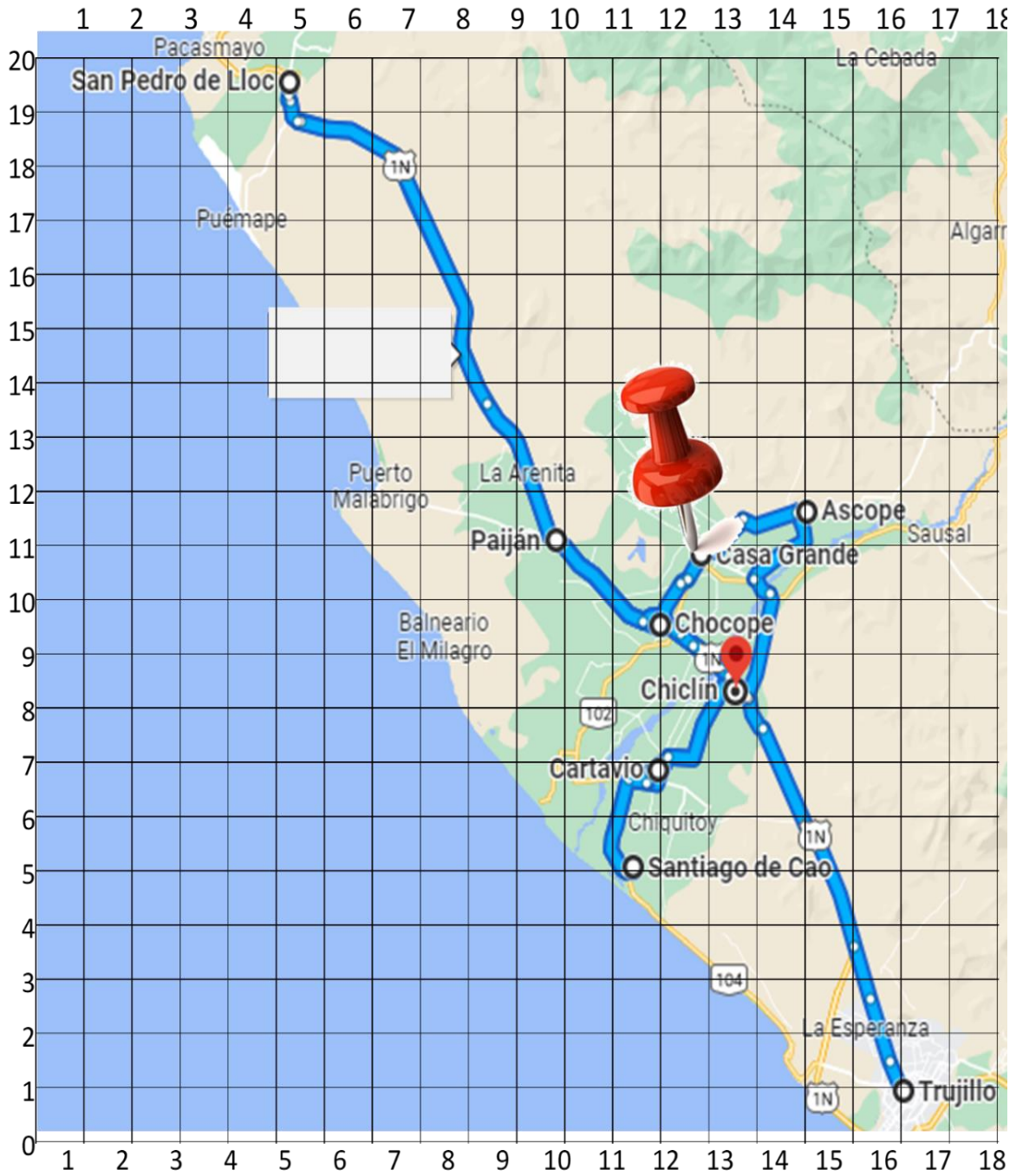


**Anexos 15. Mapa del Valle Chicama**





**Anexos 16.** Nueva ubicación del depósito del Valle Chicama



## Anexos 17. Pronóstico por regresión lineal

Período (x)	Mes	Pedidos (At)	Índice estacion	Proyección estacional (Ft)	Proyección lineal	[At - Ft] Error absoluto	$\sum$ [At - Ft] $\sum$ Error absoluto	$\sum$ [At - Ft]/X MAD Error absoluto	(At - Ft) Error normal	$\sum$ (At - Ft)	$\sum$ (At - Ft)/MAD Señal de rastreo
1	Jan-19	133,250			134,624	1,374	1,374	1,374 -	1,374 -	1,374	-1.00
2	Feb	123,145			136,976	13,831	15,204	7,602 -	13,831 -	15,204	-2.00
3	Mar	138,787			139,327	540	15,745	5,248 -	540 -	15,745	-3.00
4	Abr	145,295			141,679	3,616	19,361	4,840	3,616 -	12,129	-2.51
5	May	147,475			144,031	3,444	22,805	4,561	3,444 -	8,685	-1.90
6	Jun	158,400			146,383	12,017	34,822	5,804	12,017	3,332	0.57
7	Jul	151,420			148,735	2,685	37,507	5,358	2,685	6,018	1.12
8	Ago	148,625			151,086	2,461	39,969	4,996 -	2,461	3,556	0.71
9	Set	138,684			153,438	14,754	54,723	6,080 -	14,754 -	11,198	-1.84
10	Oct	151,970			155,790	3,820	58,543	5,854 -	3,820 -	15,018	-2.57
11	Nov	135,231			158,142	22,911	81,454	7,405 -	22,911 -	37,929	-5.12
12	Dic	175,958			160,494	15,464	96,918	8,077	15,464 -	22,464	-2.78
13	Jan-20	165,105			162,845	2,260	99,178	7,629	2,260 -	20,205	-2.65
14	Feb	155,042			165,197	10,155	109,333	7,809 -	10,155 -	30,360	-3.89
15	Mar	170,155			167,549	2,606	111,939	7,463	2,606 -	27,754	-3.72
16	Abr	184,820			169,901	14,919	126,858	7,929	14,919 -	12,835	-1.62
17	May	194,222			172,253	21,969	148,827	8,755	21,969	9,135	1.04
18	Jun	190,385			174,604	15,781	164,608	9,145	15,781	24,915	2.72
19	Jul	184,127			176,956	7,171	171,779	9,041	7,171	32,086	3.55
20	Ago	180,990			179,308	1,682	173,461	8,673	1,682	33,768	3.89
21	Set	176,020			181,660	5,640	179,101	8,529 -	5,640	28,128	3.30
22	Oct	186,616			184,012	2,604	181,705	8,259	2,604	30,733	3.72
23	Nov	156,020			186,363	30,343	212,048	9,219 -	30,343	389	0.04
24	Dic	184,778			188,715	3,937	215,986	8,999 -	3,937 -	3,548	-0.39
25	Jan-21	192,390			191,067	1,323	217,309	8,692	1,323 -	2,225	-0.26
26	Feb	188,265			193,419	5,154	222,462	8,556 -	5,154 -	7,379	-0.86
27	Mar	188,555			195,771	7,216	229,678	8,507 -	7,216 -	14,594	-1.72
28	Abr	215,250			198,122	17,128	246,806	8,814	17,128	2,533	0.29
29	May	206,285			200,474	5,811	252,616	8,711	5,811	8,344	0.96
30	Jun	212,060			202,826	9,234	261,850	8,728	9,234	17,578	2.01
31	Jul	201,255			205,178	3,923	265,773	8,573 -	3,923	13,655	1.59
32	Ago	212,845			207,530	5,315	271,089	8,472	5,315	18,971	2.24
33	Set	203,892			209,881	5,989	277,078	8,396 -	5,989	12,981	1.55
34	Oct	212,281			212,233	48	277,126	8,151	48	13,029	1.60
35	Nov	200,887			214,585	13,698	290,824	8,309 -	13,698 -	669	-0.08
36	Dic	217,599			216,937	662	291,486	<b>8,097</b>	662 -	7	-0.00
37	Jan-22	204,430			<b>219,289</b>						
38	Feb	209,736			<b>221,640</b>						
39	Mar	209,715			<b>223,992</b>						
40	Abr	233,570			<b>226,344</b>						
41	May	232,520			<b>228,696</b>						
42	Jun	233,070			<b>231,048</b>						
43	Jul	228,070			<b>233,399</b>						
44	Ago	236,426			<b>235,751</b>						
45	Set	221,655			<b>238,103</b>						
46	Oct	235,636			<b>240,455</b>						
47	Nov	225,276			<b>242,807</b>						
48	Dic	242,437			<b>245,158</b>						