

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



Propuesta de redistribución del proceso productivo para incrementar el nivel de servicio en la empresa GLP Chalpón Servicios Generales SAC

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR

Daniel Joaquin Perez Bances

ASESOR

Santos Confesor Gabriel Blas

<https://orcid.org/0000-0003-0306-108X>

Chiclayo, 2023

**Propuesta de redistribución del proceso productivo para
incrementar el nivel de servicio en la empresa GLP Chalpón
Servicios Generales SAC**

PRESENTADA POR
Daniel Joaquin Perez Bances

A la Facultad de Ingeniería de
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de
INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR

Caballero Garcia Ana Maria
PRESIDENTE

Flores Sanchez Carla Mercy
SECRETARIO

Santos Confesor Gabriel Blas
VOCAL

Dedicatoria

A mi familia, por su apoyo inquebrantable; a mis profesores y mentores, por su invaluable orientación; y a mis amigos, por su ánimo constante. Esta tesis representa no solo mi esfuerzo, sino también la contribución de todos ustedes en mi camino hacia el título de Ingeniero Industrial. Mi compromiso es aplicar lo aprendido para mejorar procesos y generar un impacto positivo en la industria. Este logro es un paso más hacia nuestros sueños compartidos. Gracias por ser mi inspiración y mi motivación constante.

Agradecimientos

En este importante momento, deseo expresar mi sincero agradecimiento a todas las personas que contribuyeron a la culminación de mi tesis y la obtención de mi grado en Ingeniería Industrial.

Agradezco a mi familia por su apoyo inquebrantable, su amor y su paciencia a lo largo de este viaje. A mis profesores y mentores, les estoy profundamente agradecido por su orientación experta y su dedicación a mi formación académica.

Este logro es el resultado del esfuerzo colectivo de todos ustedes. Prometo aplicar lo aprendido en beneficio de la sociedad y la industria. Mi gratitud es eterna.

Perez sustentación

INFORME DE ORIGINALIDAD

14%

INDICE DE SIMILITUD

13%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
2	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	laccei.org Fuente de Internet	1%
6	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	Submitted to Universidad Tecnologica del Peru Trabajo del estudiante	<1%
8	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	<1%
9	upc.aws.openrepository.com Fuente de Internet	

Índice

Resumen	6
Abstract	7
Introducción.....	8
Revisión de literatura.....	10
Materiales y métodos	15
Resultados y discusión	18
Conclusiones	31
Recomendaciones	31
Referencias.....	32
Anexos	36

Resumen

La investigación tuvo como objetivo proponer la redistribución en el proceso productivo para incrementar el nivel de servicio en la empresa GLP Chalpón Servicios Generales SAC. Se utilizó una metodología descriptiva de enfoque cuantitativo, empleando herramientas como la estandarización, manufactura celular y shojinka. Los resultados indicaron un nivel de servicio actual del 55,38, con un 7,28% de servicios entregados fuera de tiempo y un conocimiento del proceso productivo del 68,08% por parte de los trabajadores, lo que generó un 28,24% de tiempos improductivos. La producción actual de 227 balones diarios, con una eficiencia del 81,92%, conlleva una pérdida de S/270 588,50, representando el 89,28% de los ingresos totales. En contraste, la nueva propuesta eleva la producción a 425 balones por día. Se llevó a cabo la estandarización mediante la caracterización del proceso, un estudio de tiempo, un plan de capacitación, un diagrama de recorrido, un balance de línea y la polivalencia de los trabajadores. Estas acciones lograron una reducción del lead time en un 34,6%, una disminución de los tiempos improductivos en un 77,8%, un aumento de la capacidad de la célula en un 53,2%, un incremento del 23,1% en la tasa de polivalencia y un nivel de servicio mejorado del 84,79%. Económicamente, estas mejoras fueron viables, con un VAN y TIR positivos, y un costo-beneficio de 1,28. En conclusión, la redistribución incrementó el nivel de servicio en un 31,41% llegando a ser un 84,79%. La nueva distribución permitió eliminar las actividades que no agregaban valor al proceso y se pudo reducir los servicios no atendidos en un 41,72% y los entregados fuera de tiempo en un 27,78% representando una disminución del 40,36% en las pérdidas económicas llegando a ser S/161 374,82.

Palabras clave: Redistribución de planta, nivel de servicio, estudio de tiempo, shojinka, y manufactura celular.

Abstract

The objective of the research was to propose redistribution in the production process to increase the level of service in the company GLP Chalpón Servicios Generales SAC. A descriptive methodology with a quantitative approach was used, using tools such as standardization, cellular manufacturing and shojinka. The results indicated a current service level of 62,50%, with 7,28% of services delivered out of time and a knowledge of the production process of 68,08% on the part of the workers, which generated a 28,24 % of unproductive times. Current production was 227,56 balls per day, with a utilization of 81,92%, resulting in a loss of S/270 588,50, equivalent to 89,28% of total revenue. Standardization was carried out through process characterization, a time study, a training plan, a route diagram, a line balance and the versatility of the workers. These actions achieved a reduction in lead time by 34,6%, a decrease in unproductive times by 77,8%, an increase in cell capacity by 53,2%, an increase of 23,1% in the versatility rate and an improved service level of 84,79%. Economically, these improvements were viable, with a positive NPV and IRR, and a cost-benefit of 1,28. In conclusion, the redistribution increased the level of service by 31,41%, reducing unattended services by 41,72% and those delivered out of time by 27,78%, representing a 40,36% decrease in economic losses.

Keywords: Plant redeployment, service level, time study, shojinka, and cellular manufacturing.

Introducción

Las organizaciones enfrentan actualmente un desafío competitivo significativo donde la mejora continua de los procedimientos de producción es fundamental para alcanzar este objetivo. En este proceso de evolución constante, la satisfacción del cliente juega un papel crucial al cumplir con las expectativas. A lo largo del tiempo, las organizaciones buscan garantizarla y evitar fallos en el servicio, que pueden resultar en pérdidas sustanciales tanto económicas como en la percepción de los clientes [1, p. 57].

Esta cuestión del nivel de servicio es evidente en la industria del gas natural; Brasil, México, Argentina y Perú son líderes en la venta de gas domiciliario, dividido en GLP y GN para uso común. Los países con mayor consumo de GLP son Brasil (5 361 mil toneladas), Perú (1 042 mil toneladas) y Ecuador (1 015 mil toneladas) anualmente, en promedio [2, p. 3].

En Perú, según Osinergmin [3] la producción de butano o GLP doméstico promedió fue de 11,52 MBPD (millones de barriles por día) en 2021. Sin embargo, esta producción disminuyó un 17% con respecto a 2020, siendo 13,88 MBPD. Esta disminución ha sido constante desde 2013, cuando la producción fue de 15,59 MBPD. Un factor clave en esta reducción es el incumplimiento en el mantenimiento de los cilindros de gas. Esta actividad, realizada por empresas autorizadas, involucra a 6 productores, 7 comercializadores, 24 importadores y 75 empresas envasadoras. El suministro se realiza principalmente a través de instalaciones de envasado en contenedores portátiles construidos con acero tipo A203 que, gracias a su peso y tamaño, facilitan la carga, el transporte y la instalación manual.

Las empresas envasadoras y comercializadoras de gas natural deben realizar un mantenimiento preventivo en los contenedores móviles, también conocidos como globos. Este mantenimiento se lleva a cabo de acuerdo con los criterios establecidos por Osinergmin, con el objetivo de garantizar el funcionamiento correcto y proporcionar un servicio de calidad óptima. En este proceso de mantenimiento, se enfatizan las inspecciones internas y externas que las normas técnicas exigen de forma regular. Este factor desempeña un papel fundamental en el rendimiento de la calidad y la producción en la comercialización de cilindros de gas. Además, influye en la reducción de la producción de las empresas que se dedican a este tipo de servicios [4].

En la actualidad, las plantas envasadoras subcontratan estos servicios a empresas externas, ya que generan tiempos improductivos y costos elevados para ellas. En la región de Lambayeque, GLP Chalpón Servicios Generales SAC., es la única empresa que se encarga de este tipo de servicio, operando en el mercado desde 2016. Sin embargo, esta empresa ha

presentado ciertas deficiencias en su proceso productivo, con un nivel de servicio bajo del 55,38%. Esto es inferior al promedio de los últimos cuatro años, que ha sido del 62,50%. Estas deficiencias se deben a una distribución ineficiente del área de producción, con una distancia de recorrido de 28,79 metros, personal sin capacitación ni calificado, falta de registro de control de la producción y una capacidad ociosa de 61,26 balones de gas por día. A pesar de que la capacidad de producción es de 338 balones de gas al día, la producción diaria promedio es de 277 balones.

Además, el proceso productivo presenta largos periodos de inactividad debido a la acumulación de servicios, la falta de estandarización del proceso y la ausencia de un tiempo estándar para las actividades. El tiempo ciclo para cada balón de gas es de 255 segundos, lo que representa el 28,28% (72 segundos) del tiempo improductivo y el 71,26% (183 segundos) de tiempo productivo. Esto conlleva a un aprovechamiento del servicio de la empresa del 81,29% solamente (277,56 balones por día) de su capacidad.

Según las causas mencionadas, se registraron 156 376 solicitudes de servicios, de las cuales 69 778 (44,62%) no pudieron ser atendidas, lo que equivale a una pérdida de S/244 221,50 en ingresos. El incumplimiento de los plazos de entrega y, en consecuencia, de los contratos, resultó en la entrega tardía de 7 534 servicios, representando el 8,70% de los servicios atendidos. Esto llevó a una penalización de S/26 369,00, equivalente al 5% del valor de compra. En base a lo expuesto, se señala la deficiencia en el proceso productivo, causada por los tiempos improductivos, que resulta en un bajo nivel de servicio y costos perdidos de S/270 590,50 durante el 2022, lo que representa el 89,28% de los ingresos totales.

Es por ello, que se plantea como formulación del problema: ¿Cómo la propuesta de redistribución en el proceso productivo incrementa el nivel de servicio en la empresa GLP Chalpón Servicios Generales SAC?

Con el fin de incrementar el nivel de servicio, se plantea el siguiente objetivo general: proponer la redistribución en el proceso productivo para incrementar el nivel de servicio en la empresa GLP Chalpón Servicios Generales SAC. y como objetivos específicos: diagnosticar el proceso productivo en la empresa GLP Chalpón Servicios Generales SAC., elaborar la propuesta de redistribución del proceso productivo en la empresa GLP Chalpón Servicios Generales SAC. y realizar un análisis económico de la propuesta.

Por lo tanto, esta investigación se justifica de forma práctica porque permitió el cumplimiento de los plazos de entrega, la atención de la demanda no satisfecha en los servicios y favoreciendo un aumento en el nivel de servicio mediante la mejora del proceso productivo; teóricamente por la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing en el sector de

mantenimiento de balones de GLP dado por la estandarización, manufactura celular y shojinka; socialmente porque permitió el cumplir con las necesidades del cliente y brindó un conocimiento más amplio sobre el procedimiento de trabajo del proceso productivo a los trabajadores; y de manera económica porque redujo las pérdidas económicas permitiendo incrementar la rentabilidad de la empresa .

Revisión de literatura

Los antecedentes de la investigación estuvieron dados por: Tuestas *et al.* [5] en su artículo científico: “*Modelo lean de servicio para incrementar la capacidad de atención de un taller automotriz*”, tuvieron como objetivo aplicar las herramientas lean manufacturing para la optimización de la producción de servicio de mantenimiento mediante la reducción de las entregas a destiempo, tiempos de esperas y servicios defectuosos. Emplearon como metodología la identificación de las causas de la baja productividad, la selección de las herramientas de lean manufacturing (VSM, estandarización, SLP y 5S) y el diseño de la prueba piloto. Obtuvieron como resultado un nivel de servicio actual del 64,25%, por lo que se realizó la estandarización del 100% de los procesos logrando reducir el lead time en un 30%, reduciendo los servicios entregados a destiempo en un 27,78% y el takt time se redujo en un 28,58% con una inversión de S/11 380,17, un VAN de S/24 118,52, un TIR del 66% y un B-C de 1,96. Concluyeron que, mediante la aplicación del modelo lean se logró disminuir la demanda no atendida del taller en un 41,72%.

Huamán *et al.* [6] en su artículo científico: “*Modelo de gestión de la producción basado en Lean Manufacturing enfocado en el factor humano para mejorar la productividad de las pequeñas empresas del sector metalmecánico*”, tuvieron como objetivo incrementar la productividad de la empresa mediante la aplicación de un modelo de gestión con las herramientas de Lean Manufacturing. Emplearon como metodología de investigación a la estandarización de los procesos, Shojinka y la mentalidad de producción ajustada de cero desperdicios. Obtuvieron como resultado un nivel de servicio inicial del 64% influyendo en una demanda no atendida del 36%, con la estandarización del proceso se incrementó en un 20% los pedidos entregados a tiempo, se redujo el lead time en un 15%, la tasa de polivalencia incrementó en un 28%, el porcentaje de trabajadores polivalentes en un 50% y el porcentaje de procesos dominados en un 100% siendo viable económicamente con un TIR del 42% y un B-C de 1,42. Concluyeron que, con el modelo de gestión mediante las herramientas lean se incrementa el nivel de servicio en un 50%.

Flores-Meza *et al.* [7] en su artículo científico: “*Modelo Lean Manufacturing para la gestión de la producción para aumentar la productividad de las PYMES en el sector de la manufactura no primaria*” tuvieron como objetivo incrementar la producción y reducir los tiempos mediante un modelo de gestión de la producción bajo el enfoque del Lean Manufacturing. Emplearon como metodología de investigación la identificación del área, la formación de equipos clave, la planificación, implementación y evaluación del desempeño de las herramientas 5S’, estandarización y manufactura celular. Obtuvieron como resultado una reducción del lead time del 42,83%, del takt time del 24,36% asimismo se incrementó la utilización de la empresa en un 24,35% aprovechando al 100% la capacidad diseñada incrementando en un 42,83% los tiempos productivos y disminuyendo en un 100% los tiempos improductivos siendo viable económicamente con un VAN de S/18 694,13, un TIR del 39% y un B-C de 1,13. Concluyeron que, con la aplicación del modelo de gestión de producción de incrementa la productividad en un 24,36% permitiendo así aumentar la demanda atendida y mejorar su nivel de servicio en un 54%.

Henríquez *et al.* [8] en su artículo científico: “*Optimización de procesos usando manufactura esbelta para reducir el tiempo de inactividad: Estudio de caso de una PYME de manufactura en Perú*”, tuvieron como objetivo reducir los tiempos improductivos mediante las herramientas de lean manufacturing para satisfacer la demanda e incrementar el nivel de servicio. Emplearon como metodología de investigación las herramientas lean tales como 5S, VSM, SLP y la estandarización, asimismo, el enfoque de la implementación estuvo dado por el ciclo de Deming. Obtuvieron como resultado un incremento de los tiempos productivos del 57,12% pasando de 562 horas a 883 horas, una disminución de la distancia de recorrido del 39,22% pasando de 51 m² a 31 m², el tiempo de entrega se redujo en un 6,62% siendo viable económicamente con un costo beneficio de 1,45. Concluyeron que, con las herramientas de lean manufacturing se incrementa la eficiencia, productividad y nivel de servicio de la empresa en un 57% disminuyendo un 24,12% la demanda no atendida.

Kishimoto *et al.* [9] en su artículo científico: “*Aplicación de técnicas de manufactura esbelta para incrementar las entregas a tiempo: Estudio de caso de una empresa metalmecánica con un ambiente de fabricación a pedido en Perú*”, tuvieron como objetivo incrementar las entregas a tiempo mediante un modelo de gestión de producción bajo el enfoque lean. Emplearon como metodología de investigación a 2 herramientas de preparación el VSM y las 5S para el perfeccionamiento del orden y limpieza, por otro lado, se tuvo 3 herramientas de mejora dado por manufactura celular, la estandarización y Kanban. Obtuvieron como resultado que solo el 35,39% de los pedidos eran entregados a tiempo debido a que el lead time era mayor al takt

time, con el diseño de la mejora se reduce el lead time en un 15,86% y el takt time en un 18,17% permitiendo así entregar los pedidos a tiempo en un 80%, los tiempos productivos incrementaron en un 27,16% siendo viable económicamente con un B-C de 1.87. Concluyeron que, con las herramientas de lean manufacturing se incrementa en un 46% los pedidos entregados a tiempo priorizando los pedidos y distribuyendo la carga de trabajo equitativamente entre las estaciones de trabajo.

Laura-Ulloa *et al.* [10] en su artículo científico: “*Lean model applied to increase the order fulfillment in SMEs in the footwear industry*”, tuvieron como objetivo optimizar el cumplimiento de los pedidos e incrementar el nivel de servicio mediante un modelo de mejora con las herramientas lean. Emplearon como metodología la identificación de las causas, la selección de las herramientas siendo las 5S, manufactura celular y la estandarización. Obtuvieron como resultado una reducción del tiempo ciclo en un 27,27%, la distancia de recorrido en un 19,91%, el porcentaje de productos defectuosos en un 8,90% siendo rentable con un VAN de S/142 967,00, un TIR del 89,89%, un B/C de 3,55 y un periodo de recuperación de 1,07 meses. Concluyeron que, con la aplicación del modelo de mejora bajo el enfoque lean incrementa el 44,48% el cumplimiento de los pedidos y el nivel de servicio.

Aderhold *et al.* [11] en su artículo científico: “*Production model to increase productivity and delivery compliance textile sector by applying value stream mapping, 5S and flexible production systems*”, tuvieron como objetivo incrementar la productividad y las entregadas a tiempo mediante un modelo de producción bajo el enfoque del lean manufacturing. Emplearon como metodología al el VSM como herramienta de diagnóstico de los desperdicios, las 5S’, y el sistema de planificación de la producción mediante la estandarización y la manufactura celular. Obtuvieron como resultado un incremento de la satisfacción del cliente en un 9%, una reducción de los reprocesos en un 29%, una disminución de los pedidos entregados a destiempo del 28%, del takt time en un 13,89%, del lead time en un 14,23%. Concluyeron que, con la aplicación del modelo de producción a través de las herramientas lean se incrementa la producción en un 22% y el cumplimiento de las entregas en un 62%.

Arbieto *et al.* [12] en su artículo científico: “*Lean Manufacturing tools applied to the metalworking industry*”, tuvieron como objetivo reducir el tiempo de entrega de los servicios mediante la aplicación de la filosofía de lean manufacturing. Emplearon como metodología de investigación a las herramientas 5S’, SMED, manufactura celular y estandarización. Obtuvieron como resultado una reducción del lead time en un 6,79%, de los tiempos improductivos en un 23%, de la distancia de recorrido en un 12,43% incrementando la

productividad en un 34,21%. Concluyeron que, mediante la aplicación de la filosofía lean se reduce el tiempo de entrega en un 21,82% aumentando el nivel de servicio.

Rangel *et al.* [13] en su artículo científico: “*Production management model through MPS and line balancing to reduce the non-fulfillment of orders in lingerie clothing MSEs*”, tuvieron como objetivo reducir el incumplimiento de pedidos mediante el plan maestro de producción y la manufactura celular. Emplearon como metodología de investigación al enfoque del ciclo de Deming donde la planificación se dio con el MPS y el MRP, en el hacer se realizó el balanceo de la línea, se verificó la producción y calidad, y se aplicaron medidas correctivas. Obtuvieron como resultado un incremento del cumplimiento de pedidos al 95,90%, la capacidad de producción a 89,70%, la eficiencia productiva a 95,30% y una reducción del manejo de materia prima a 4,3%. Concluyeron que, mediante la aplicación de las herramientas lean se reduce el incumplimiento de pedidos en un 71,50%.

Rahima y Aravind [14] en su artículo científico: “*Application of lean manufacturing using value stream mapping (VSM) in precast component manufacturing: A case study*”, tuvieron como objetivo aumentar la producción la reducción del tiempo ciclo con la aplicación de los principios y pensamientos lean. Emplearon como metodología la identificación de los desperdicios con la herramienta VSM, la estandarización de los procesos y el rediseño del área de trabajo con la manufactura celular. Obtuvieron como resultado la reducción del tiempo de entrega en un 32,94% pasando de 1 102 a 739 minutos, se incrementó la utilización de la empresa en un 49% aprovechando al 95.27% la capacidad diseñada incrementando en un 38.46% los tiempos productivos. Concluyeron que, con la aplicación del enfoque lean se incrementa la producción en un 21,21% permitiendo así satisfacer su demanda insatisfecha y aumentar el nivel de servicio.

Las teorías relacionadas a la investigación fueron las siguientes: el proceso productivo engloba los procesos, productos y flujos de información presentes en las áreas de una entidad. Estos enlaces conectan el entorno externo con los clientes y brindan una estructura eficiente para la planificación y ejecución de la producción [15].

El Lean Manufacturing, también denominado manufactura esbelta, busca mejorar los procesos o servicios de fabricación al reducir o eliminar los desperdicios, incluyendo actividades que carecen de valor agregado [16]. Se sustenta en siete pilares clave: identificar la causa raíz del problema, focalizar los esfuerzos de la organización, eliminar tareas sin valor, prevenir exceso de inventarios, establecer procesos adaptables, fomentar la colaboración efectiva y brindar dirección en el proceso de fabricación [17].

Una de las herramientas es la Estandarización de Procesos, que implica establecer un procedimiento uniforme para ejecutar una función específica. Es esencial supervisar el proceso para verificar su adecuado funcionamiento según lo planeado, y ajustarlo si es necesario para que se adecúe a situaciones aceptables [18].

Además, la Manufactura Celular es una agrupación de varias estaciones, que incluyen maquinarias, herramientas o equipos, con el propósito de crear un flujo continuo de valor. En este flujo, las piezas son procesadas en las estaciones de trabajo de manera progresiva, evitando la espera de nuevos lotes de producción. Este enfoque implica la integración eficiente de los trabajadores con las maquinarias y busca la reducción de desperdicios [19].

Igualmente, la herramienta Shojinka, que proviene del japonés "Flexible", tiene como objetivo mejorar la adaptabilidad de los trabajadores y, por consiguiente, reducir la imprevisibilidad. Esto se logra mediante el mapeo de las habilidades de cada empleado, conocido como polivalencia, y la aplicación de un plan de gestión que fomente la rotación del personal para que puedan desempeñarse eficazmente en áreas fuera de su zona de confort [20].

Por otro lado, el nivel de servicio se define como el número de unidades necesarias que se pueden cumplir con las existencias actuales. También puede describirse como el servicio deseado que el cliente espera obtener, o como una combinación de "lo que puede ser" y "lo que debería ser" [21].

En relación al marco conceptual, a continuación se detallan los siguientes términos:

Área de producción: Lugar, zona o espacio de fabricación y/o transformación de materiales en productos a disposición del consumidor final.

Balance de línea: Es un aspecto vital en la productividad de una empresa; su objetivo es descubrir una distribución de capacidad adecuada para mantener un flujo continuo y uniforme de mercancías a través de las diversas operaciones dentro de la planta.

Demanda: Cantidad requerida o adquirida por el cliente final a un precio diferente en un determinado tiempo con el propósito de poder determinar su crecimiento o decrecimiento.

Demanda insatisfecha: Cuando la cantidad demandada es mayor a la cantidad ofertada.

Lead time: Es el tiempo de entrega generado por la producción de una unidad más la operación lenta.

Takt time: Es el tiempo equilibrado que deben tener todas las actividades de un proceso a fin de no generar desperdicios y producir de manera continua.

Pérdidas económicas: Es aquel ingreso no percibido por una demanda insatisfecha.

Polivalencia: Aquel trabajador cualificado para más de una actividad o proceso.

Trabajadores cualificados: Aquel trabajador que se encuentra capacitado y apto para realizar una actividad en específico.

Producción: Servicio o bien producido en un empresa u organización en un tiempo determinado.

Materiales y métodos

La investigación se basó en un diseño metodológico no experimental, con un enfoque cuantitativo y de naturaleza descriptiva. Se observaron las variables sin intervención alguna, identificando el problema y proponiendo la redistribución del proceso a través de datos numéricos [22]. La población y muestra de estudio correspondió al proceso de mantenimiento de balones de gas entre los años 2019 y 2022 en la empresa "GLP Chalpón Servicios Generales SAC"; se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia [23]. Las técnicas de recopilación de datos empleadas fueron el análisis documental y la observación directa. Los instrumentos utilizados fueron la guía de análisis documental y la guía de observación, respectivamente [24]. Además, se tomaron en cuenta las herramientas del Lean Manufacturing para la propuesta de redistribución del proceso productivo, llevando a cabo las siguientes acciones:

Diagnosticar el proceso productivo en la empresa GLP Chalpón Servicios Generales SAC.

Se llevó a cabo una descripción detallada de la empresa, incluyendo su organigrama (Figura 1) y sus potenciales clientes (Tabla 1). Para evaluar el nivel de servicio desde 2019 hasta 2022, se realizó un análisis exhaustivo de los registros de atención y demanda. A partir de estos registros, se calcularon indicadores de medición basados en los servicios solicitados, atendidos y no atendidos (Tabla 2). Estos indicadores permitieron analizar el porcentaje de servicios no atendidos (Tabla 3) y el porcentaje de servicios entregados con retraso (Tabla 4). Seguidamente, se examinó la información general de los trabajadores para establecer los criterios esenciales con relación a sus puestos, nivel de formación y experiencia (Anexo 7). Además, se administró un cuestionario [25] a los 6 trabajadores del área de producción (Anexo 8) para evaluar su nivel de conocimiento en el proceso de producción (Tabla 6). Posteriormente, se elaboró un diagrama de Ishikawa (Anexo 25) [26] para identificar las causas del bajo nivel de servicio. A partir de esta información, se estableció la frecuencia de las causas (Anexo 27) [27], y mediante un diagrama de Pareto (Anexo 28) [28], se identificaron las causas más relevantes que representan el 80% del problema. Adicionalmente, se construyó un diagrama de análisis de proceso (Anexo 29) [29] para determinar los indicadores actuales del proceso productivo. Esto involucró calcular los tiempos improductivos, que son la suma de los tiempos que no añaden valor

(transporte, espera y almacenamiento) entre el tiempo ciclo. El objetivo de esto es minimizar este indicador para incrementar la producción. También se calculó los tiempos productivos, que son los tiempos que agregan valor (operación e inspección) entre el tiempo ciclo. Además, se calculó la capacidad de producción mediante el tiempo disponible entre el cuello de botella, la producción real a través de las unidades vendidas entre el tiempo disponible, y la utilización mediante la relación entre la producción y la capacidad. Además, se evaluó la capacidad ociosa, que se refiere a la diferencia entre la capacidad de diseño y la capacidad real (Tabla 6). Estos cálculos permitieron identificar las pérdidas económicas de la empresa, considerando el costo de oportunidad de los servicios no atendidos y las penalidades por los servicios entregados con retraso.

Elaborar la propuesta de redistribución del proceso productivo en la empresa GLP Chalpón Servicios Generales SAC.

Se llevó a cabo la estratificación de las herramientas de solución (Tabla 10), siendo la primera herramienta empleada la estandarización [30]. El propósito de esta herramienta es abordar la carencia de un tiempo estándar, los prolongados tiempos improductivos y la falta de uniformidad en el proceso productivo. Para ello, se realizó un estudio de tiempo a partir del registro inicial de toma de tiempos (Anexo 32), se calculó el número de muestras mediante análisis estadístico (Anexo 33), se obtuvo el tiempo promedio de cada actividad (Anexo 34) y se determinó el tiempo estándar utilizando el método de Westinghouse (Anexo 35) [31]. Con base en estos datos, se diseñó la estandarización que incluyó la caracterización detallada del proceso y la creación de un flujo de trabajo estandarizado. Se llevó a cabo una prueba piloto con 26 muestras para identificar el tiempo del proceso mejorado a través de un estudio de tiempo (Anexos 39, 40, 41 y 42). Esta acción permitió calcular los tiempos productivos e improductivos del nuevo proceso mediante el uso de la técnica DAP [29] mejorando así el proceso global (Anexo 43).

La segunda herramienta aplicada es la manufactura celular [32], utilizada para abordar la distribución inadecuada del área de producción y reducir la acumulación de servicios. Se procedió a determinar los indicadores actuales de esta metodología. Así, se calculó el "takt time" [33] que resulta de la relación entre el tiempo disponible y la demanda diaria. Del mismo modo, se calculó el "lead time", representativo del tiempo de entrega actual. Esto se obtiene sumando el tiempo de ciclo de un balón con el tiempo de cuello de botella, menos el tiempo del primer servicio y la demanda. Además, se determinó la capacidad de la célula, resultado de la relación entre el tiempo disponible y el cuello de botella (Tabla 11).

Basándose en esta información, se elaboró un diagrama de recorrido actual [34] del proceso productivo (Anexo 44) y se logró el balanceo de la línea de mantenimiento de balones de gas (Anexo 45). Posteriormente, se confeccionó un nuevo diagrama de recorrido mejorado del proceso productivo (Anexo 46), identificando las mejoras en el "lead time" y la capacidad de la célula (Tabla 12).

La tercera herramienta empleada es Shojinka [35] aplicada para contrarrestar la carencia de capacitación y la falta de trabajadores polivalentes. Se procedió a aplicar un cuestionario a los trabajadores (Anexo 48) [6] para determinar la tasa de polivalencia, el porcentaje de trabajadores con habilidades versátiles y el porcentaje de procesos en los que son competentes. A partir de esta información, se estableció un registro de polivalencia actual (Anexo 49). Con estos datos, se implementó un programa de capacitación para los trabajadores y se desarrolló el Marco de Operación Funcional (MOF) para cada puesto en el área de producción. Posteriormente, se realizó una prueba piloto para evaluar la tasa de polivalencia, el porcentaje de trabajadores polivalentes y el porcentaje de procesos dominados, mediante la actualización del registro de polivalencia (Anexo 52).

Realizar un análisis económico de la propuesta.

Se analizó la inversión necesaria para llevar a cabo la redistribución del proceso productivo a través de cotizaciones. Se calculó los costos anuales, gastos administrativos y de ventas, depreciación de activos tangibles, y se evaluaron los beneficios derivados de la mejora del proceso productivo, considerando el flujo de caja (Anexo 58). Este análisis permitió determinar la viabilidad económica a través de indicadores como el VAN, TIR y la relación Beneficio-Costo (B/C) [36].

Resultados y discusión

1. *Diagnóstico del proceso productivo de GLP Chalpón Servicios Generales SAC.*

La empresa GLP Chalpón Servicios Generales SAC opera en el mantenimiento de balones contenedores de GLP para plantas envasadoras de este combustible, localizada en el departamento de Lambayeque. Su jornada laboral abarca 8 horas diarias durante 6 días a la semana. Dispone de dos locaciones: una para tareas administrativas y otra destinada a los procesos productivos. Actualmente, la dirección general está a cargo de la Sra. Angelica Campos Mendoza, quien ocupa este cargo desde 2017. El organigrama, mostrado en la figura 1, refleja dos áreas: dado por el jefe de finanzas, comercial y marketing con 5 trabajadores y el jefe de producción con 6 trabajadores, conformando en total 12 trabajadores en la empresa.

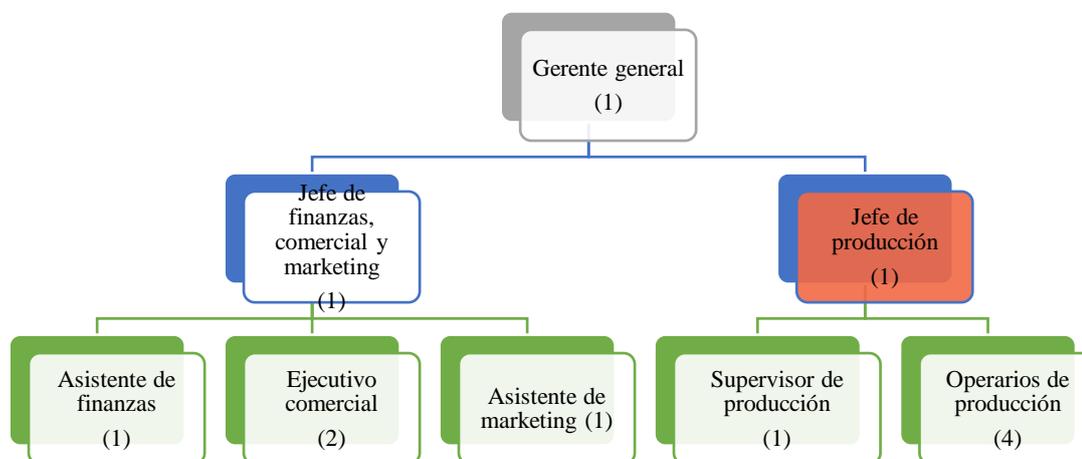


Figura 1: Organigrama de la empresa GLP Chalpón Servicios Generales SAC.

Fuente: Elaboración propia.

De igual manera, la Tabla 1 proporciona una descripción detallada de las cinco empresas envasadoras de gas GLP en la región Lambayeque, que son los clientes de la empresa en cuestión. Entre ellas, Solgas S.A. es la que tiene mayor participación, representando un 43,06% del total.

Tabla 1: Clientes potenciales de la empresa de mantenimiento de balones de gas

Empresas envasadoras	Capacidad	Participación
Solgas SA.	333 000	43,06%
Peruana de combustibles S.A.	222 000	28,71%
Lima gas S.A. – Chiclayo	96 200	12,44%
Mega gas S.A.C.	77 700	10,05%
Sipán gas E.I.R.L. - Chiclayo	44 400	5,74%
Total	773 300	100,00%

Fuente: GLP Chalpón Servicios Generales SAC.

A través del análisis del registro de atención y demanda, se calculó el nivel de servicio durante el período comprendido entre 2019 y 2022, como se presenta en la Tabla 2. En el proceso productivo, se ha observado un nivel de servicio bajo debido a la demanda no atendida. En 2019, se registró un nivel de servicio del 77,89%, experimentando una disminución del 21,88% en 2020, seguida de una reducción del 8,19% en 2021 y un declive del 0,87% en 2022, alcanzando un nivel de servicio de 55,38%. Este último valor es un 12,85% menor que el promedio de los últimos 4 años (62,50%), lo que indica una deficiencia en el servicio.

Tabla 2: Nivel de servicio desde el 2019 hasta el 2022.

Año	Servicios solicitados	Servicios atendidos	Servicios no atendidos	Nivel de servicio	Reducción respecto al año anterior
2019	82 408	64 187	18 221	77,89%	
2020	134 100	81 601	52 499	60,85%	21,88%
2021	146 252	81 704	64 548	55,87%	8,19%
2022	156 376	86 598	69 777	55,38%	0,87%
Promedio	519 136	314 090	205 045	62,50%	

Fuente: GLP Chalpón Servicios Generales SAC.

También es importante destacar que, al realizar un análisis mensual del nivel de servicio, se evidencia una tendencia decreciente en la cantidad de servicios atendidos en comparación con los servicios solicitados. Esta disminución comienza a ser notable a partir del mes de agosto en los años 2019 y 2020. Sin embargo, en el año 2021, esta tendencia negativa se observa a partir del mes de junio, y en el 2022, a partir del mes de julio. Estos últimos meses son precisamente cuando se registra un mayor número de solicitudes de servicios (Anexo 4).

No obstante, como se evidencia en la Tabla 3, la empresa ha registrado un total de 205 405 servicios no atendidos desde 2019 hasta 2022, lo que representa el 37,29% de los servicios solicitados. En 2019, este porcentaje fue del 22,11%, con un total de 18 221 servicios no atendidos. Esta cifra aumentó significativamente en un 77,06% en 2020 y un 12,73% en 2021 con respecto al año anterior. Además, en 2022 se observa un incremento menos significativo del 1,10%. Sin embargo, el porcentaje de servicios no atendidos en 2022 es del 44,62%, con un total de 69 777 servicios no atendidos, superando el promedio de los últimos cuatro años que fue del 37,50% (Anexo 5). En resumen, el cumplimiento en la atención de servicios se limita al 62,50%.

$$\% \text{ servicios no atendidos} = \frac{N^{\circ} \text{ de servicios no atendidos}}{N^{\circ} \text{ de servicios solicitados}}$$

$$\% \text{ servicios no atendidos} = \frac{51\,261}{129\,784} = 37,50\%$$

Tabla 3: Porcentaje de servicios no atendidos desde el 2019 hasta el 2022.

Año	% de servicios no atendidos	Incremento respecto al año anterior
2019	22,11%	
2020	39,15%	77,06%
2021	44,13%	12,73%
2022	44,62%	1,10%
Promedio	37,50%	

Fuente: GLP Chalpón Servicios Generales SAC.

Por otro lado, como se muestra en la Tabla 4, la empresa ha registrado un total de 23 329 servicios entregados fuera de tiempo desde 2019 hasta 2022, lo que representa el 7,28% de los servicios atendidos. En 2019, este porcentaje fue del 5,01%, con un total de 3 217 servicios entregados fuera de tiempo. Este valor aumentó significativamente en un 34,19% en 2020 y un 29,03% en 2021 en comparación con el año anterior.

Además, en 2022 se observa un incremento menos significativo del 0,26%. Sin embargo, el porcentaje de servicios entregados fuera de tiempo en 2022 es del 8,70%, con un total de 7 534 servicios entregados a destiempo. Esto supera el promedio de los últimos cuatro años que fue del 7,28% (Anexo 6).

Estas deficiencias se deben a la falta de estandarización del proceso productivo, la ausencia de un tiempo estándar para las actividades, la falta de capacitación del personal y la acumulación de servicios. Como resultado, el cumplimiento del servicio es solo del 92,72%, lo cual está por debajo del estándar establecido por la empresa, que es igual o superior al 95%.

Tabla 4: Porcentaje de servicios entregados a destiempo desde el 2019 hasta el 2022

Año	Servicios atendidos	Servicios entregados a destiempo	% de servicios entregados a destiempo	Incremento respecto al año anterior
2019	64 187	3 217	5,01%	
2020	81 601	5 488	6,73%	34,19%
2021	81 704	7 090	8,68%	29,03%
2022	86 598	7 534	8,70%	0,26%
Total	314 090	23 329	7,28%	

Fuente: GLP Chalpón Servicios Generales SAC.

$$\% \text{servicios entregados a destiempo} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de servicios entregados a destiempo}}{\text{N}^\circ \text{ de servicios atendidos}}$$

$$\% \text{ servicios ED} = \frac{5\ 832}{78\ 523} = 7,28\%$$

1.1. Conocimiento del personal respecto al proceso productivo

Se realizó un análisis de la información general de los trabajadores, que incluyó su puesto de trabajo, nivel de estudios y experiencia (Anexo 7). Posteriormente, se aplicó un cuestionario a los colaboradores del área de producción de la empresa GLP Chalpón Servicios Generales SAC (Anexo 8). Los resultados revelaron que los colaboradores tienen un nivel de conocimiento deficiente del proceso productivo, que alcanza el 68.08% (Anexo 9).

En la Tabla 5, se evidencia un análisis del conocimiento de los trabajadores, resaltando que el área de producción no está zonificada, los trabajadores no reciben capacitación relacionada con sus funciones, el procedimiento de trabajo no está estandarizado y no se realizan estudios de tiempo para determinar un estándar. Además, el orden en el área de producción es infrecuente, la distribución no es adecuada, solo ocasionalmente se logra un balance en la línea de trabajo con trabajadores polivalentes, y la acumulación de servicios es un problema constante, lo que lleva a la presencia de defectos en el proceso.

Tabla 5: Nivel de conocimiento del proceso productivo

Criterios del proceso productivo	Valor	Clasificación	Referencia
Orden	67%	Casi nunca	(Anexo 14)
Zonificación	67%	Nunca	(Anexo 15)
Adecuada distribución	83%	Casi nunca	(Anexo 16)
Control de calidad	50%	Casi nunca	(Anexo 17)
Capacitación	100%	Nunca	(Anexo 18)
Registros de control	67%	Casi nunca	(Anexo 19)
No son trabajadores polivalentes	50%	Algunas veces	(Anexo 20)
Estandarización del procedimiento del trabajo	50%	Nunca	(Anexo 21)
Acumulación de servicios	67%	Casi siempre	(Anexo 22)
Estudio de tiempos	83%	Nunca	(Anexo 23)
Servicios defectuosos	83%	Casi siempre	(Anexo 24)
Balance de la línea de producción	50%	Algunas veces	(Anexo 25)
Promedio del nivel de conocimiento	68,08%		

Fuente: GLP Chalpón Servicios Generales SAC.

Mediante el diagrama de Pareto (Anexo 29), se identificaron las causas más importantes que contribuyen al bajo nivel de servicio, representando el 80% de estas causas. Estas incluyen altos tiempos improductivos (19,1%), la falta de estandarización en el proceso productivo (15,2%), la inexistencia de un tiempo estándar para las actividades y una distribución ineficiente de la planta (10,1%), el desconocimiento del personal (9,6%), la acumulación de servicios (8,4%), y la falta de capacitación del personal (7,3%).

1.2. Indicadores actuales del proceso productivo

Se empleó el DAP (Anexo 30) para identificar los indicadores del proceso productivo, obteniendo 28,24% de tiempos improductivos y 71,76% de tiempos productivos. La capacidad de producción es de 338,82 balones con una utilización del 81,92% y una producción diaria de 277,56 balones de gas. Esto se refleja en la tabla 7, que muestra una capacidad ociosa de 61,26 balones de gas por día.

Tabla 6: Indicadores actuales del área de producción.

Indicador	Fórmula	Desarrollo	Valor
% de tiempos improductivos	$\frac{\text{Tiempo NVA}}{\text{Tiempo ciclo}}$	$\frac{72 \text{ segundos}}{255 \text{ segundos}}$	28,24%
% de tiempos productivos	$\frac{\text{Tiempo VA}}{\text{Tiempo ciclo}}$	$\frac{183 \text{ segundos}}{255 \text{ segundos}}$	71,76%
Capacidad	$\frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Cuello de botella}}$	$\frac{28\,800 \text{ segundos}}{85 \text{ segundos}}$	338,82 balones/día
Producción	$\frac{\text{Unidades vendidas}}{\text{Tiempo disponible}}$	$\frac{86\,598 \text{ balones/año}}{52 \frac{\text{semanas}}{\text{año}} * 6 \frac{\text{días}}{\text{semana}}}$	277,56 balones/día
Utilización	$\frac{\text{Producción}}{\text{Capacidad}}$	$\frac{277,56 \text{ balones/día}}{338,82 \text{ balones/día}}$	81,92%
Capacidad ociosa	$\text{Capacidad de diseño} - \text{capacidad real}$	338,82 – 277,56	61,26 balones/día

Fuente: GLP Chalpón Servicios Generales SAC.

1.3. Pérdidas económicas

Los servicios no atendidos generaron una ganancia perdida, como se muestra en la tabla 8. Esta pérdida económica se calcula multiplicando la cantidad no atendida por el precio de venta y luego reduciéndola en un 30% debido al impuesto a la renta. En 2019, esta pérdida fue de S/63 773,50, aumentando a S/244 219,50 en 2022. En los últimos cuatro años, el costo de oportunidad asciende a S/717 657,50 (Anexo 31).

Por otro lado, la pérdida económica debido a servicios entregados con demoras. Esta pérdida se calcula aplicando una penalidad del 5% sobre el volumen de ventas y luego reduciéndola en un 30% debido al impuesto a la renta. En 2019, esta pérdida fue de S/11 259,50, aumentando a S/26 369,00 en 2022. En los últimos cuatro años, el costo de oportunidad asciende a S/81 651,50 (Anexo 32).

En resumen, la tabla 7 muestra los costos asociados a las deficiencias en el proceso productivo de GLP Chalpón Servicios Generales SAC. En 2019, estos costos ascendieron a

S/75 033,00, representando el 33,40% de los ingresos totales. Esta cifra aumentó a S/202 954,50 (71,06%) en 2020, demostrando un crecimiento constante. En 2022, los costos perdidos alcanzaron S/270 588,50; lo que representa el 89,28% de los ingresos totales en ese mismo año.

$$\% \text{ costos perdidos} = \frac{\text{Costo perdido}}{\text{Ventas totales (1 - 30\%)}} * 100$$

$$\% \text{ costos perdidos} = \frac{\text{S/ 270 588,50}}{\text{S/432 990 (70\%)}} * 100$$

$$\% \text{ costos perdidos} = 89,28\%$$

Tabla 7: Costos por la deficiencia del proceso productivo de la empresa desde el 2019 hasta el 2022

Causas	2019	2020	2021	2022
Servicios no atendidos	S/ 63 773,50	S/ 183 746,50	S/ 225 918,00	S/ 244 219,50
Servicios entregados a destiempo	S/ 11 259,50	S/ 19 208,00	S/ 24 815,00	S/ 26 369,00
Total, costos perdidos	S/ 75 033,00	S/ 202 954,50	S/ 250 733,00	S/ 270 588,50
Ventas totales	S/320 935,00	S/408 005,00	S/408 520,00	S/432 990,00
% costos perdidos	33,40%	71,06%	87,68%	89,28%

Fuente: GLP Chalpón Servicios Generales SAC.

2. Diseño de la propuesta de redistribución del proceso productivo

Para estratificar las soluciones, se consideraron las causas principales que generan el bajo nivel de servicio. Las herramientas de solución seleccionadas son Estandarización, Manufactura Celular y Shojinka (Anexo 33).

2.1. Propuesta de Estandarización

Para proponer la estandarización del proceso productivo de GLP Chalpón Servicios Generales SAC, se llevó a cabo un análisis del tiempo de recorrido del balón. Este análisis se basó en 26 muestras registradas (Anexo 34) y se determinó el número adecuado de muestras mediante cálculos estadísticos (Anexo 35). A partir de esto, se obtuvo el tiempo promedio de cada actividad del proceso (Anexo 36). Con esta información, se calculó el tiempo estándar del proceso actual, que es de 255 segundos por balón (Anexo 37) utilizando el método de Westinghouse (Anexo 38). Este enfoque busca reducir los tiempos improductivos del 28,24% y aprovechar al máximo los tiempos productivos del 71,76% (Anexo 30).

El diseño de la estandarización del proceso de mantenimiento de balones de gas comenzó con la caracterización del proceso. En esta fase, se analizaron aspectos como el proceso en sí, el objetivo, el área correspondiente, el responsable designado, el código asociado y el líder encargado. Además, se identificaron las variables de control y se estableció un seguimiento del proceso, incluyendo la tipificación del proveedor, la entrada, la salida y el cliente relacionados. Todo esto se realizó para definir el alcance del proceso, que abarca la preparación, el granallado, la inspección de granallado, el pintado, la inspección de pintado y el secado (Anexo 39).

En segundo lugar, se elaboró un manual estandarizado para los subprocesos del mantenimiento de balones de gas. Este manual sigue una estructura que incluye una breve introducción de la empresa, los objetivos del manual, su alcance a nivel empresarial, definición de términos básicos, los responsables de su ejecución, documentos relacionados, descripción del proceso y un flujograma (Anexo 40).

Después de la propuesta, se llevó a cabo una estimación de prueba piloto mediante un estudio final del tiempo de proceso de GLP Chalpón Servicios Generales SAC. Se identificó el tiempo de recorrido mejorado del balón utilizando un registro de toma de tiempo con 26 muestras (Anexo 41) y se determinó el número adecuado de muestras mediante un cálculo estadístico (Anexo 42). A partir de esto, se obtuvo el tiempo promedio de cada actividad del proceso mejorado (Anexo 43).

Con esta información, se calculó el tiempo estándar del proceso mejorado, que es de 199,50 segundos por balón (Anexo 44), utilizando el método de Westinghouse (Anexo 38). Esto resultó en una reducción de los tiempos improductivos al 6,27% y un aumento de los tiempos productivos al 93,73% (Anexo 45). Esta mejora se justifica mediante la adquisición de las 2 fajas transportadoras y la cabina de pintado, que permiten una optimización de los tiempos.

2.2. Propuesta de Manufactura Celular

La segunda herramienta, la manufactura celular, se utilizó para abordar la distribución inadecuada del área de producción y reducir la acumulación de servicios. En la tabla 08, se presentan los indicadores actuales relacionados con la metodología de manufactura celular. El takt time es de 63,09 segundos por balón, lo que es inferior al cuello de botella de la actividad de granallado que es de 85 segundos por balón. El lead time necesario para satisfacer la demanda diaria es de 10,83 horas, superando el tiempo disponible en un día, y la capacidad de producción es menor que la demanda diaria de 456 balones de gas. Esto se refleja en el diagrama de recorrido actual del proceso productivo (Anexo 46).

Tabla 8: Indicadores actuales de manufactura celular.

Indicador	Fórmula	Desarrollo	Valor
Takt time	$\frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Demanda}}$	$8 \frac{h}{\text{día}} * 3600 \frac{seg}{h}$ $456 \frac{\text{balones}}{\text{día}}$	63,09 seg/balón
Lead time	$T. \text{unidad}1$ $+ T. \text{operación lenta}(\text{Lote} - 1)$	$255 \text{ seg} + 85 \text{ seg}(456 - 1)$	10,83 horas
Capacidad de la célula	$\frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Cuello de botella}}$	$\frac{28\ 800 \text{ segundos}}{85 \text{ segundos}}$	338,82 balones/día

Fuente: GLP Chalpón Servicios Generales SAC.

Luego, se llevó a cabo el balance de la línea de producción, considerando que el tiempo de cada operación fuera inferior al takt time actual (Anexo 47). Como resultado, se logró combinar la operación de preparación y carga de granallado con un trabajador, la operación de granallado y descarga de granallado con 2 trabajadores, la operación de inspección de granallado y pintado con 1 trabajador, y la operación de inspección de pintado y secado con 1 trabajador, que será el mismo que el primero.

Con el balance de la línea, se realizó un diagrama de recorrido para el proceso productivo mejorado (Anexo 48). Además, en la tabla 9 se presentan los indicadores mejorados relacionados con la metodología de manufactura celular. Ahora, el cuello de botella es de 55,5 segundos por balón, lo que está por debajo del takt time. El lead time necesario para satisfacer la demanda diaria es de 7,08 horas, lo que es menor que el tiempo disponible en un día, y la capacidad de producción es mayor que la demanda diaria de 456 balones de gas.

Tabla 9: Indicadores mejorados de manufactura celular.

Indicador	Fórmula	Desarrollo	Valor
Takt time	$\frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Demanda}}$	$8 \frac{h}{\text{día}} * 3600 \frac{seg}{h}$ $456 \frac{\text{balones}}{\text{día}}$	63,09 seg/balón
Lead time	$T. \text{unidad}1$ $+ T. \text{operación lenta}(\text{Lote} - 1)$	$199,5 \text{ seg} + 55,5 \text{ seg}(456 - 1)$	7,08 horas
Capacidad de la célula	$\frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Cuello de botella}}$	$\frac{28\ 800 \text{ segundos}}{55,5 \text{ segundos}}$	518,92 balones/día

Fuente: GLP Chalpón Servicios Generales SAC.

2.3. Propuesta de Shojinka

La tercera herramienta, Shojinka, se utilizó para abordar la falta de capacitación y la carencia de trabajadores polivalentes. Inicialmente, se aplicó un cuestionario a los trabajadores (Anexo 49) para evaluar su nivel de formación en relación a las actividades del proceso productivo.

Con esta información, se registró el nivel de polivalencia actual (Anexo 50), que mostró una tasa de polivalencia del 40,63%, un porcentaje de trabajadores polivalentes del 75%, y un porcentaje de procesos dominados del 50%.

Se implementó un programa de capacitación de dos semanas para los trabajadores, que se llevará a cabo trimestralmente, con 10 módulos relacionados con las metodologías aplicadas y las técnicas para realizar el proceso productivo de manera eficiente (Anexo 51). Además, se diseñó el Manual de Organización y Funciones (MOF) para cada puesto de trabajo en el área de producción (Anexo 52).

Posteriormente, se realizó una prueba piloto y se registró una mejora en el nivel de polivalencia (Anexo 53), donde la tasa de polivalencia aumentó al 50%, el porcentaje de trabajadores polivalentes llegó al 100%, y el porcentaje de procesos dominados alcanzó el 75%.

2.4. Verificación de los indicadores de producción

Con la capacidad de la célula aumentada a 518,92 balones diarios, se calculó la producción diaria considerando la utilización actual del 81,92%, lo que resulta en una producción diaria de 425 balones de gas. Esto equivale a una producción anual de 132 600 balones de gas. Como resultado, el nivel de servicio mejorado de la empresa GLP Chalpón Servicios Generales SAC sería del 84,79%, lo que representa un aumento del 53,12%.

$$\text{Nivel de servicio} = \frac{N^{\circ} \text{ servicios atendidos}}{N^{\circ} \text{ servicio solicitados}} * 100$$

$$\text{Nivel de servicio} = \frac{132\ 600}{156\ 375} * 100 = 84,79\%$$

Asimismo, en la tabla 10 se observa un aumento significativo en el porcentaje de tiempo improductivo, capacidad de la célula, tasa de polivalencia, porcentaje de trabajadores polivalentes y porcentaje de procesos dominados. También se nota una reducción en el tiempo ciclo, el cuello de botella, el porcentaje de tiempos improductivos y el lead time.

Tabla 10: Indicadores mejorados de manufactura celular.

Indicador	Actual	Mejorado	Incremento/Reducción
Tiempo ciclo (seg/balón)	255	199,50	↓ 21,8%
Cuello de botella (seg/balón)	85	55,50	↓ 34,7%
% Tiempos improductivos	28,24%	6,27%	↓ 77,8%
% Tiempos productivos	71,76%	93,73%	↑ 30,6%
Takt time (seg/balón)	63,09	63,09	0,0%
Lead time (horas)	10,83	7,08	↓ 34,6%
Capacidad de la célula (balones/día)	338,82	518,92	↑ 53,2%
Tasa de polivalencia	40,63%	50%	↑ 23,1%

% Trabajadores polivalentes	75%	100%	↑ 33,3%
% Procesos dominados	50%	75%	↑ 50,0%
Producción diaria (balones/día)	277,56	425	↑ 53,12%
Nivel de servicio	55,38%	84,79%	↑ 31,41%

Fuente: GLP Chalpón Servicios Generales SAC.

3. *Análisis económico de la propuesta*

3.1. *Inversión de la propuesta*

La inversión de la propuesta de redistribución estuvo dada por tres metodologías Estandarización, Manufactura celular y Shojinka donde se detallaron la inversión tangible e intangible ascendiendo a un valor de S/75 492,41 (Anexo 54).

Tabla 11: Inversión de la propuesta de redistribución

Inversión	Total
Propuesta de Estandarización	S/22 285,60
Propuesta de Manufactura Celular	S/52 515,81
Propuesta de Shojinka	S/691,00
Total	S/75 492,41

Fuente: Elaboración propia.

3.2. *Costos anuales de la propuesta*

Asimismo, se detallaron los costos anuales que conllevan a las auditorías, capacitaciones, un asistente de producción, elementos de señalización, útiles de limpieza y capacitaciones ascendiendo a un valor de S/22 171,20 (Anexo 55).

Tabla 12: Costos anuales de la propuesta de redistribución

Costos	Total
Estandarización	S/19 440,00
Manufactura Celular	S/2 731,20
Total	S/22 171,20

Fuente: Elaboración propia.

3.3. *Gastos administrativos de venta*

Por otro lado, los gastos administrativos estuvieron dados por útiles de oficina, tales como: papel bond, lápices, archivadores y tinta de impresión ascendiendo a un valor de S/1 377,60 (Anexo 56).

3.4. *Depreciación*

Además, se efectuó la depreciación de todos los activos tangibles indicados en la inversión en base al máximo porcentaje anual de depreciación emitido por SUNAT en el informe N°196 -2006 [37] ascendiendo a un valor de S/4 644,25 (Anexo 57).

3.5. Beneficios de la propuesta

El beneficio de la redistribución del proceso productivo estuvo dado por la disminución del 41,72% de los servicios no atendidos y el 27,78% de los servicios entregados a destiempo en base a la estimación de Tuestas *et al.* [5] ascendiendo a un valor de S/109 213,68 (Anexo 58).

Tabla 13: Beneficios de la propuesta de redistribución

Beneficios	Total
Reducción de servicios no atendidos	S/101 888,38
Reducción de servicios entregados a destiempo	S/7 325,31
Total	S/109 213,68

Fuente: Elaboración propia.

3.6. Estado de resultados

En la tabla 14, se aprecia el estado de resultados de la propuesta realizada, donde se evidencia una utilidad después de impuestos positiva de S/57 119,55.

Tabla 14: Estado de resultados

Año	0	1	2	3
Ingresos	S/109 213,68	S/109 213,68	S/109 213,68	S/109 213,68
Costos operativos	S/22 171,20	S/22 171,20	S/22 171,20	S/22 171,20
Depreciación	S/4 644,25	S/4 644,25	S/4 644,25	S/4 644,25
GAV	S/1 377,60	S/1 377,60	S/1 377,60	S/1 377,60
Utilidad antes de impuestos	S/81 020,63	S/81 020,63	S/81 020,63	S/81 020,63
Impuestos (29.5%)	S/23 901,09	S/23 901,09	S/23 901,09	S/23 901,09
Utilidad después de impuestos	S/57 119,55	S/57 119,55	S/57 119,55	S/57 119,55

Fuente: Elaboración propia.

3.7. Evaluación económica de la propuesta

Como resultado, se realizó el flujo de caja compuesto por los ingresos, costos operativos, depreciación, gastos administrativos de venta, debido a que la utilidad es mayor a 15 UIT se aplicó el impuesto a la renta del 29,5% emitido por SUNAT [38] e inversión donde se logró un VAN y TIR positivo de S/46 745,77 y 62,88%, un costo beneficio de 1,28, lo que significa que por cada S/1,00 invertido se gana S/0,28 demostrando así la viabilidad económica de la propuesta de redistribución del proceso productivo en GLP Chalpón Servicios Generales SAC (Anexo 59).

4. Discusión.

La empresa presenta una demanda insatisfecha del 39,50% y un nivel del servicio del 55,38%; lo que es similar a lo indicado por Tuestas *et al.* [5] en su artículo científico determinó

un nivel de servicio actual del 64,25% el cual es mayor pero muy similar, de igual manera Huamán et al. [6] en su artículo científico obtuvo un nivel de servicio inicial del 64% siendo similar e influyendo en una demanda no atendida del 36%; estas investigaciones presentaron similitud en relación a las causas del problema siendo las más relevantes los largos periodos de inactividad debido a la acumulación de servicios. Por otro lado, Aderhold et al. [11] en su artículo científico presentó un nivel de servicio del 59% siendo este último inferior debido al exceso de productos defectuosos. El bajo nivel de servicio de la empresa repercute en un total del 7,43% de servicios entregados a destiempo; sin embargo, Tuestas et al. [5] en su artículo científico presentó el 28% de los servicios entregados fuera del lead time el cual es superior a lo identificado debido a los reprocesos realizados, de igual manera, Rahima y Aravind [14] en su investigación el 21,1% de los pedidos entregados a destiempo, por otro lado Kishimoto et al. [9] en su artículo científico determinó que el 64,61% de los pedidos eran entregados a destiempo debido a que el lead time era mayor al takt time. La causa más relevante que genera el incumplimiento de los servicios a tiempo y por ende un bajo nivel de servicio en la empresa es el exceso de los tiempos improductivos del 28,24%; de acuerdo con Rahima y Aravind [14] en su investigación el 33% de los tiempos son improductivos, Tuestas et al. [5] en su artículo científico presentó un exceso de tiempos improductivos representando el 18%. Esto evidencia que el nivel de servicio en una empresa depende de la satisfacción del cliente en relación a la entrega de los productos o servicios a tiempo, permitiendo acaparar un mayor mercado y esto comprende en la reducción de los tiempos improductivos mediante mejoras en el proceso productivo.

La propuesta de redistribución mediante las herramientas de Lean Manufacturing se estima un incremento del nivel del servicio del 53,12%; algo muy similar con Flores-Meza *et al.* [7] en su artículo científico percibió un incremento del 54%, de igual manera Henríquez *et al.* [8] estimó un incremento del 57%, sin embargo, Tuestas *et al.* [5] en su investigación logró solo un incremento del 41,72% debido a que aplicó 1 herramienta similar. Asimismo, con la Estandarización, Manufactura Celular y Shojinka se logró una reducción del tiempo de entrega o lead time del 34,6% algo muy similar a Rahima y Aravind [14] con una disminución del 32,94% y Tuestas *et al.* [5] con el 30%, por el contrario, Huamán *et al.* [6] y Kishimoto *et al.* [9] tuvieron una reducción irrelevante del 15% y 15,86% respectivamente debido a que aplicaron 2 herramientas de las mencionadas. Además, en relación a los tiempos improductivos se alcanzó una reducción del 77,8% algo muy similar con Flores-Meza *et al.* [7] quien logró una reducción del 100% debido a que empleó una herramienta de diagnóstico VSM. Al mismo

tiempo, se obtuvo un incremento de la tasa de polivalencia de los trabajadores del 33,3%, caso muy similar con Huamán *et al.* [6] quien incrementó su tasa de polivalencia en un 28%. Esto evidencia que es muy importante la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing en las industrias donde el éxito de obtener un incremento significativo depende de la cantidad de herramientas en conjuntos a aplicar utilizando metodologías de diagnóstico, ejecución y control.

El análisis económico de la propuesta de redistribución tuvo una inversión de S/75 492,41 logrando un beneficio de S/109 213,68 por la disminución de los servicios atendidos y entregados a destiempo, alcanzando un VAN de S/46 745,77, un TIR de 62,88% y un costo beneficio de 1,28 de forma similar Flores-Meza *et al.* [7] en su investigación alcanzó un B/C de 1,13 con un TIR de 39% y un VAN de S/18 694,13 siendo muy cercano en relación al beneficio. Asimismo, Huamán *et al.* [6] y Henríquez *et al.* [8] en sus artículos alcanzaron un costo beneficio ligeramente superior de 1,42 y 1,45 respectivamente. Por otro lado, Kishimoto *et al.* [9] en su artículo logró un costo beneficio superior de 1,87 siendo muy similar a la investigación de Tuestas *et al.* [5] quién obtuvo un B-C de 1,96 con un TIR del 66% y un VAN de S/24 118,52. Los estudios indicados demostraron que mejorar el proceso de manufactura a través de Lean Manufacturing es económicamente viable, difiriendo en el valor obtenido del costo beneficio el cual está ligado con la cantidad de herramientas a utilizar, el sector de la empresa y el grado de complejidad; afirmando que a mayor número de herramientas empleadas, mayor es el beneficio a lograr.

Conclusiones

Se concluye que, la propuesta de redistribución del proceso productivo en GLP Chalpón Servicios Generales SAC incrementó el nivel de servicio en un 31,41% pasando de 55,38% a 84,79%. Esto se traducirá en una reducción del 40,36% de las pérdidas económicas pasando de S/270 558,50 a S/161 374,82.

El diagnóstico del proceso productivo reveló un déficit de conocimiento del 68,08% entre los trabajadores, lo que originó largos tiempos improductivos. La capacidad de producción se utilizó en un 81,92%, los servicios no atendidos alcanzaron el 37,50%, mientras que el 7,28% de los servicios se entregaron con retraso. Estos factores contribuyeron a una pérdida económica que representó el 89,28% de los ingresos totales.

La propuesta de redistribución se realizó a través de la estandarización del proceso de mantenimiento de balones de gas. Esto incluyó la caracterización del proceso, la creación de un manual estandarizado, un balance de la línea de producción, mejoras en el diagrama de recorrido del proceso, capacitación y un aumento de la polivalencia de los trabajadores. Los resultados fueron notables, con una disminución del lead time en un 34,6%, una reducción del tiempo ciclo en un 21,8% y una drástica disminución de los tiempos improductivos en un 77,8%. Esta optimización permitió incrementar la capacidad de la célula en un 53,2% y la tasa de polivalencia de los trabajadores en un 23,1%.

Por último, es importante destacar que la redistribución del proceso productivo es económicamente viable. Esto se evidencia a través de un VAN positivo de S/46 745,77 y un TIR del 62,88%, que supera el COK. El costo beneficio resulta en 1,28 significando que por cada S/1,00 invertido se obtiene una ganancia de S/0,28.

Recomendaciones

Se sugiere implementación de la metodología SMED para disminuir los tiempos de cambios e incrementar la producción en la empresa GLP Chalpón Servicios Generales SAC.

Se propone llevar a cabo la aplicación de la herramienta Kanban con el objetivo de optimizar el flujo de trabajo y disminuir los tiempos improductivos en el área de producción.

Con el objetivo de lograr una mejora continua, se recomienda implementar la metodología Kaizen, que permitirá incrementar de manera constante la productividad en la empresa.

Por último, se sugiere la implementación de la metodología Six Sigma para reducir productos defectuosos y aumentar la rentabilidad en la empresa.

Referencias

- [1] A. Pulido, A. Ruiz y L. Ortiz, «Mejora de procesos de producción a través de la gestión de riesgos y herramientas estadísticas,» *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, vol. 28, n° 1, pp. 56-57, 2020.
- [2] N. García, «Mercado del gas en América Latina,» Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, Chile, 2021.
- [3] Osinergmin, «Boletín estadístico: Procesamiento, Producción y Transporte de Gas Natural,» División de Supervisión de Gas Natural, Lima, 2021.
- [4] J. Merino, «Buenas Prácticas sugeridas para Inspección y Mantenimiento en Plantas Envasadoras de GLP,» Osinergmin, Lima, 2021.
- [5] V. Tuestas, G. Viacava y C. Raymundo, «Modelo lean de servicio para incrementar la capacidad de atención de un taller automotriz,» *17th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology*, vol. 151, n° 1, pp. 1-6, 2019.
- [6] J. Huamán, J. Llontop, C. Raymundo y F. Domínguez, «Modelo de gestión de la producción basado en Lean Manufacturing enfocado en el factor humano para mejorar la productividad de las pequeñas empresas del sector metalmecánico,» *Ingeniería y diseño de sistemas humanos II.*, vol. 1026, n° 1, pp. 847-853, 2020.
- [7] S. Flores-Meza, J. Limaymanta-Perales, J. Eyzaguirre-Munarriz, C. Raymundo-Ibañez y M. Perez, «Modelo Lean Manufacturing para la gestión de la producción para aumentar la productividad de las PYMES en el sector de la manufactura no primaria,» *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 796, n° 1, pp. 1-8, 2020.
- [8] F. Henríquez, V. Luque, I. Macassi, J. Álvarez y C. Raymundo, «Optimización de procesos usando manufactura esbelta para reducir el tiempo de inactividad: Estudio de caso de una PYME de manufactura en Perú,» *Proceedings of the 2019 5th International Conference on Industrial and Business Engineering*, vol. 1, n° 1, pp. 261-265, 2019.
- [9] K. Kishimoto, G. Medina, F. Sotelo y C. Raymundo, «Aplicación de técnicas de manufactura esbelta para incrementar las entregas a tiempo: Estudio de caso de una empresa metalmecánica con un ambiente de fabricación a pedido en Perú,» *Interacción humana y tecnologías emergentes.*, vol. 1018, n° 1, pp. 952-958, 2019.
- [10] G. Laura-Ulloa, G. Chinchay-Morales y J. Quiroz-Flores, «Lean model applied to increase the order fulfillment in SMEs in the footwear industry,» *The 3rd International*

- Conference on Industrial Engineering and Industrial Management*, vol. 1, nº 1, pp. 141-146, 2022.
- [11] D. Aderhold, G. Viacava, J. Calderon y V. Barzola, «Production model to increase productivity and delivery compliance textile sector by applying value stream mapping, 5S and flexible production systems,» *Human Interaction, Emerging Technologies and Future Applications III*, vol. 1253, nº 1, pp. 599-605, 2020.
- [12] M. Abieto, J. Vásques, E. Altamirando, J. Álvarez y E. Marcelo, «Lean Manufacturing tools applied to the metalworking industry in Perú,» *Congreso Internacional de Innovación y Tendencias en Ingeniería (CONIITI)*, vol. 1, nº 1, pp. 1-5, 2020.
- [13] P. Rangel, K. Flores, R. Guardia, C. Raymundo y M. Perez, «Production management model through MPS and line balancing to reduce the non-fulfillment of orders in lingerie clothing MSEs,» *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 796, nº 1, pp. 1-9, 2020.
- [14] S. Rahima y K. Aravind, «Application of lean manufacturing using value stream mapping (VSM) in precast component manufacturing: A case study,» *Materialstoday: Proceedings*, vol. 65, nº 2, pp. 1105-1111, 2022.
- [15] Dopacio et al., *Práctica de organización, producción y operaciones*, Madrid: Pearson Educación, S.A., 2018.
- [16] L. Socconini, *Lean Manufacturing. Paso a paso*, Valencia: Marge Books, 2019.
- [17] L. Cuatrecasas, *Diseño avanzado de procesos y plantas de producción flexible NE: Técnicas para la planificación y diseño de procesos mono y multiproducto con soporte informático*, España: Profit Editorial, 2021.
- [18] I. Lopes et al., «Diseño de una metodología para la estandarización de los sistemas de codificación y clasificación de productos en empresas cubanas, 2019,» *Cuadernos Latinoamericanos de Administración*, vol. 16, nº 28, pp. 1-22, 2019.
- [19] C. Pantoja, J. Orejuela y J. Bravo, «Metodología de distribución de plantas en ambientes de agrupación celular,» *Estudios Generales*, vol. 33, pp. 132-140, 2017.
- [20] P. Turan y W. Gerhard, *Lean and Creen Supply Chain Management: Optimization Models and Algorithms*, Suiza: Springer, 2018.
- [21] J. Silva, B. Macías, E. Tello y J. Delgado, «La relación entre la calidad en el servicio, satisfacción del cliente y lealtad del cliente: un estudio de caso de una empresa comercial en México,» *CienciaUAT*, vol. 15, nº 2, pp. 85-101, 2021.

- [22] A. Azuero, «Significatividad del marco metodológico en el desarrollo de proyectos de investigación,» *KOINONIA*, vol. 4, pp. 110-127, diciembre 2019.
- [23] H. Ñaupas et al., *Metodología de la investigación*, 5 ed., Bogotá: Ediciones de la U, 2018.
- [24] A. Hernández et al., *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA*, Manabí: Área de innovación y desarrollo S.L, 2018.
- [25] Y. Medina et al., «Propuesta de un cuestionario para el desarrollo de la auditoría de gestión del conocimiento,» *Universidad y Sociedad*, vol. 11, n° 4, pp. 61-71, 2019.
- [26] G. Basílio y G. Campos, «El uso del diagrama de Ishikawa para identificar las causas de contaminación en la línea de producción de matanza de ganado,» *La Técnica: Revista de las Agrociencias*, n° 26, pp. 13-21, 2021.
- [27] S. Silva, P. Araujo, P. Santos, L. Barreto y J. Carneiro, «Diagrama de Pareto: verificação da ferramenta de qualidade por patentes,» *Anais do XI Simpósio de Engenharia de Produção de Sergipe*, pp. 234-243, 2019.
- [28] F. Soler, V. Gisbert, A. Pérez y E. Perez, «Diagrama de Pareto y Lean Manufacturing,» *Cuadernos de Investigación Aplicada*, vol. 1, n° 1, pp. 19-32, 2020.
- [29] E. Benavídez, E. Segarra, E. Colina, L. Siguenza y R. Arcentales, «Levantamiento de procesos como base para la aplicación de sistemas de costeo basado en actividades en empresas de ensamblaje,» *Revista Economía y Política*, vol. 15, n° 30, pp. 1-19, 2019.
- [30] A. Burgos, «Aplicaciones de la industria 4.0 en la estandarización del proceso productivo de las mermeladas,» *Ingeniería, Investigación y Desarrollo*, vol. 21, n° 1, pp. 39-46, 2021.
- [31] L. Montero et al., «Estudio de tiempos con Crystal Ball y su relación con la productividad en condiciones de laboratorio,» *Revista Científica EPigmalión*, vol. 1, n° 1, pp. 75-89, 2019.
- [32] Corral-Ramírez et al., «Desarrollo de estaciones de trabajo en la implementación de celulas de manufactura.,» *Revista de la Invención Técnica*, vol. 1, n° 2, pp. 25-32, 2017.
- [33] Patil et al., «Application of value stream mapping to enhance productivity by reducing manufacturing lead time in a manufacturing company: A case study,» *Journal of Applied Research and Technology*, vol. 19, n° 1, pp. 11-22, 2021.
- [34] A. Rojas y V. Gisbert, «Lean Manufacturing: herramienta para mejorar la productividad en las empresas,» *3C Empresa: investigación y pensamiento crítico*, pp. 116-124, 2017.

- [35] B. Escudero, «Mejora del Lean Time y Productividad en el proceso armado de pizzas aplicando herramientas de Lean Manufacturing,» *Ingeniería Industrial*, n° 39, pp. 51-72, 2020.
- [36] A. Tresierra y L. Vega, «Mediana empresa en Perú: una revisión de las prácticas de presupuesto de capital,» *Estudios Gerenciales*, vol. 35, n° 150, pp. 59-69, 2019.
- [37] SUNAT, «Porcentaje anual máximo de depreciación - Informe N°196 -2006,» 10 Agosto 2006. [En línea]. Available: <https://www.sunat.gob.pe/legislacion/oficios/2006/oficios/i1962006.htm>.
- [38] SUNAT, «Impuesto a la Renta (IR),» 02 Julio 2023. [En línea]. Available: <https://www.gob.pe/664-impuesto-a-la-renta-ir>.
- [39] N. Terán, J. Gonzáles, R. Ramirez y G. Palomino, «Calidad de servicio en las organizaciones de Latinoamérica,» *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 5, n° 1, pp. 1184-1197, 2021.

Anexos

Anexo 1. Indicadores del objetivo 1

Ítem	Indicador	Fórmula
1	Nivel de servicio	$\frac{N^{\circ} \text{ Servicios atendidos}}{N^{\circ} \text{ Servicios solicitados}} * 100$
2	% Servicios no atendidos	$\frac{N^{\circ} \text{ de Servicios no atendidos}}{N^{\circ} \text{ Servicios solicitados}} * 100$
3	% Servicios entregados a destiempo	$\frac{N^{\circ} \text{ de servicios entregados a destiempo}}{N^{\circ} \text{ de servicios atendidos}} * 100$
4	Pérdida económica	$\sum (\# \text{Servicios no atendidos} + \# \text{Productos con demoras}) * \text{Costo de oportunidad}$

Fuente: [39].

Anexo 2. Indicadores del objetivo 2

Ítem	Indicador	Fórmula
1	Takt time	$\frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Demanda}}$
2	Lead time	$T. \text{unidad}1 + T. \text{operación lenta}(\text{Lote} - 1)$
3	Capacidad de la célula	$\frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Tiempo de ciclo actual}}$
4	Tasa de polivalencia	$\frac{\sum \text{Procesos que puede ejecutar}}{N^{\circ} \text{ de trabajadores} * N^{\circ} \text{ de procesos}}$
5	% trabajadores polivalentes	$\frac{N^{\circ} \text{ trabajadores cualificados} + 1 \text{proc.}}{\text{Total de trabajadores de la sección}}$
6	% procesos dominados	$\frac{N^{\circ} \text{ de procesos} + 1 \text{trabj. cualificado}}{\text{Total de procesos en la sección}}$

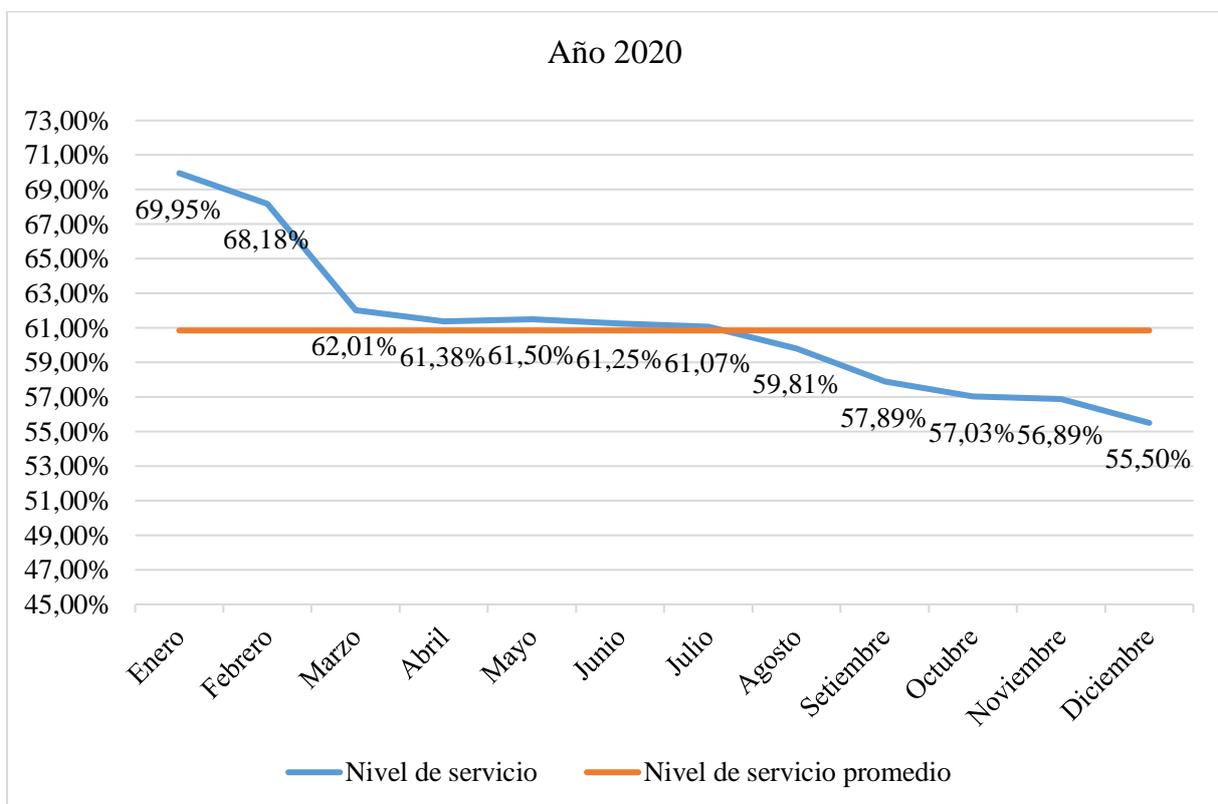
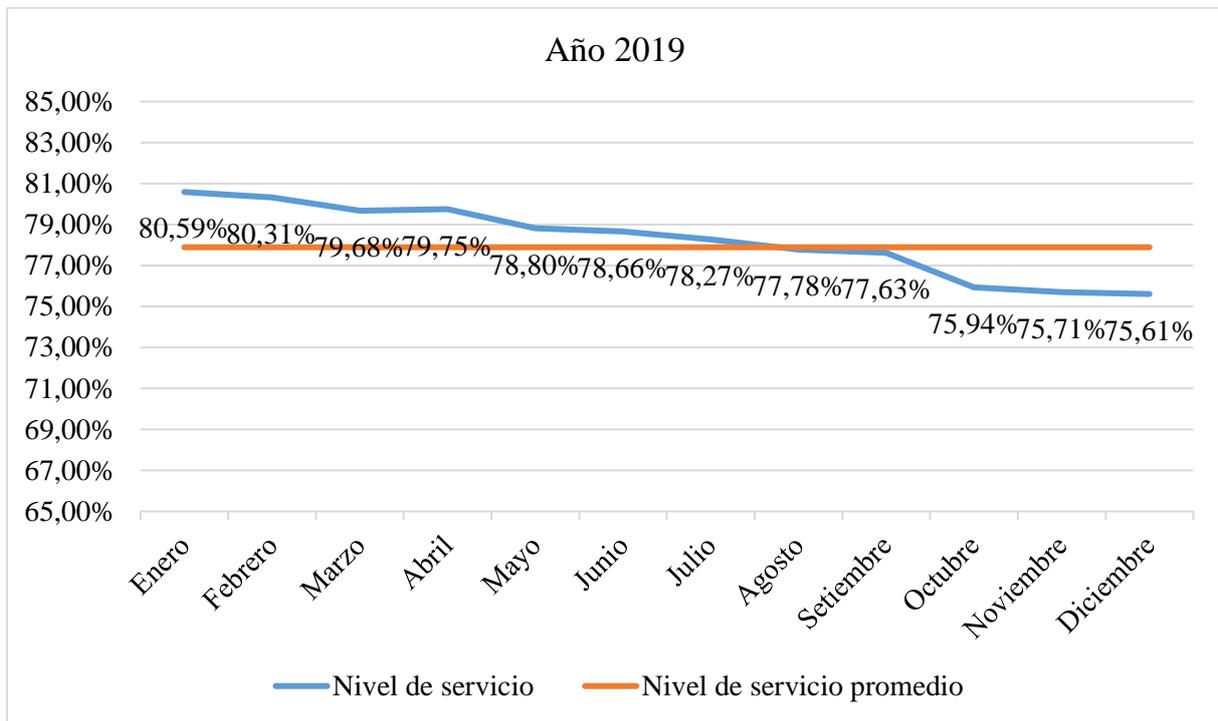
Fuente: [35].

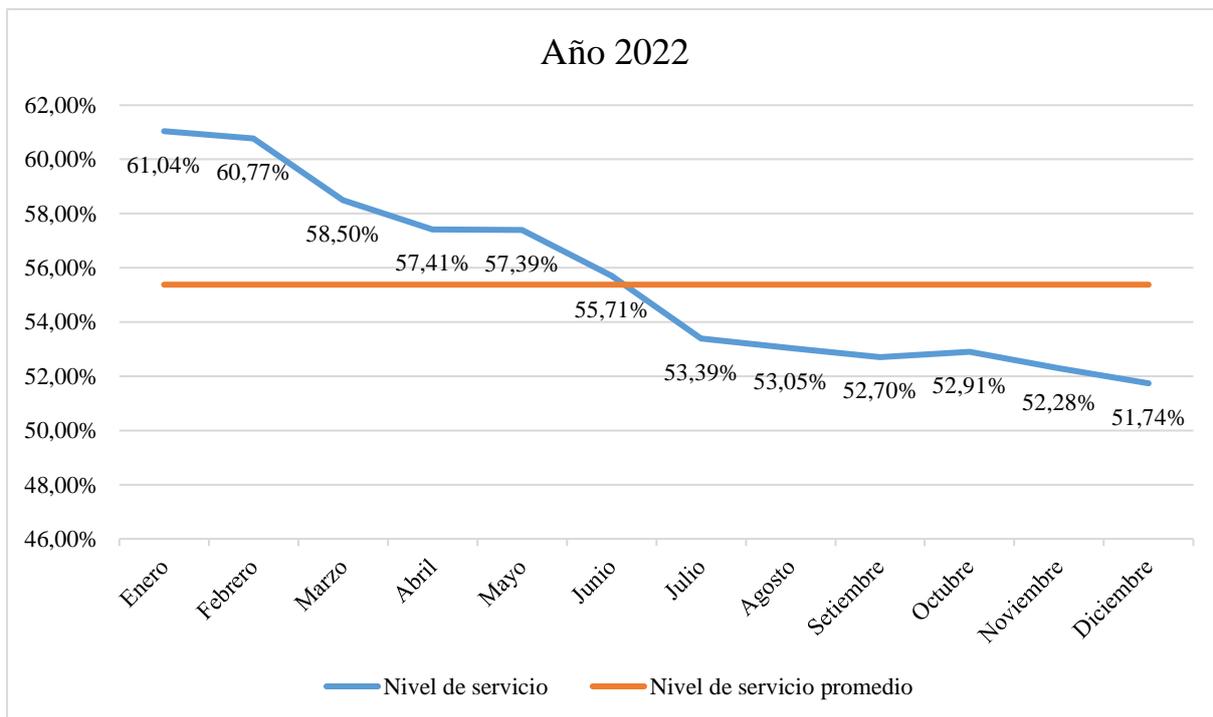
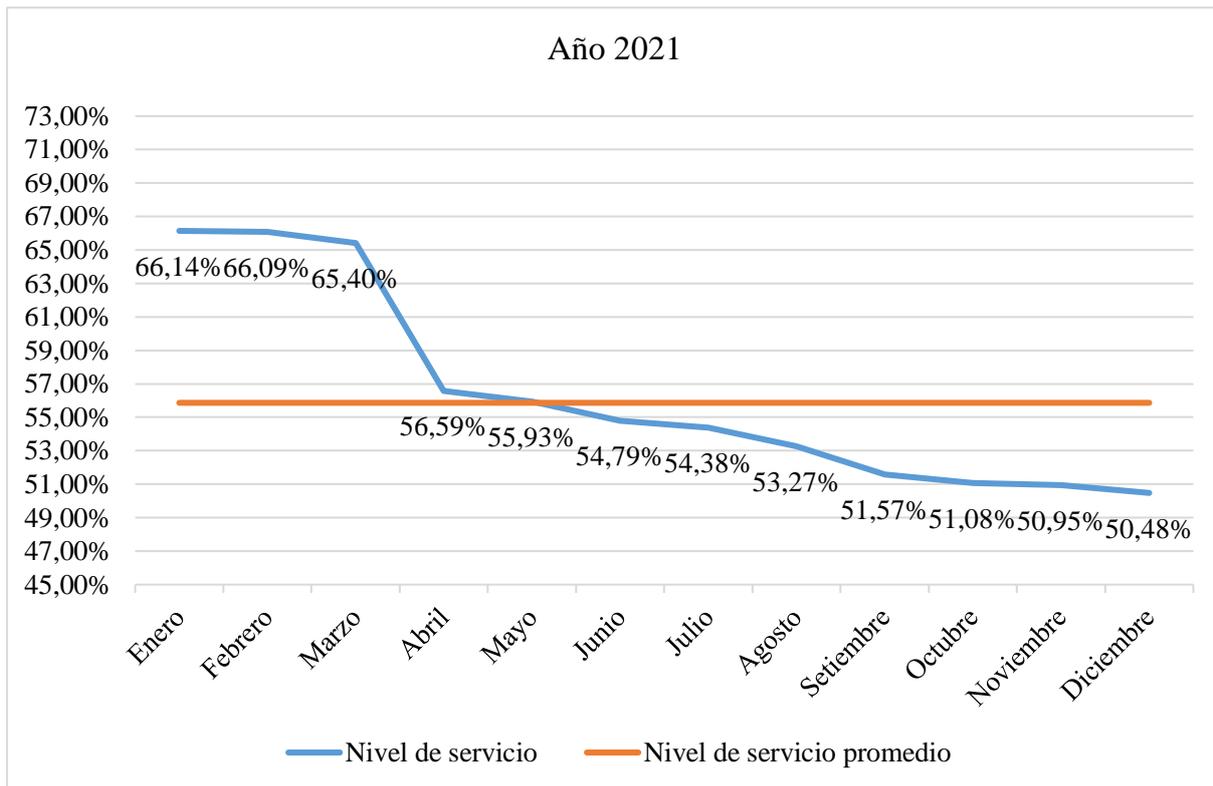
Anexo 3. Indicadores del objetivo 3

Ítem	Indicador	Fórmula
1	VAN	$\sum_{t=1}^n \frac{Ft}{(1+k)^t} - I_0$
2	TIR	$\sum_{T=0}^n \frac{Fn}{(1+i)^n} = 0$
3	B/C	$\frac{\text{VAN ingresos}}{\text{VAN egresos}}$
4	PR	$\frac{\text{Inversión inicial}}{\text{Resultado promedio del flujo de caja}}$

Fuente: [36].

Anexo 4. Análisis del nivel de servicio mensual desde el 2019 hasta el 2021





Anexo 5. Servicios no atendidos desde el 2019 hasta el 2022

Trimestral 2019	Servicios solicitados	Servicios atendidos	Servicios no atendidos	% de servicios no atendidos
1	17 098	12 510	3 088	19,80%
2	18 081	13 590	3 591	20,90%
3	22 399	17 837	5 062	22,11%
4	24 830	20 250	6 480	24,24%
Total	82 408	64 187	18 221	22,11%

Fuente: GLP Chalpón Servicios Generales SAC

Trimestral 2020	Servicios solicitados	Servicios atendidos	Servicios no atendidos	% de servicios no atendidos
1	35 541	20 402	10 139	33,20%
2	34 238	20 403	12 835	38,62%
3	32 225	20 401	13 824	40,39%
4	32 096	20 395	15 701	43,50%
Total	134 100	81 601	52 499	39,15%

Fuente: GLP Chalpón Servicios Generales SAC

Trimestral 2021	Servicios solicitados	Servicios atendidos	Servicios no atendidos	% de servicios no atendidos
1	42 971	20 405	10 566	34,12%
2	38 547	20 404	16 143	44,17%
3	32 433	20 403	18 030	46,91%
4	32 301	20 492	19 809	49,15%
Total	146 252	81 704	64 548	44,13%

Fuente: GLP Chalpón Servicios Generales SAC

Trimestral 2022	Servicios solicitados	Servicios atendidos	Servicios no atendidos	% de servicios no atendidos
1	40 335	21 249	14 086	39,86%
2	38 531	21 355	16 176	43,10%
3	38 122	21 655	19 167	46,95%
4	39 387	22 339	20 348	47,67%
Total	156 375	86 598	69 777	44,62%

Fuente: GLP Chalpón Servicios Generales SAC

Anexo 6. Servicios entregados a destiempo desde el 2019 hasta el 2021

Trimestral 2019	Servicios atendidos	Servicios a tiempo	Servicios con demoras	% de servicios no atendidos
1	12 510	11 914	496	3,96%
2	13 590	12 666	524	3,86%
3	17 837	16 872	965	5,41%
4	20 250	19 518	1 232	6,08%
Total	64 187	60 970	3 217	5,01%

Fuente: GLP Chalpón Servicios Generales SAC

Trimestral 2020	Servicios atendidos	Servicios a tiempo	Servicios con demoras	% de servicios no atendidos
1	20 402	19 297	1 105	5,42%
2	20 403	18 722	1 381	6,77%
3	20 401	18 786	1 415	6,94%
4	20 395	19 308	1 587	7,78%
Total	81 601	76 113	5 488	6,73%

Fuente: GLP Chalpón Servicios Generales SAC

Trimestral 2021	Servicios atendidos	Servicios a tiempo	Servicios con demoras	% de servicios no atendidos
1	20 405	18 640	1 465	7,18%
2	20 404	18 523	1 681	8,24%
3	20 403	18 228	1 875	9,19%
4	20 492	19 223	2 069	10,10%
Total	81 704	74 614	7 090	8,68%

Fuente: GLP Chalpón Servicios Generales SAC

Trimestral 2022	Servicios atendidos	Servicios a tiempo	Servicios con demoras	% de servicios no atendidos
1	21 249	19 274	1 675	7,88%
2	21 355	19 477	1 778	8,33%
3	21 655	19 763	1 992	9,20%
4	22 339	20 550	2 089	9,35%
Total	86 598	79 064	7 534	8,70%

Fuente: GLP Chalpón Servicios Generales SAC

Anexo 7. Análisis de información general de los colaboradores del área de producción

Trabajador	Puesto de trabajo	Nivel de estudios	Experiencia requerida	Experiencia del trabajador
Colaborador 01	Jefe de producción	Profesional universitario	5 años	2 años
Colaborador 02	Supervisor de producción	Profesional universitario	3 año	1 año
Colaborador 03	Operario de producción	Secundaria completa	1 año	Sin experiencia laboral
Colaborador 04	Operario de producción	Profesional técnico	1 año	1 año
Colaborador 05	Operario de producción	Secundaria completa	1 año	6 meses
Colaborador 06	Operario de producción	Secundaria completa	1 año	Sin experiencia laboral

Anexo 8. Cuestionario del proceso productivo

CUESTIONARIO

Estimados colaboradores de la empresa GLP Chalpón Servicios Generales SAC, el presente cuestionario tiene como finalidad evaluar el proceso productivo de mantenimiento de balones de gas, por la cual, deberá leer cada ítem y responder con una equis (X), no existe respuesta incorrecta ni correcta, por lo que, se requiere su mayor honestidad.

1. Información general

- **Sexo:**
- **Edad:**
- **Experiencia laboral:**
- **Puesto de trabajo:**

2. Proceso de mantenimiento de balón de gas

Preguntas	Nunca	Casi nunca	Algunas veces	Casi siempre	Siempre
¿El área de producción se encuentra ordenada?					
¿El área de producción está zonificada?					
¿Existe una adecuada distribución?					
¿Existe un control de calidad de los servicios?					
¿Son capacitados en relación a sus funciones?					
¿Existen registros de control?					
¿Se considera un personal calificado según sus funciones?					
¿Se encuentra estandarizado el procedimiento de trabajo?					
¿Existen servicios acumulados dentro del proceso?					
¿Se realizan estudios de tiempos para determinar el tiempo estándar de cada actividad?					
¿Existen servicios defectuosos?					
¿Considera que existe un balance en la línea de producción?					

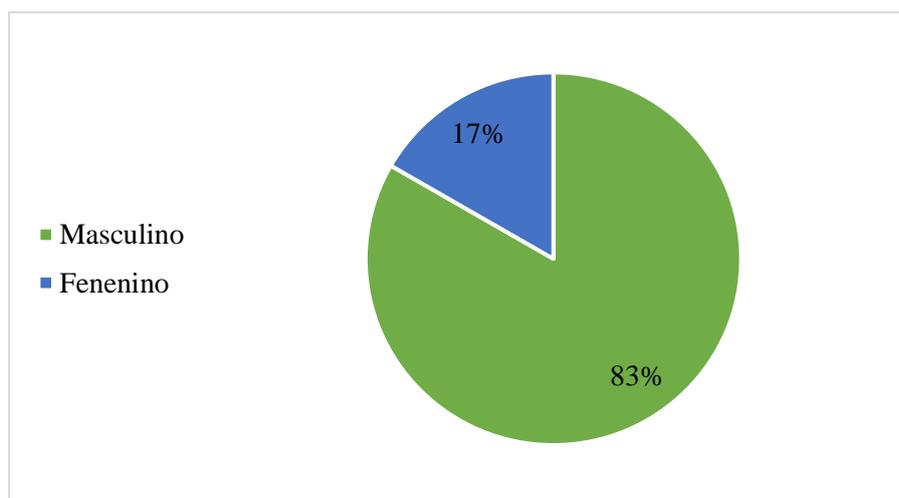
Muchas gracias.

Anexo 9. Rango de valoración del nivel de conocimiento del proceso productivo

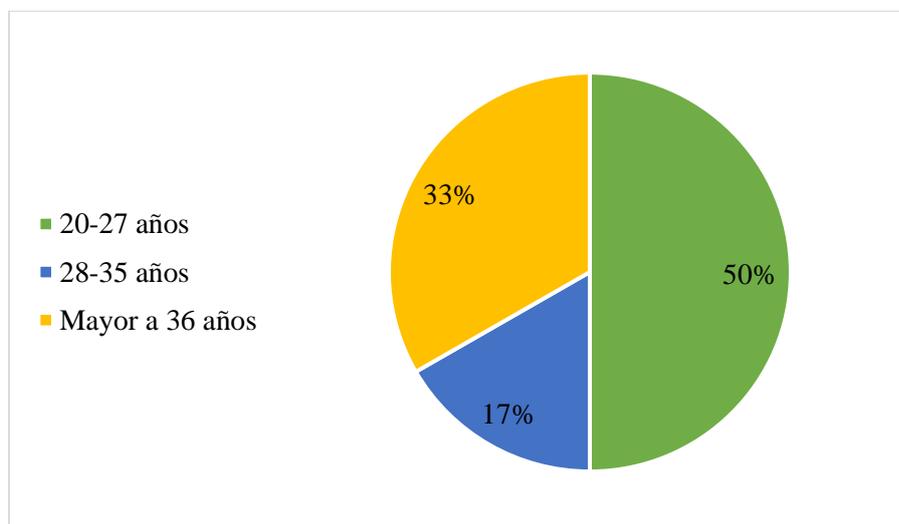
Rango	Clasificación
Menor a 60%	Inadmisible
Entre 60% y 80%	Deficiente
Entre 80% y 90%	Bueno
Mayor a 90%	Excelente

Fuente: Elaboración propia.

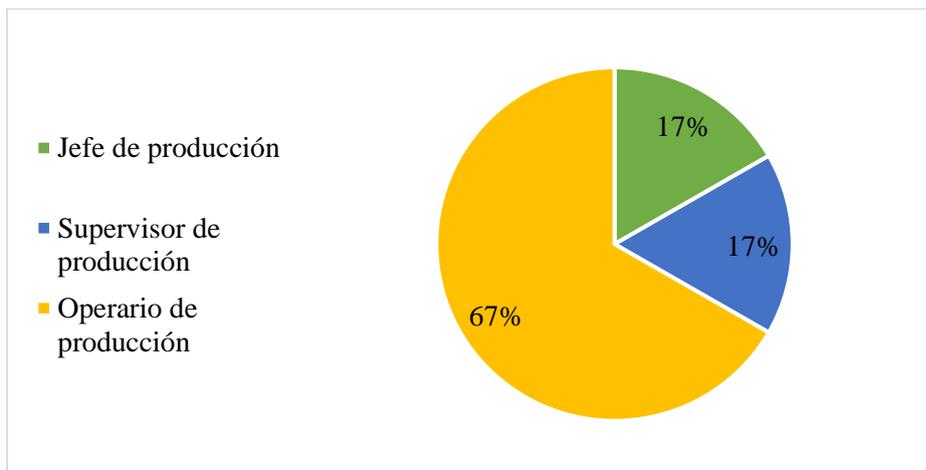
Anexo 10. Sexo de los colaboradores del área de producción



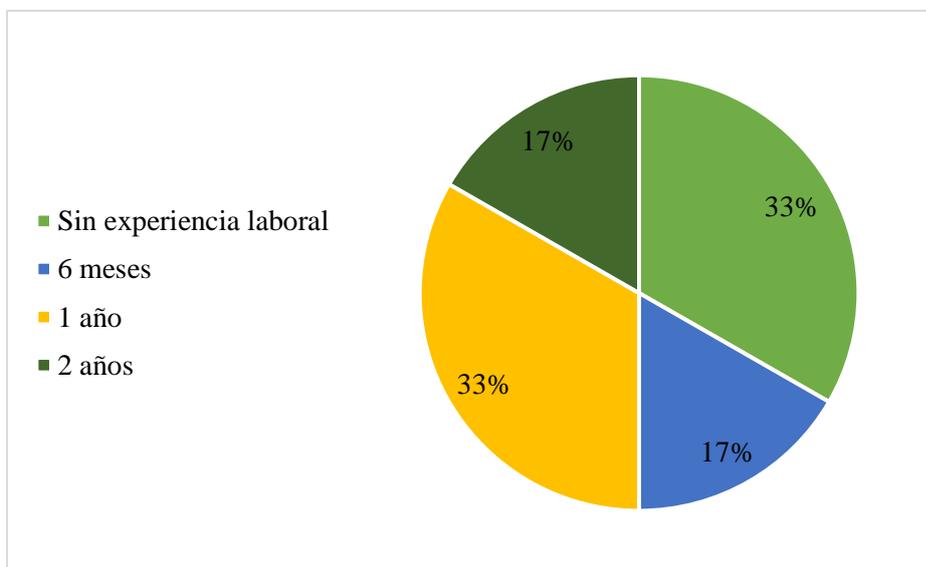
Anexo 11. Edad de los colaboradores del área de producción



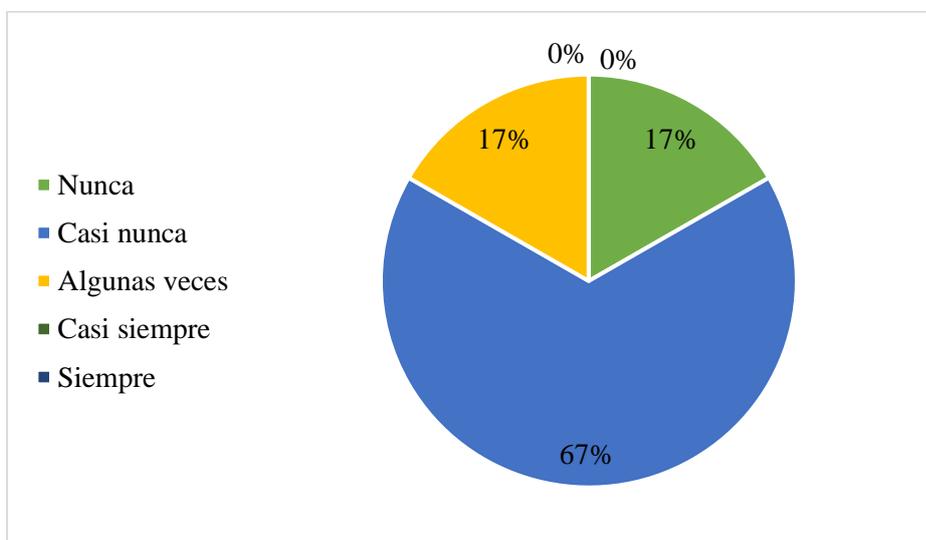
Anexo 12. Puesto de trabajo de los colaboradores del área de producción



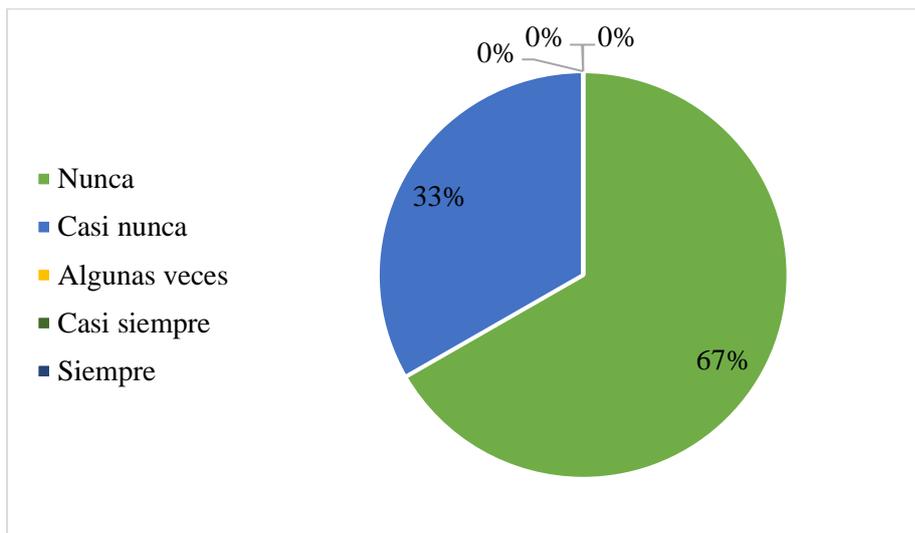
Anexo 13. Experiencia laboral de los colaboradores del área de producción



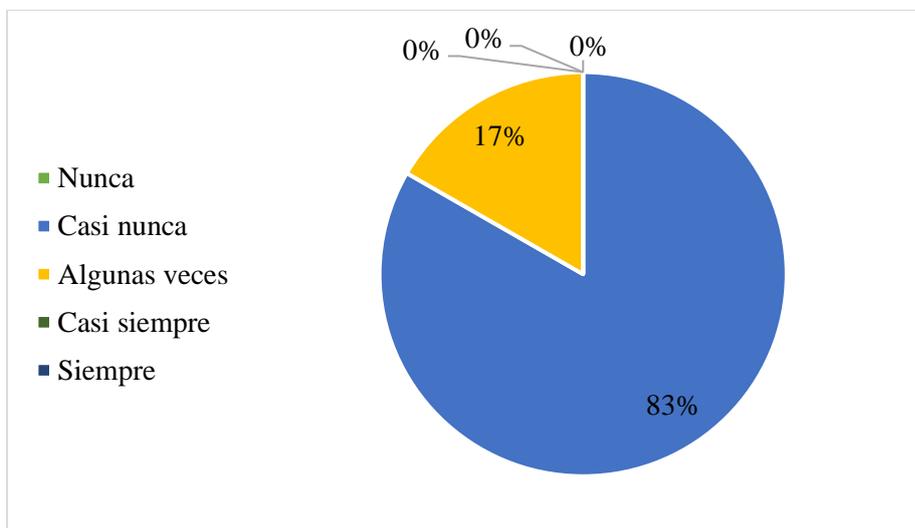
Anexo 14. ¿El área de producción se encuentra ordenada?



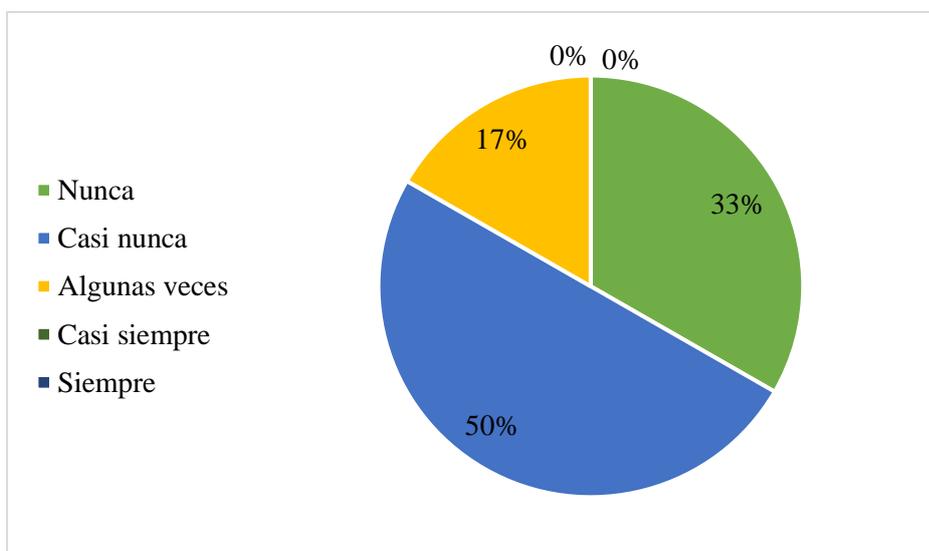
Anexo 15. ¿El área de producción está zonificada?



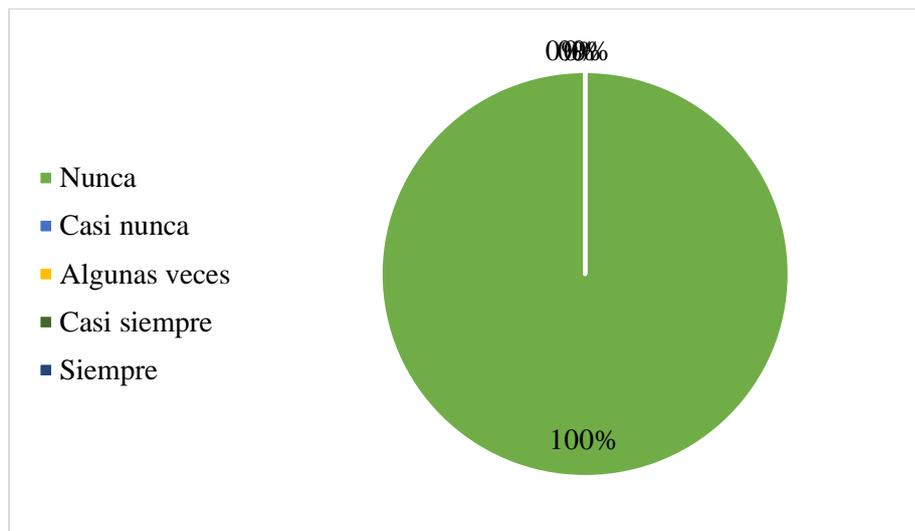
Anexo 16. ¿Existe una adecuada distribución?



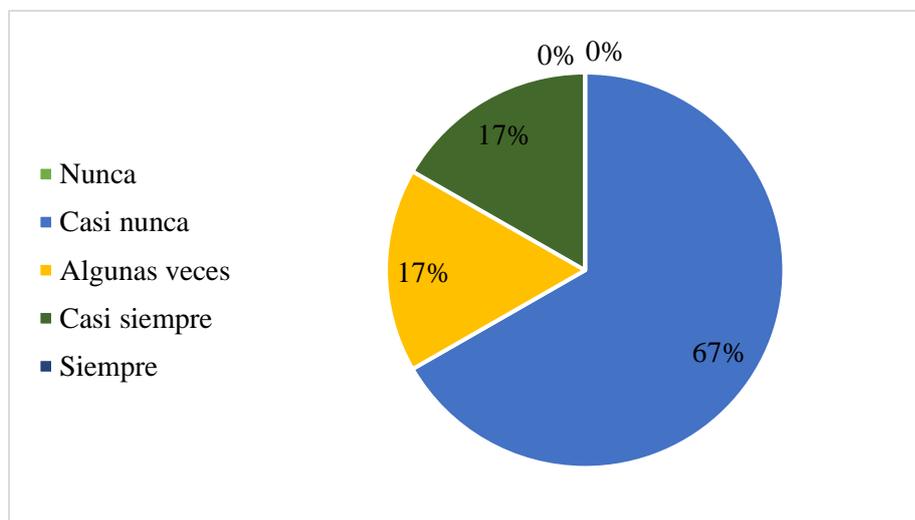
Anexo 17. ¿Existe un control de calidad de los servicios?



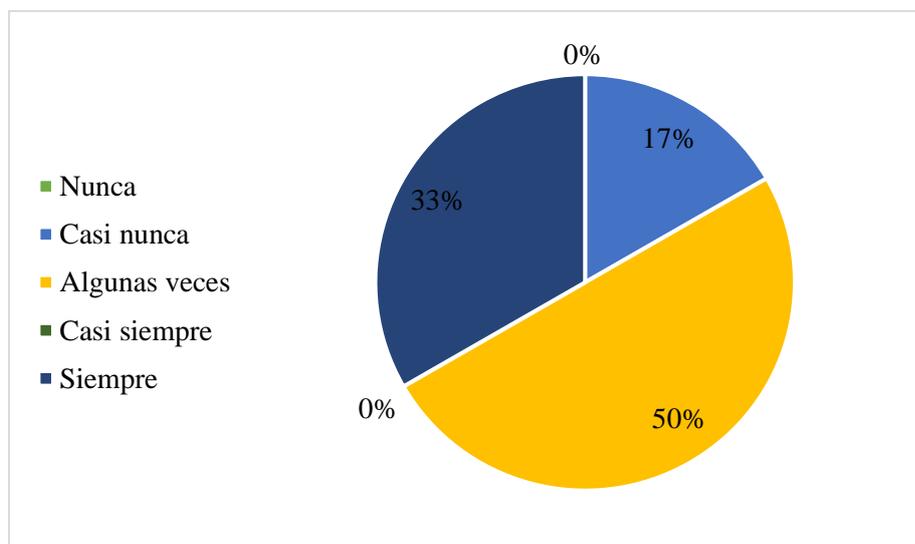
Anexo 18. ¿Son capacitados en relación a sus funciones?



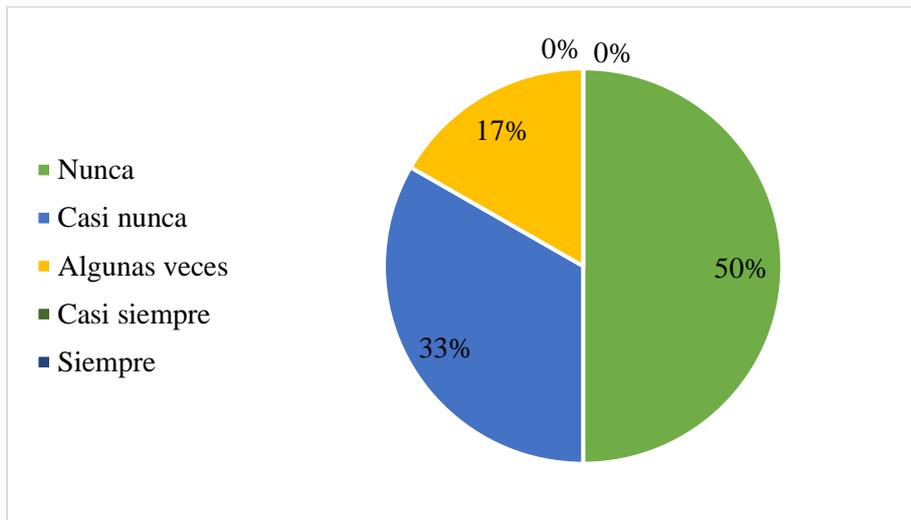
Anexo 19. ¿Existen registros de control?



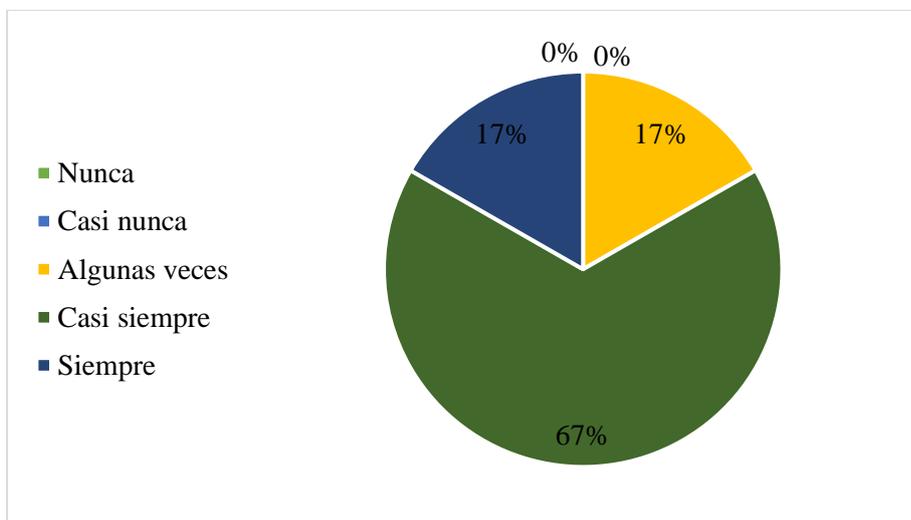
Anexo 20. ¿Se considera un personal calificado según sus funciones?



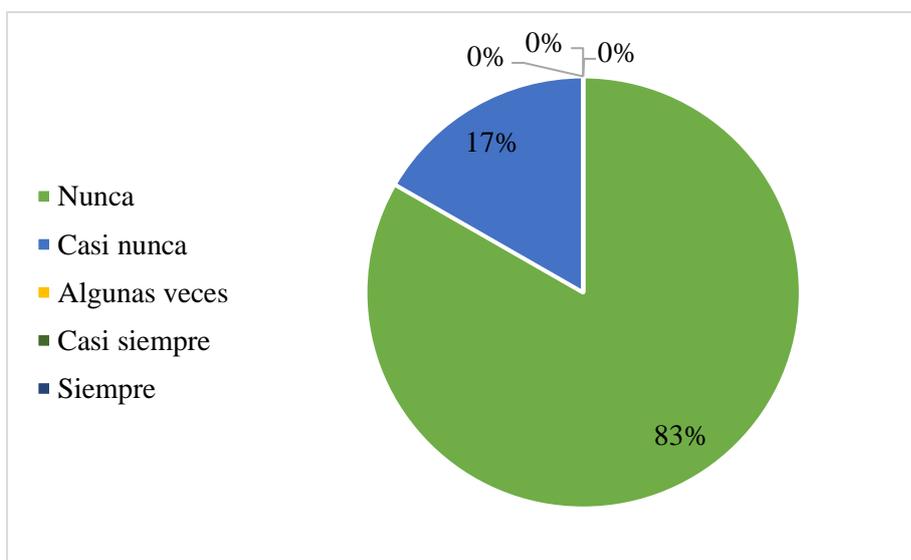
Anexo 21. ¿Se encuentra estandarizado el procedimiento de trabajo?

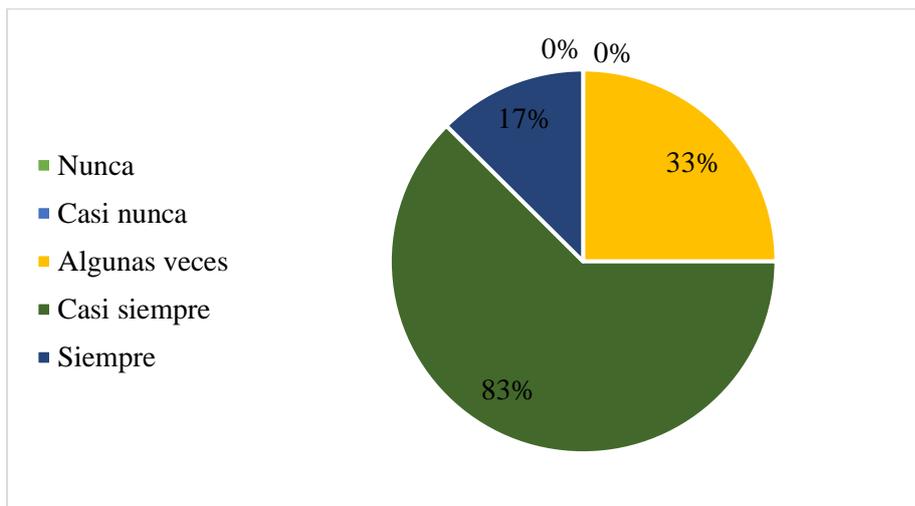
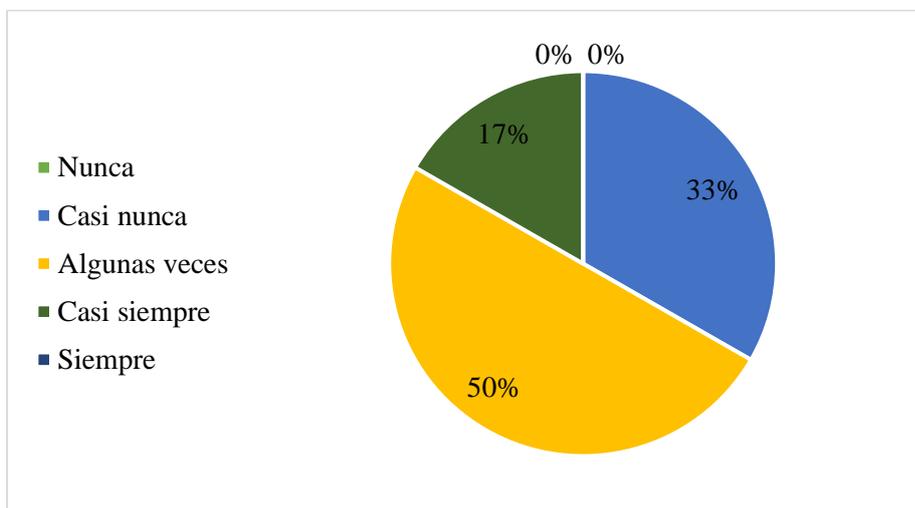


Anexo 22. ¿Existen servicios acumulados dentro del proceso?

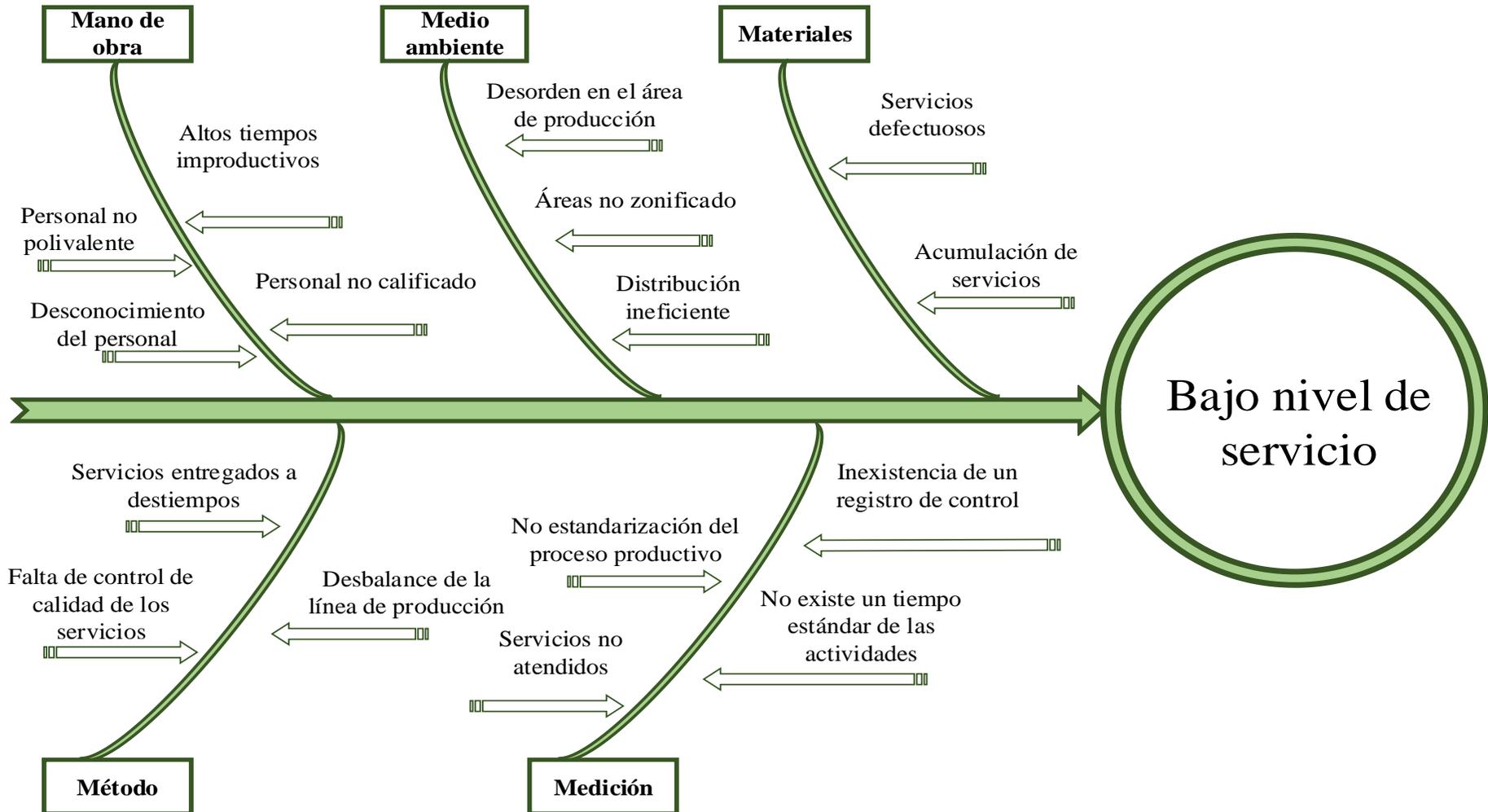


Anexo 23. ¿Se realizan estudios de tiempos para determinar el tiempo estándar de cada actividad?



Anexo 24. ¿Existen servicios defectuosos?**Anexo 25. ¿Considera que existe un balance en la línea de producción?**

Anexo 26. Diagrama de Ishikawa de la empresa GLP Chalpón Servicios Generales SAC



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 27. Matriz de enfrentamiento

No hay relación (0 puntos), Regular relación (1 punto), Si hay relación fuerte (3 puntos)

N°	Causa	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	Total
C1	Desconocimiento del personal	3	0	1	1	1	0	1	3	1	1	0	1	3	1	0	3	17
C2	Altos tiempos improductivos	1	3	1	3	3	3	3	1	3	0	3	3	3	1	3	3	34
C3	Personal no calificado	0	0	3	1	1	0	3	1	1	0	0	1	1	3	0	1	13
C4	Desorden en el área de producción	0	0	0	3	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	7
C5	Áreas no zonificado	0	0	0	0	3	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	6
C6	Distribución ineficiente de la planta	1	0	3	1	1	3	1	1	3	0	0	1	1	3	1	1	18
C7	Productos entregados a destiempo	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2
C8	Falta de control de calidad de los servicios	0	0	0	0	0	0	1	3	1	0	0	0	1	1	0	1	5
C9	Inexistencia de un registro de control	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	1	1	0	1	4
C10	Inexistencia de un tiempo estándar de las actividades	0	1	1	1	1	3	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	18
C11	No estandarización del proceso productivo	3	0	1	3	1	3	3	1	1	0	3	1	3	1	3	3	27
C12	Servicios no atendidos	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	3	1	1	0	1	7
C13	Desbalance de la línea de producción	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	1
C14	Personal no polivalente	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1	2
C15	Acumulación de servicios	1	0	1	1	3	0	1	1	1	0	0	1	1	1	3	3	15
C16	Servicios defectuosos	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	3	2
Total		6	1	10	10	13	9	19	12	15	1	6	12	18	19	6	21	178

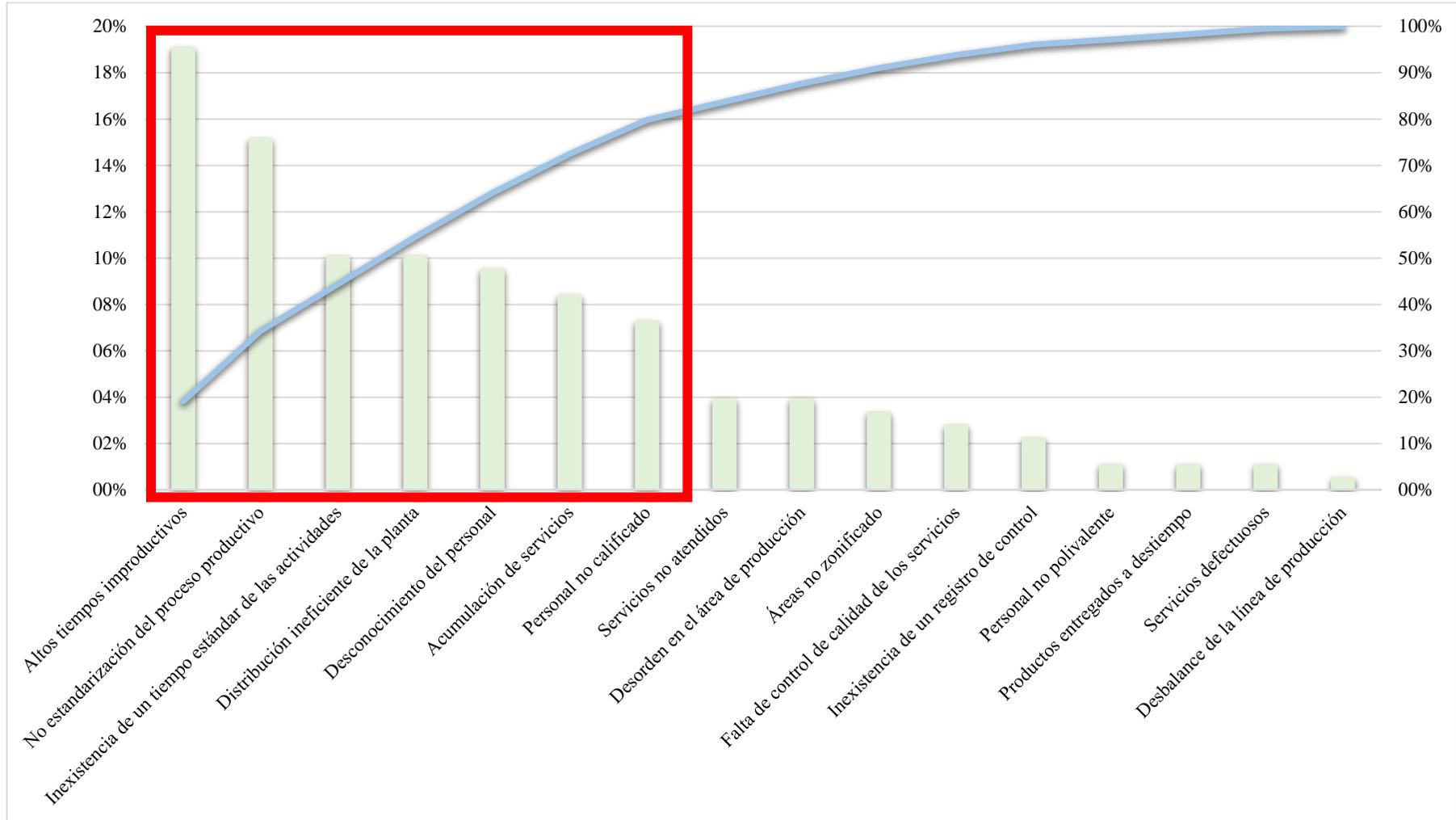
Fuente: Elaboración propia.

Anexo 28. Frecuencia de causas

N°	Causa	Total	Frecuencia acumulada	% Relativa unitario	% Relativa acumulado	Pareto
C10	Altos tiempos improductivos	34	34	19,1%	19,1%	
C2	No estandarización del proceso productivo	27	61	15,2%	34,3%	
C11	Inexistencia de un tiempo estándar de las actividades	18	79	10,1%	44,4%	
C6	Distribución ineficiente de la planta	18	97	10,1%	54,5%	80%
C16	Desconocimiento del personal	17	114	9,6%	64,0%	
C1	Acumulación de servicios	15	129	8,4%	72,5%	
C3	Personal no calificado	13	142	7,3%	79,8%	
C12	Servicios no atendidos	7	149	3,9%	83,7%	
C4	Desorden en el área de producción	7	156	3,9%	87,6%	
C5	Áreas no zonificado	6	162	3,4%	91,0%	
C8	Falta de control de calidad de los servicios	5	167	2,8%	93,8%	
C9	Inexistencia de un registro de control	4	171	2,2%	96,1%	20%
C15	Personal no polivalente	2	173	1,1%	97,2%	
C7	Productos entregados a destiempo	2	175	1,1%	98,3%	
C17	Servicios defectuosos	2	177	1,1%	99,4%	
C14	Desbalance de la línea de producción	1	178	0,6%	100,0%	
C10	Altos tiempos improductivos	34	34	19,1%	19,1%	
	Total	178		100,0%		

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 29. Diagrama de Pareto de la empresa GLP Chalpón Servicios Generales SAC



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 30. Diagrama de análisis del proceso de mantenimiento de balones de gas

Servicio:	Mantenimiento de balones de gas	Actividad	Símbolo	Cantidad	Tiempo (segundos)		
		Operación		5	167		
Inspección		2	16				
Proceso productivo de la distribución actual de la empresa GLP Chalpón Servicios Generales SAC		Transporte		4	13		
		Espera		2	11		
Elaborado por:	Pérez Bances Daniel Joaquín	Almacén		5	0		
		Total		18	255		
Descripción de la actividad	Valor agregado		No valor agregado			Actividad VA	Actividad NVA
						Tiempo (segundos)	Tiempo (segundos)
Almacén balones					X	-	-
Traslado de balones al área de preparación			X			-	6
Preparación balones para granallar	X					30	-
Carga de máquina granalladora	X					10	-
Granallado de balones	X					85	-
Espera por apagado de máquina granalladora				X		-	16
Descarga de máquina granalladora	X					10	-
Inspección de balones granallados		X				8	-
Traslado a almacén de balones granallados			X			-	8
Almacén de balones granallados					X	-	-
Traslado a almacén para pintar			X			-	6
Almacén de balones para pintar					X	-	-
Pintura de balones granallados	X					32	-
Inspección de balones pintados		X				8	-
Espera por secado de balones				X		-	30
Almacén de balones pintados					X	-	-
Traslado a almacén de servicio terminado			X			-	6
Almacén de servicio terminado					X	-	-
Total	5	2	4	2	5	183	72

Anexo 31. Costo de oportunidad por servicios no atendidos desde el 2019 hasta el 2022

Trimestral 2019	Servicios no atendidos	Precio de venta promedio	Ganancia pérdida	Pérdida económica (30% I.R)
1	3 088	S/ 5,00	S/15 440,00	S/ 10 808,00
2	3 591	S/ 5,00	S/17 955,00	S/ 12 568,50
3	5 062	S/ 5,00	S/25 310,00	S/ 17 717,00
4	6 480	S/ 5,00	S/32 400,00	S/ 22 680,00
Total	18 221	S/ 5,00	S/91 105,00	S/ 63 773,50

Fuente: GLP Chalpón Servicios Generales SAC

Trimestral 2020	Servicios no atendidos	Precio de venta promedio	Ganancia pérdida	Pérdida económica (30% I.R)
1	10 139	S/ 5,00	S/50 695,00	S/ 35 486,50
2	12 835	S/ 5,00	S/64 175,00	S/ 44 922,50
3	13 824	S/ 5,00	S/69 120,00	S/ 48 384,00
4	15 701	S/ 5,00	S/78 505,00	S/ 54 953,50
Total	52 499	S/ 5,00	S/262 495,00	S/ 183 746,50

Fuente: GLP Chalpón Servicios Generales SAC

Trimestral 2021	Servicios no atendidos	Precio de venta promedio	Ganancia pérdida	Pérdida económica (30% I.R)
1	10 566	S/ 5,00	S/52 830,00	S/ 36 981,00
2	16 143	S/ 5,00	S/80 715,00	S/ 56 500,50
3	18 030	S/ 5,00	S/90 150,00	S/ 63 105,00
4	19 809	S/ 5,00	S/99 045,00	S/ 69 331,50
Total	64 548	S/ 5,00	S/322 740,00	S/ 225 918,00

Fuente: GLP Chalpón Servicios Generales SAC

Trimestral 2022	Servicios no atendidos	Precio de venta promedio	Ganancia pérdida	Pérdida económica (30% I.R)
1	14 086	S/ 5,00	S/70 430,00	S/ 49 301,00
2	16 176	S/ 5,00	S/80 880,00	S/ 56 616,00
3	19 167	S/ 5,00	S/95 835,00	S/ 67 084,50
4	20 348	S/ 5,00	S/101 740,00	S/ 71 218,00
Total	69 777	S/ 5,00	S/348 885,00	S/ 244 219,50

Fuente: GLP Chalpón Servicios Generales SAC

Anexo 32. Penalidad por servicios entregados a destiempo desde el 2019 hasta el 2022

Trimestral 2019	Servicios con demoras	Precio de venta promedio	Monto vendido	Penalidad del 5%
1	496	S/ 5,00	S/2 480,00	S/ 1 736,00
2	524	S/ 5,00	S/2 620,00	S/ 1 834,00
3	965	S/ 5,00	S/4 825,00	S/ 3 377,50
4	1 232	S/ 5,00	S/6 160,00	S/ 4 312,00
Total	3 217	S/ 5,00	S/16 085,00	S/ 11 259,50

Fuente: GLP Chalpón Servicios Generales SAC

Trimestral 2020	Servicios con demoras	Precio de venta promedio	Monto vendido	Penalidad del 5%
1	1 105	S/ 5,00	S/5 525,00	S/ 3 867,50
2	1 381	S/ 5,00	S/6 905,00	S/ 4 833,50
3	1 415	S/ 5,00	S/7 075,00	S/ 4 952,50
4	1 587	S/ 5,00	S/7 935,00	S/ 5 554,50
Total	5 488	S/ 5,00	S/27 440,00	S/ 19 208,00

Fuente: GLP Chalpón Servicios Generales SAC

Trimestral 2021	Servicios con demoras	Precio de venta promedio	Monto vendido	Penalidad del 5%
1	1 465	S/ 5,00	S/7 325,00	S/ 5 127,50
2	1 681	S/ 5,00	S/8 405,00	S/ 5 883,50
3	1 875	S/ 5,00	S/9 375,00	S/ 6 562,50
4	2 069	S/ 5,00	S/10 345,00	S/ 7 241,50
Total	7 090	S/ 5,00	S/35 450,00	S/ 24 815,00

Fuente: GLP Chalpón Servicios Generales SAC

Trimestral 2022	Servicios con demoras	Precio de venta promedio	Monto vendido	Penalidad del 5%
1	1 675	S/ 5,00	S/8 375,00	S/ 5 862,50
2	1 778	S/ 5,00	S/8 890,00	S/ 6 223,00
3	1 992	S/ 5,00	S/9 960,00	S/ 6 972,00
4	2 089	S/ 5,00	S/10 445,00	S/ 7 311,50
Total	7 534	S/ 5,00	S/37 670,00	S/ 26 369,00

Fuente: GLP Chalpón Servicios Generales SAC.

Anexo 33. Estratificación de las herramientas de solución

Identificación del desperdicio

Causa	Desperdicios							
	Sobre producción	Retra bajo	Transp orte	Defe ctos	Invent ario	Espe ra	Movi miento	Ideas no utilizadas
Inexistencia de un tiempo estándar de las actividades	0	0	1	0	0	1	1	0
Altos tiempos improductivos	0	1	1	0	0	1	1	0
No estandarización del proceso productivo	0	1	1	1	0	1	0	1
Distribución ineficiente de la planta	0	0	1	0	0	0	1	1
Acumulación de servicios	0	1	1	0	1	1	1	0
Desconocimiento del personal	0	1	0	1	0	1	0	1
Personal no calificado	0	1	0	1	0	1	0	1
Total	0	5	5	3	1	6	4	4

Fuente: Elaboración propia.

Matriz de priorización de las herramientas lean

Defectos	Herramientas de solución							
	Kaizen	5S	Estandarización	Kanban	Shojinka	TPM	Manufactura celular	Poka Yoke
Espera	0	0	1	1	1	0	1	0
Transporte	0	0	1	0	0	0	1	0
Retrabajo	0	0	1	0	1	1	0	1
Total	0	1	3	1	2	1	2	1

Fuente: Elaboración propia.

Causa	Problema	Herramientas de solución	Metodología de solución
Inexistencia de un tiempo estándar de las actividades		Estandarización	
Altos tiempos improductivos			Lean
No estandarización del proceso productivo	Bajo nivel de servicio	Manufactura Celular	Manufacturing
Distribución ineficiente de la planta			
Acumulación de servicios			
Desconocimiento del personal		Shojinka	
Personal no calificado			

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 34. Registro de toma de tiempo preliminar

		Registro de toma de tiempo inicial																										
		Empresa: GLP Chalpón Servicios Generales SAC													Elaborado por: Daniel Joaquin Perez Bances													
		Área: Producción													Proceso: Mantenimiento de balones contenedores de GLP													
N°	Proceso	Número de observaciones (segundos)																										Total (seg)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
1	Preparación	30,5	32,4	29,4	30,8	32,6	30,7	30,5	29,3	32,8	32,8	30,5	28,1	28,1	27,5	32,8	28,1	28,1	30,5	27,6	30,5	32,8	30,5	32,8	28,1	30,5	28,1	786,7
2	Carga de granallado	8,7	8,6	8,6	8,8	8,6	8,2	7,9	8,2	8,9	8,6	8,0	8,1	8,2	8,2	8,2	7,6	7,9	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,2	7,9	7,9	7,6	215,8
3	Granallado	89,7	89,5	91,8	89,1	86,6	86,6	79,8	93,0	93,0	86,4	79,8	79,8	86,4	93,0	79,8	79,8	86,4	93,0	86,4	93,0	86,4	93,0	79,8	86,4	79,8	79,8	2247,9
4	Descarga de granallado	10,0	9,5	9,6	9,5	9,6	9,3	8,9	9,3	10,0	9,6	8,9	9,0	8,7	9,3	9,3	8,5	8,9	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,3	8,9	8,9	8,5	241,5
5	Inspección de granallado	14,5	14,4	14,5	14,5	14,6	13,9	13,5	13,5	15,0	14,6	13,5	13,5	15,0	14,5	13,5	13,2	14,2	14,2	13,6	13,9	14,6	14,2	14,2	16,0	16,5	14,5	372,2
6	Pintado	37,1	32,8	36,1	36,1	33,2	33,5	32,5	36,1	36,1	33,5	30,9	32,6	36,1	36,1	30,9	32,6	33,5	36,1	33,5	36,1	33,5	36,1	39,0	33,5	30,9	30,9	889,3
7	Inspección de pintado	6,7	7,1	6,4	6,9	7,1	6,9	6,7	6,2	7,2	7,2	6,7	6,2	6,2	6,2	7,2	6,2	6,2	6,7	7,2	6,7	7,2	7,2	7,2	6,2	6,7	6,2	174,7
8	Secado	31,7	31,3	29,4	32,0	31,0	29,7	28,7	29,4	32,0	31,0	28,7	27,4	27,9	29,4	30,0	27,4	28,4	30,7	31,0	30,7	31,0	30,7	30,0	28,4	28,7	27,4	773,4

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 35. Número de muestras a estudiar actual

$$n = \left(\frac{40 * \sqrt{n' * \sum(x)^2 - \sum x^2}}{\sum x} \right)^2$$

Ítem	Actividades	$\sum X$	$\sum (X)^2$	# de muestras
1	Preparación	786,7	23888,8	6,00
2	Carga de granallado	215,8	1793,6	3,00
3	Granallado	2247,9	195030,8	6,00
4	Descarga de granallado	241,5	2247,4	3,00
5	Inspección de granallado	372,2	5341,8	5,00
6	Pintado	889,3	30539,2	7,00
7	Inspección de pintado	174,7	1178,7	7,00
8	Secado	773,4	23059,0	4,00

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 36. Muestra de tiempo actual

N°	Proceso	Número de observaciones (segundos)							Tiempo promedio (min)
		1	2	3	4	5	6	7	
1	Preparación	30,5	32,4	29,4	30,8	32,6	30,7		31,1
2	Carga de granallado	8,7	8,6	8,6					8,6
3	Granallado	89,7	89,5	91,8	89,1	86,6	86,6		88,9
4	Descarga de granallado	10,0	9,5	9,6					9,7
5	Inspección de granallado	14,5	14,4	14,5	14,5	14,6			14,5
6	Pintado	37,1	32,8	36,1	36,1	33,2	33,5	32,5	34,5
7	Inspección de pintado	6,7	7,1	6,4	6,9	7,1	6,9	6,7	6,8
8	Secado	31,7	31,3	29,4	32,0				31,1

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 37. Tiempo estándar del proceso actual

N°	Actividades	Tiempo promedio (seg)	Westinghouse				1+FC	Tiempo Normal (seg)	Tolerancia	Tiempo Estándar (seg)
			H	E	CD	CS				
1	Preparación	31,1	0,00	0,02	0,00	0,01	1,03	32,0	0,125	36,0
2	Carga de granallado	8,6	0,00	0,02	0,00	0,01	1,03	8,9	0,125	10,0
3	Granallado	88,9	-0,05	0,00	0,05	0,01	1,01	89,8	0,125	101,0
4	Descarga de granallado	9,7	-0,05	-0,03	0,00	0,00	0,92	8,9	0,125	10,0
5	Inspección de granallado	14,5	-0,05	0,00	0,02	0,01	0,98	14,2	0,125	16,0
6	Pintado	34,5	-0,05	0,00	0,02	0,01	0,98	33,8	0,125	38,0
7	Inspección de pintado	6,8	0,00	0,02	0,02	0,00	1,04	7,1	0,125	8,0
8	Secado	31,1	-0,05	0,02	0,05	0,01	1,03	32,0	0,125	36,0

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 38. Tabla de los valores de Westinghouse y suplementos

$$FC = H + E + CG + CS$$

Factores claves = Habilidad + Esfuerzo + Condición + Consistencia

*Tiempo normal = Tiempo promedio * (1 + FC)*

*Tiempo estándar = Tiempo normal * (1 + tolerancia)*

<u>HABILIDAD</u>			<u>ESFUERZO</u>		
+0.15	A1	Extrema	+0.13	A1	Excesivo
+0.13	A2	Extrema	+0.12	A2	Excesivo
+0.11	B1	Excelente	+0.10	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente	+0.08	B2	Excelente
+0.06	C1	Buena	+0.05	C1	Buena
+0.03	C2	Buena	+0.02	C2	Buena
0.00	D	Regular	0.00	D	Regular
-0.05	E1	Aceptable	-0.04	E1	Aceptable
-0.10	E2	Aceptable	-0.08	E2	Aceptable
-0.16	F1	Deficiente	-0.12	F1	Deficiente
-0.22	F2	Deficiente	-0.17	F2	Deficiente
<u>CONDICIONES</u>			<u>CONSISTENCIA</u>		
+0.06	A	Ideales	+0.04	A	Perfecta
+0.04	B	Excelentes	+0.03	B	Excelente
+0.02	C	Buenas	+0.01	C	Buena
0.00	D	Regulares	0.00	D	Regular
-0.03	E	Aceptables	-0.02	E	Aceptable
-0.07	F	Deficientes	-0.04	F	Deficiente

Tabla de Suplementos	
Suplemento	Tolerancia(%)
Necesidades Personales	5
Fatiga	4
Trabajar de pie	2
Postura anormal	0 a 2.7
Levantamiento de pesos	0 a 17 (27 Kg)
Calidad de aire, calor y humedad	0 a 10
Iluminación	2.5
Tensión auditiva	2.5
Tensión mental	1 a 8
Monotonía mental	0 a 4
Monotonía física	0 a 5

Anexo 39. Caracterización del proceso de mantenimiento de balón de gas de GLP Chalpón Servicios Generales SAC

CARACTERIZACIÓN: PREPARACIÓN					
Realizado: Pérez Bances Daniel Joaquín			Revisado/Aprobado: Gerente General		
Proceso	Preparación	Área	Producción	Código	CARACT- PREP-01
Objetivo	Efectuar adecuadamente la preparación del balón de gas	Responsable	Supervisor de Producción Operarios de Producción	Líder	Jefe de producción
Variables de control					
Traslado de balón: Mide el tiempo de traslado por cada balón. Preparación de balón: Mide el tiempo de preparación por cada balón. Carga de balón: Mide el tiempo de carga por cada balón.					
Proveedor	Entrada		Salida	Cliente	
Planificación Logística	Registro de orden de producción Balón de gas por mantenimiento		Balón preparado para granallado	Subproceso de Granallado	
Indicador	Fórmula		Unidad	Encargado	
Traslado de balón Preparación de balón Carga de balón	Cant. de balones * Tiempo de transporte Cant. de balones * Tiempo de preparación Cant. de balones * Tiempo de carga		Seg/Balón	Operario	
Alcance					
Planificación		Ejecución		Cierre	
Ingresar los balos por mantenimiento según las órdenes de producción		Realizar la actividad de preparación		Salida de los balones de gas preparados para el granallado.	
Política	Recurso		Procedimientos	Registros	
Efectuar con la estandarización del subproceso de preparación. Verificar correctamente la preparación de los balones de gas.	Operario Control de operaciones DOP DAP		Transporte de balón de gas Preparación de balón de gas Carga de balón de gas	Orden de producción Toma de tiempo de actividades Control de calidad	

CARACTERIZACIÓN: GRANALLADO

Realizado: Pérez Bances Daniel Joaquín	Revisado/Aprobado: Gerente General
--	--

Proceso	Granallado	Área	Producción	Código	CARACT- GRAN-02
Objetivo	Efectuar adecuadamente el granallado del balón de gas	Responsable	Supervisor de Producción Operarios de Producción	Líder	Jefe de producción
Variables de control					
Granallado de balón: Mide el tiempo de granallado por cada balón.					
Proveedor	Entrada		Salida		Cliente
Subproceso de Preparación	Balón de gas preparado		Balón granallado para inspección y pintado		Subproceso de Inspección de granallado y pintado
Indicador	Fórmula		Unidad		Encargado
Granallado de balón	Cant. de balones * Tiempo de granallado		Seg/Balón		Operario
Alcance					
Planificación		Ejecución		Cierre	
Ingresar los balos por granallado según las órdenes de producción		Realizar la actividad de granallado		Salida de los balones de gas granallado para su inspección y pintado.	
Política	Recurso		Procedimientos		Registros
Efectuar con la estandarización del subproceso de granallado. Verificar correctamente el granallado de los balones de gas.	Operario Control de operaciones DOP DAP Máquina de Granallado		Granallado de balón de gas		Orden de producción Toma de tiempo de actividades Control de calidad

CARACTERIZACIÓN: INSPECCIÓN DE GRANALLADO Y PINTADO

Realizado: Pérez Bances Daniel Joaquín	Revisado/Aprobado: Gerente General
--	--

Proceso	Inspección de granallado y pintado	Área	Producción	Código	CARACT- GRAPI-03
Objetivo	Efectuar adecuadamente la inspección de granallado y pintado del balón de gas	Responsable	Supervisor de Producción Operarios de Producción	Líder	Jefe de producción
Variables de control					
Espera, descarga, inspección, traslado y pintado de balón: Mide el tiempo de espera, descarga, inspección, traslado y pintado por cada balón. Servicios defectuosos de balón: Mide la cantidad de servicios defectuosos por cada balón.					
Proveedor	Entrada	Salida	Cliente		
Sub proceso de Granallado	Balón de gas granallado	Balón de gas inspeccionado de granallado y pintado	Subproceso de Inspección de pintado y secado		
Indicador	Fórmula	Unidad	Encargado		
Espera, descarga, inspección, traslado y pintado de balón Servicios defectuosos de balón	Cant. de balones * Tiempo de espera, descarga, inspección, traslado y pintado Cant. de balones defectuosos/ Cant. De balones en producción	Seg/Balón Porcentaje	Operario		
Alcance					
Planificación	Ejecución	Cierre			
Ingresar los balos por inspección de granallado y pintado según las órdenes de producción	Realizar la actividad de inspección de granallado y pintado	Salida de los balones de gas inspeccionado de granallado y pintado			
Política	Recurso	Procedimientos	Registros		
Efectuar con la estandarización del subproceso de inspección de granallado y pintado. Verificar correctamente la inspección de granallado y pintado de los balones de gas.	Operario Control de operaciones DOP DAP	Espera, descarga, inspección, traslado y pintado balón de gas	Toma de tiempo de actividades Control de calidad Control de servicios defectuosos		

CARACTERIZACIÓN: INSPECCIÓN DE PINTADO Y SECADO					
Realizado: Pérez Bances Daniel Joaquín			Revisado/Aprobado: Gerente General		
Proceso	Inspección de pintado y secado	Área	Producción	Código	CARACT- PISE-04
Objetivo	Efectuar adecuadamente la inspección de pintado y secado del balón de gas	Responsable	Supervisor de Producción Operarios de Producción	Líder	Jefe de producción
Variables de control					
Inspección, traslado y secado de balón: Mide el tiempo de inspección, traslado y secado por cada balón. Servicios defectuosos de balón: Mide la cantidad de servicios defectuosos por cada balón.					
Proveedor	Entrada		Salida	Cliente	
Sub proceso de Inspección de granallado y pintado	Balón de gas inspeccionado de granallado y pintado		Balón de gas inspeccionado de pintado y secado	Subproceso de Inspección de pintado y secado	
Indicador	Fórmula		Unidad	Encargado	
Inspección, traslado y secado de balón Servicios defectuosos de balón	Cant. de balones * Tiempo de inspección, traslado y secado Cant. de balones defectuosos/ Cant. De balones en producción		Seg/Balón Porcentaje	Operario	
Alcance					
Planificación	Ejecución		Cierre		
Ingresar los balos por inspección de pintado y secado según las órdenes de producción	Realizar la actividad de inspección de pintado y secado		Salida de los balones de gas inspeccionado de pintado y secado		
Política	Recurso		Procedimientos	Registros	
Efectuar con la estandarización del subproceso de inspección de pintado y secado. Verificar correctamente la inspección de pintado y secado de los balones de gas.	Operario Control de operaciones DOP DAP		Espera, descarga, inspección, traslado y pintado balón de gas	Toma de tiempo de actividades Control de calidad Control de servicios defectuosos	

Anexo 40. Procedimiento estandarizado del proceso productivo de GLP Chalpón Servicios Generales SAC

PROCEDIMIENTO DE TRABAJO SUBPROCESO DE PREPARACIÓN		
Código: PT- PREP-01	Descripción: Manual estandarizado de trabajo del subproceso de preparación	
Realizado: Pérez Bances Daniel Joaquín	Revisado/Aprobado: Gerente General	Tarea realizada por: Operarios

1. Introducción

GLP Chalpón Servicios Generales SAC., se dedica a brindar servicios de mantenimiento de balones contenedores de GLP a plantas envasadoras de dicho combustible la cual se encuentra ubicada en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, Perú.

La finalidad de este manual de procedimiento de trabajo es explicar las acciones que se deben realizar de manera sistemática para satisfacer las metas del subproceso de preparación y tener un balón preparado eficientemente para el proceso de granallado.

2. Objetivo

Realizar un control efectivo y verificar la estandarización del procedimiento de trabajo en el subproceso de preparación del mantenimiento del balón de gas.

3. Objetivos específicos

- Establecer el procedimiento de trabajo por los operarios
- Controlar las variables de medición
- Realizar adecuadamente la preparación de los balones de gas
- Cumplir con los tiempos establecidos.

4. Alcance

El presente documento tiene un alcance para todos los trabajadores del área de producción de mantenimiento de balones contenedores de GLP de la empresa GLP Chalpón Servicios Generales SAC.

5. Definiciones

- 5.1. **Caracterización del proceso:** Estandarización de la calidad de un proceso mediante alcances e indicadores de control.
- 5.2. **Variable de control:** Medición o forma de control de los indicadores cuantitativos de un proceso o actividad.
- 5.3. **Mantenimiento:** Actividad de revisión periódica a fin de mejorar y controlar la durabilidad de un objeto.
- 5.4. **Preparación:** Instrucciones generales de preparar un objeto a fin de dar inicio otra actividad.
- 5.5. **Estandarización:** Proceso sistemático y controlado de una operación, actividad o proceso de trabajo.

6. Responsables

6.1. Control del procedimiento de trabajo

En primera instancia el responsable de velar con el control del presente documento es el Gerente General de la empresa GLP Chalpón Servicios Generales SAC.

6.2. Ejecución del procedimiento de trabajo

Los responsables de poner en práctica el presente procedimiento de trabajo son el Supervisor de Producción de la empresa GLP Chalpón Servicios Generales SAC., y el Jefe de Producción.

7. Documentos relacionados

- DAP actual
- DAP mejorado
- CARACT-PREP-01
- PT-PREP-01

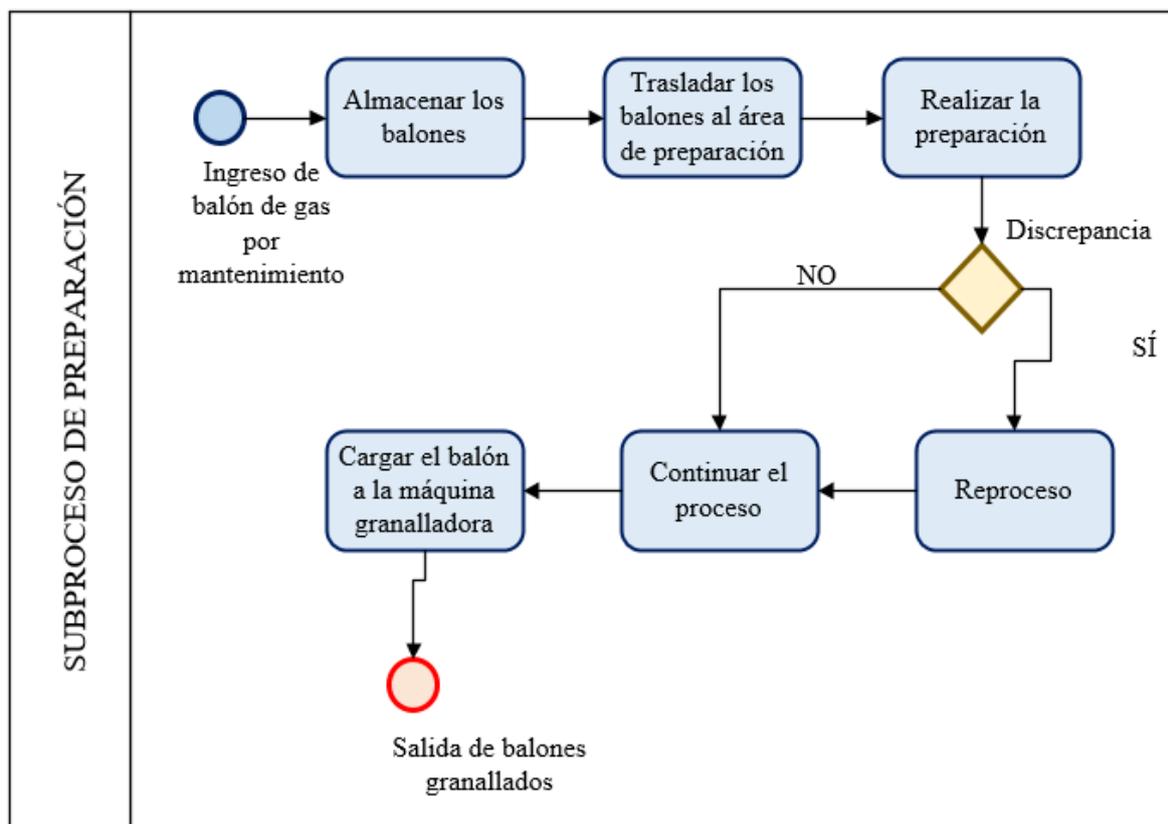
8. Descripción

- 8.1. **Almacén de balones:** Se realiza el almacenamiento de todos los balones brindados por las empresas envasadoras de GLP.
- 8.2. **Traslado de balones al área de preparación:** Luego se traslada los balones al área de preparación con un tiempo de 4 segundos por balón.

8.3. Preparación de balones para granallar: Después se realiza la preparación de los balones de gas por un tiempo de 32 segundos por balón.

8.4. Carga de máquina granalladora: Posterior se realiza la carga de la maquinaria granalladora por un tiempo de 10 segundos por balón.

9. Flujograma



PROCEDIMIENTO DE TRABAJO SUBPROCESO DE GRANALLADO		
Código: PT- GRAN-01	Descripción: Manual estandarizado de trabajo del subproceso de granallado	
Realizado: Pérez Bances Daniel Joaquín	Revisado/Aprobado: Gerente General	Tarea realizada por: Operarios

1. Introducción

GLP Chalpón Servicios Generales SAC., se dedica a brindar servicios de mantenimiento de balones contenedores de GLP a plantas envasadoras de dicho combustible la cual se encuentra ubicada en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, Perú.

La finalidad de este manual de procedimiento de trabajo es explicar las acciones que se deben realizar de manera sistemática para satisfacer las metas del subproceso de granallado y tener un balón eficientemente para el proceso de inspección de granallado y pintado.

2. Objetivo

Realizar un control efectivo y verificar la estandarización del procedimiento de trabajo en el subproceso de granallado del mantenimiento del balón de gas.

3. Objetivos específicos

- Establecer el procedimiento de trabajo por los operarios
- Controlar las variables de medición
- Realizar adecuadamente el granallado de los balones de gas
- Cumplir con los tiempos establecidos.

4. Alcance

El presente documento tiene un alcance para todos los trabajadores del área de producción de mantenimiento de balones contenedores de GLP de la empresa GLP Chalpón Servicios Generales SAC.

5. Definiciones

- 5.1. **Caracterización del proceso:** Estandarización de la calidad de un proceso mediante alcances e indicadores de control.
- 5.2. **Variable de control:** Medición o forma de control de los indicadores cuantitativos de un proceso o actividad.
- 5.3. **Mantenimiento:** Actividad de revisión periódica a fin de mejorar y controlar la durabilidad de un objeto.
- 5.4. **Preparación:** Instrucciones generales de preparar un objeto a fin de dar inicio otra actividad.
- 5.5. **Estandarización:** Proceso sistemático y controlado de una operación, actividad o proceso de trabajo.

6. Responsables

6.1. Control del procedimiento de trabajo

En primera instancia el responsable de velar con el control del presente documento es el Gerente General de la empresa GLP Chalpón Servicios Generales SAC.

6.2. Ejecución del procedimiento de trabajo

Los responsables de poner en práctica el presente procedimiento de trabajo son el Supervisor de Producción de la empresa GLP Chalpón Servicios Generales SAC., y el Jefe de Producción.

7. Documentos relacionados

- DAP actual
- DAP mejorado
- CARACT-GRAN-02
- PT-GRAN-01

8. Descripción

- 8.1. **Granallado:** Se realiza el granallado del balón de gas el cual consiste en la limpieza integral y superficial con la finalidad de prolongar el tiempo de uso y vida del balón, esto se ejecuta por 55 segundos por balón.

PROCEDIMIENTO DE TRABAJO			
SUBPROCESO DE INSPECCIÓN DE GRANALLADO Y PINTADO			
Código: PT- GRAPI-01	Descripción: Manual estandarizado de trabajo del subproceso de inspección de granallado y pintado		
Realizado: Pérez Bances Daniel Joaquín	Revisado/Aprobado: Gerente General	Tarea realizada por: Operarios	

1. Introducción

GLP Chalpón Servicios Generales SAC., se dedica a brindar servicios de mantenimiento de balones contenedores de GLP a plantas envasadoras de dicho combustible la cual se encuentra ubicada en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, Perú.

La finalidad de este manual de procedimiento de trabajo es explicar las acciones que se deben realizar de manera sistemática para satisfacer las metas del subproceso de inspección de granallado y pintado para tener un balón preparado eficientemente para el proceso de inspección de pintado y secado.

2. Objetivo

Realizar un control efectivo y verificar la estandarización del procedimiento de trabajo en el subproceso de inspección de granallado y pintado del mantenimiento del balón de gas.

3. Objetivos específicos

- Establecer el procedimiento de trabajo por los operarios
- Controlar las variables de medición
- Realizar adecuadamente la inspección de granallado y pintado de los balones de gas
- Cumplir con los tiempos establecidos.

4. Alcance

El presente documento tiene un alcance para todos los trabajadores del área de producción de mantenimiento de balones contenedores de GLP de la empresa GLP Chalpón Servicios Generales SAC.

5. Definiciones

- 5.1. **Caracterización del proceso:** Estandarización de la calidad de un proceso mediante alcances e indicadores de control.
- 5.2. **Variable de control:** Medición o forma de control de los indicadores cuantitativos de un proceso o actividad.
- 5.3. **Mantenimiento:** Actividad de revisión periódica a fin de mejorar y controlar la durabilidad de un objeto.
- 5.4. **Preparación:** Instrucciones generales de preparar un objeto a fin de dar inicio otra actividad.
- 5.5. **Estandarización:** Proceso sistemático y controlado de una operación, actividad o proceso de trabajo.

6. Responsables

6.1. Control del procedimiento de trabajo

En primera instancia el responsable de velar con el control del presente documento es el Gerente General de la empresa GLP Chalpón Servicios Generales SAC.

6.2. Ejecución del procedimiento de trabajo

Los responsables de poner en práctica el presente procedimiento de trabajo son el Supervisor de Producción de la empresa GLP Chalpón Servicios Generales SAC., y el Jefe de Producción.

7. Documentos relacionados

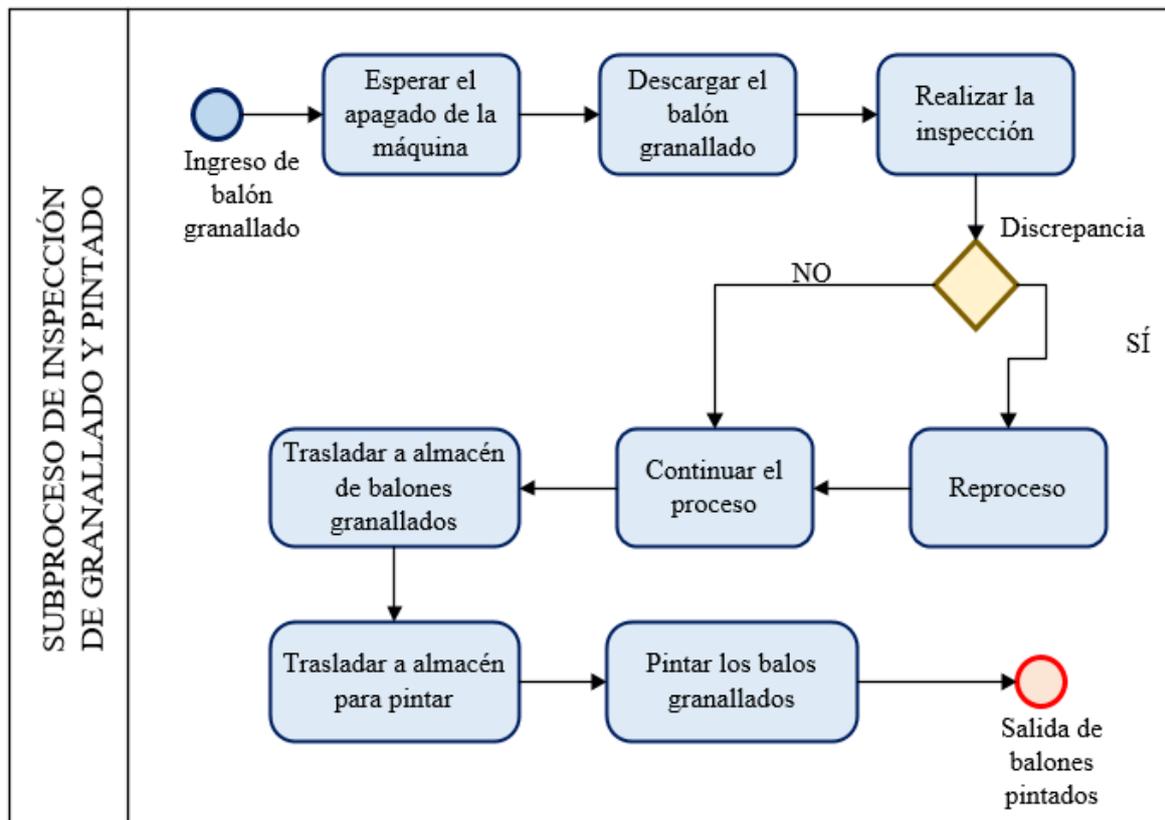
- DAP actual
- DAP mejorado
- CARACT-GRAPI-03
- PT-GRAPI-01

8. Descripción

- 8.1. **Espera por apagado de máquina granalladora:** Para proseguir con la inspección de granallado se tiene que esperar a que la máquina se apague por un tiempo de 1,5 segundos por balón.

- 8.2. Descarga de máquina granalladora:** Luego se realiza la descarga de los balones de gas de la máquina granalladora por un tiempo de 10 segundos por balón
- 8.3. Inspección de balones granallados:** Asimismo, se efectúa la inspección de los balones granallados a fin de identificar los servicios defectuosos en ese proceso, por un tiempo de 8 segundos por balón.
- 8.4. Traslado a almacén de balones granallados:** Luego se traslada los balones al almacén con un tiempo de 1 segundo por balón.
- 8.5. Traslado a almacén para pintar:** Después de ser almacenados los balones granallados son trasladados al área de pintura por un tiempo de 1,5 segundos por balón.
- 8.6. Pintura de balones granallados:** Finalmente se realiza el pintado de los balos granallados por un tiempo de 32 segundos por balón.

9. Flujograma



PROCEDIMIENTO DE TRABAJO			
SUBPROCESO DE INSPECCIÓN DE PINTADO Y SECADO			
Código: PT- PISE-01	Descripción: Manual estandarizado de trabajo del subproceso de inspección de pintado y secado		
Realizado: Pérez Bances Daniel Joaquín	Revisado/Aprobado: Gerente General	Tarea realizada por: Operarios	

1. Introducción

GLP Chalpón Servicios Generales SAC., se dedica a brindar servicios de mantenimiento de balones contenedores de GLP a plantas envasadoras de dicho combustible la cual se encuentra ubicada en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, Perú.

La finalidad de este manual de procedimiento de trabajo es explicar las acciones que se deben realizar de manera sistemática para satisfacer las metas del subproceso de inspección de pintado y secado para tener un balón eficientemente respecto a su mantenimiento y listo para su envasado.

2. Objetivo

Realizar un control efectivo y verificar la estandarización del procedimiento de trabajo en el subproceso de inspección de pintado y secado del mantenimiento del balón de gas.

3. Objetivos específicos

- Establecer el procedimiento de trabajo por los operarios
- Controlar las variables de medición
- Realizar adecuadamente la inspección de pintado y secado de los balones de gas
- Cumplir con los tiempos establecidos.

4. Alcance

El presente documento tiene un alcance para todos los trabajadores del área de producción de mantenimiento de balones contenedores de GLP de la empresa GLP Chalpón Servicios Generales SAC.

5. Definiciones

- 5.1. **Caracterización del proceso:** Estandarización de la calidad de un proceso mediante alcances e indicadores de control.
- 5.2. **Variable de control:** Medición o forma de control de los indicadores cuantitativos de un proceso o actividad.
- 5.3. **Mantenimiento:** Actividad de revisión periódica a fin de mejorar y controlar la durabilidad de un objeto.
- 5.4. **Preparación:** Instrucciones generales de preparar un objeto a fin de dar inicio otra actividad.
- 5.5. **Estandarización:** Proceso sistemático y controlado de una operación, actividad o proceso de trabajo.

6. Responsables

6.1. Control del procedimiento de trabajo

En primera instancia el responsable de velar con el control del presente documento es el Gerente General de la empresa GLP Chalpón Servicios Generales SAC.

6.2. Ejecución del procedimiento de trabajo

Los responsables de poner en práctica el presente procedimiento de trabajo son el Supervisor de Producción de la empresa GLP Chalpón Servicios Generales SAC., y el Jefe de Producción.

7. Documentos relacionados

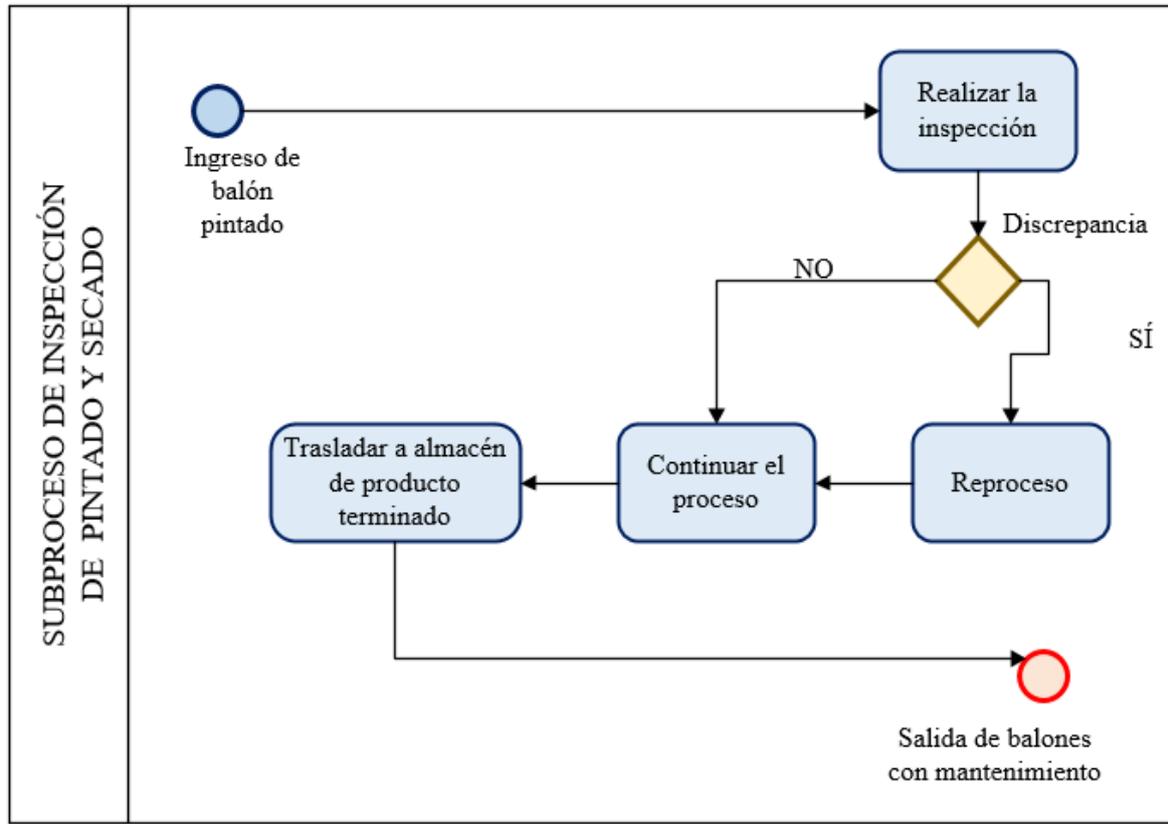
- DAP actual
- DAP mejorado
- CARACT-PISE-04
- PT-PISE-01

8. Descripción

- 8.1. **Inspección de balones pintados:** Se efectúa la inspección de los balones pintados a fin de identificar los servicios defectuosos en ese proceso, por un tiempo de 19,5 segundos por balón.

- 8.2. Secado de balones:** Luego se realiza el secado de los balones con un tiempo de 20 segundos por balón.
- 8.3. Traslado a almacén de servicio terminado:** Finalmente los balones ya pintados son trasladados al almacén de servicio terminado en un tiempo de 4,5 segundos por balón.

9. Flujograma



Anexo 41. Registro de toma de tiempo preliminar del proceso mejorado

Registro de toma de tiempo final																												
Empresa: GLP Chalpón Servicios Generales SAC													Elaborado por: Daniel Joaquin Perez Bances															
Área: Producción													Proceso: Mantenimiento de balones contenedores de GLP															
N°	Proceso	Número de observaciones (segundos)																								Total (seg)		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		25	26
1	Preparación	39,5	39,5	39,8	39,4	40,2	39,7	39,5	37,8	36,9	36,9	34,3	37,9	37,0	42,0	36,9	39,7	31,6	39,4	36,9	34,3	36,9	39,3	36,9	40,3	39,0	40,2	991,9
2	Granallado Inspección	47,8	49,9	46,0	47,9	46,8	47,8	45,5	45,2	43,3	47,8	48,7	48,1	47,1	48,2	40,2	47,1	48,2	46,8	47,8	47,9	47,9	46,8	48,9	48,7	48,2	47,1	1225,7
3	de granallado y pintado Inspección	47,6	49,6	47,3	47,5	46,5	46,6	37,5	43,8	43,8	40,6	47,5	48,2	45,9	43,8	47,5	47,6	47,6	48,3	47,6	47,6	48,6	43,8	47,2	47,6	47,5	47,5	1204,6
4	de pintado y secado	42,1	43,8	42,2	42,7	40,8	40,7	42,7	42,7	40,9	39,8	47,6	46,5	42,7	42,7	43,5	46,5	47,6	42,5	42,7	42,5	42,8	42,8	47,2	42,6	41,0	42,7	1122,3

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 42. Número de muestras a estudiar del proceso mejorado

$$n = \left(\frac{40 * \sqrt{n' * \sum(x)^2 - \sum x^2}}{\sum x} \right)^2$$

Ítem	Actividades	$\sum X$	$\sum (X)^2$	# de muestras
1	Preparación	991,9	37970,8	6,00
2	Granallado	1225,7	57878,7	3,00
3	Inspección de granallado y pintado	1204,6	55985,5	6,00
4	Inspección de pintado y secado	1122,3	48560,8	4,00

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 43. Muestra de tiempo mejorado

N°	Proceso	Número de observaciones (segundos)						Tiempo promedio (min)
		1	2	3	4	5	6	
1	Preparación	39,5	39,5	39,8	39,4	40,2	39,7	39,7
2	Granallado	47,8	49,9	46,0				47,9
3	Inspección de granallado y pintado	47,6	49,6	47,3	47,5	46,5	46,6	47,5
4	Inspección de pintado y secado	42,1	43,8	42,2	42,7			42,7

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 44. Tiempo estándar del proceso mejorado

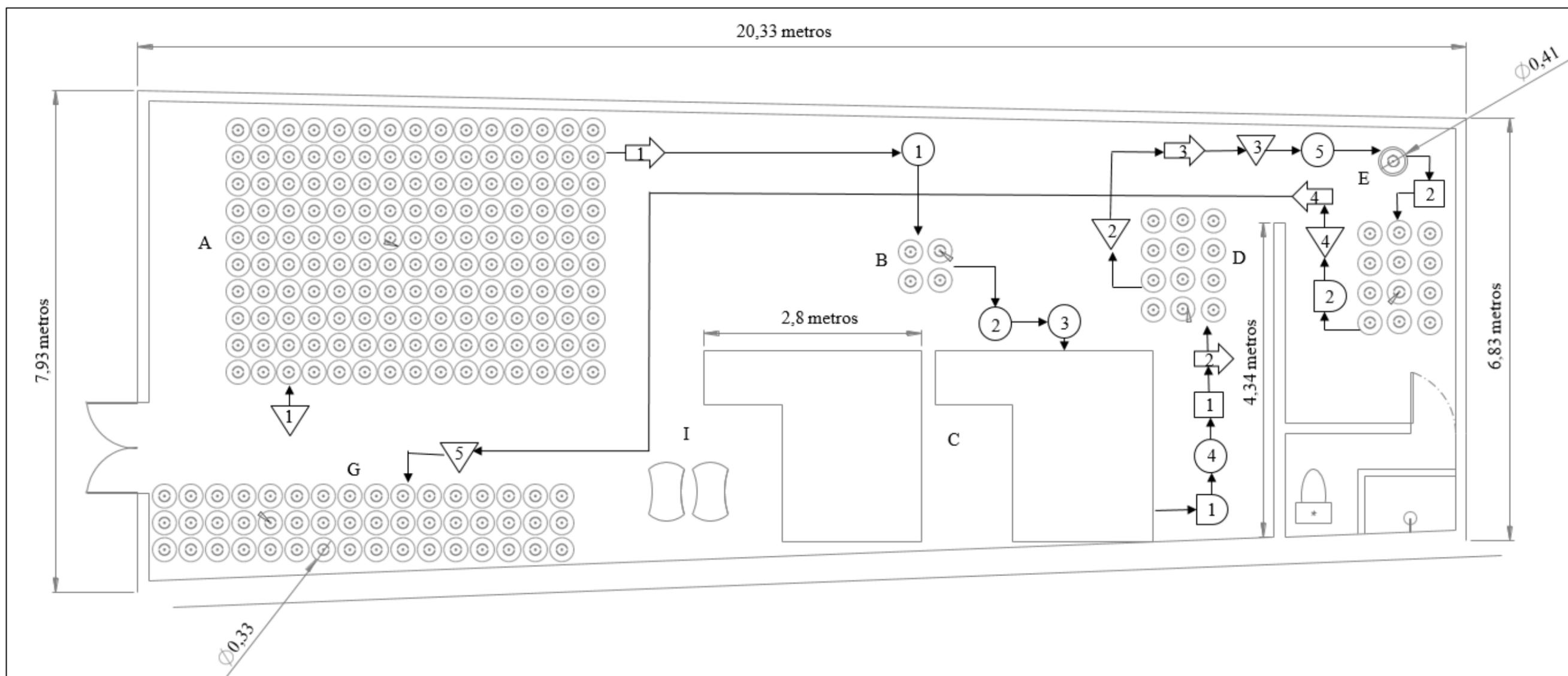
N°	Actividades	Tiempo promedio (seg)	Westinghouse				1+FC	Tiempo Normal (seg)	Tolerancia	Tiempo Estándar (seg)
			H	E	CD	CS				
1	Preparación	39,7	0,00	0,02	0,00	0,01	1,03	40,9	0,125	46,0
2	Granallado	47,9	0,00	0,02	0,00	0,01	1,03	49,3	0,125	55,5
3	Inspección de granallado y pintado	47,5	-0,05	0,00	0,05	0,01	1,01	48,0	0,125	54,0
4	Inspección de pintado y secado	42,7	-0,05	-0,03	0,00	0,00	0,92	39,1	0,125	44,0

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 45. Diagrama de análisis del proceso de mantenimiento de balones de gas

Servicio:	Mantenimiento de balones de gas	Actividad		Símbolo	Cantidad	Tiempo (segundos)		
		Operación	Inspección		6	159,5		
Proceso productivo de la distribución mejorada de la empresa GLP Chalpón Servicios Generales SAC		Transporte			4	13		
		Espera			1	1,5		
Elaborado por:	Pérez Bances Daniel Joaquín	Almacén			5	0		
		Total			18	199,5		
Subproceso	Descripción de la actividad	Valor agregado		No valor agregado		Actividad VA	Actividad NVA	
							Tiempo (segundos)	Tiempo (segundos)
Preparación	Almacén balones					X	-	-
	Traslado de balones al área de preparación			X			-	4,0
	Preparación balones para granallar	X					32,0	-
	Carga de máquina granalladora	X					10,0	-
Granallado	Granallado de balones	X					55,5	-
Inspección de granallado y pintado	Espera por apagado de máquina granalladora				X		-	1,5
	Descarga de máquina granalladora	X					10,0	-
	Inspección de balones granallados		X				8,0	-
	Traslado a almacén de balones granallados			X			-	1,0
	Almacén de balones granallados					X	-	-
	Traslado a almacén para pintar			X			-	1,5
	Almacén de balones para pintar					X	-	-
Inspección de pintado y secado	Pintura de balones granallados	X					32,0	-
	Inspección de balones pintados		X				19,5	-
	Secado de balones	X					20,0	-
	Almacén de balones pintados					X	-	-
	Traslado a almacén de servicio terminado			X			-	4,5
	Almacén de servicio terminado					X	-	-
Total		6	2	4	1	5	187,0	12,5

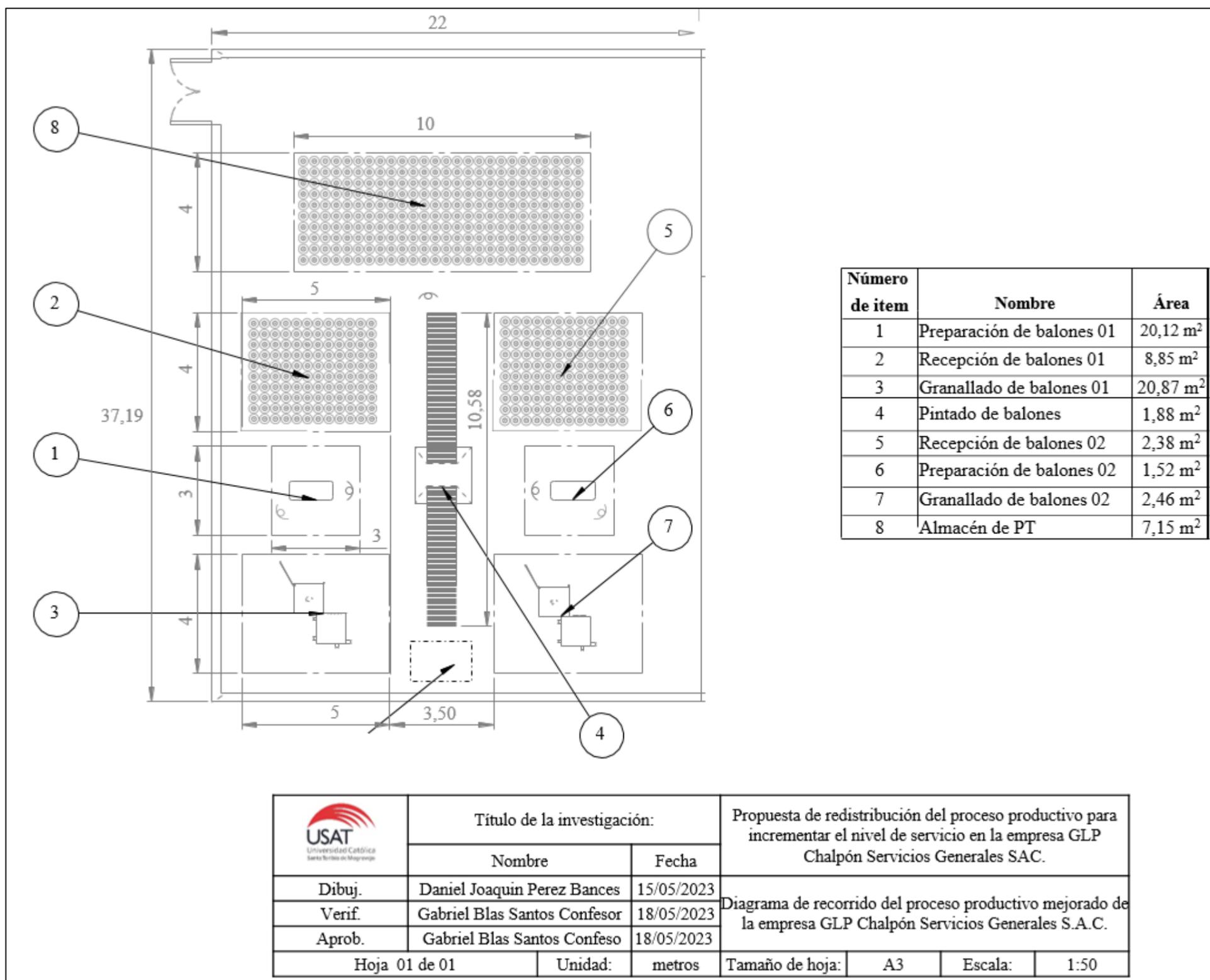
Anexo 46. Diagrama de recorrido del proceso productivo actual



Item	Nombre	Área
A	Área de recepción	20,12 m ²
B	Área de preparación	8,85 m ²
C	Área de granallado	20,87 m ²
D	Almacén de balones granallados	2,46 m ²
E	Área de pintado	1,88 m ²
F	Almacén de balones pintados	2,38 m ²
G	Almacén de producto terminado	7,15 m ²
H	Duchas, vestidores y SSHH	3,11 m ²
I	Almacén de insumos	1,52 m ²

	Título de la investigación:		Propuesta de redistribución del proceso productivo para incrementar el nivel de servicio en la empresa GLP Chalpón Servicios Generales SAC.	
	Nombre	Fecha		
Dibuj.	Daniel Joaquin Perez Bances	15/05/2023	Diagrama de recorrido del proceso productivo actual de la empresa GLP Chalpón Servicios Generales S.A.C.	
Verif.	Gabriel Blas Santos Confesor	18/05/2023		
Aprob.	Gabriel Blas Santos Confeso	18/05/2023		
Hoja 01 de 01		Unidad: metros	Tamaño de hoja: A3	Escala: 1:50

Anexo 48. Diagrama de recorrido del proceso productivo mejorado



Anexo 49. Cuestionario de la tasa de polivalencia

CUESTIONARIO

Estimados colaboradores de la empresa GLP Chalpón Servicios Generales SAC, el presente cuestionario tiene como finalidad evaluar la polivalencia de los trabajadores por la cual, deberá leer cada ítem y responder con una equis (X), no existe respuesta incorrecta ni correcta, por lo que, se requiere su mayor honestidad.

3. Información general

- **Sexo:**
- **Edad:**
- **Experiencia laboral**
- **Puesto de trabajo:**

4. Proceso de mantenimiento de balón de gas

Preguntas	No cuenta con formación y cualificación	Formación básica	Formación avanzada	Formación avanzada y cualificado	Cualificado y experto	Experto y capaz de enseñar a los demás
¿Cómo se considera en la operación de Preparación?						
¿Cómo se considera en la operación de Carga de granallado?						
¿Cómo se considera en la operación de Granallado?						
¿Cómo se considera en la operación de Descarga de granallado?						
¿Cómo se considera en la operación de Inspección de granallado?						
¿Cómo se considera en la operación de Pintado?						
¿Cómo se considera en la operación de Inspección de pintado?						
¿Cómo se considera en la operación de Secado?						

Muchas gracias.

Anexo 50. Registro de polivalencia actual

Operarios	Procesos									TOTAL	PTJ MEDIO	# proceso cualificado	% proceso cualificado
	Preparación	Carga de granallado	Granallado	Descarga de granallado	Inspección de granallado	Pintado	Inspección de pintado	Secado					
Operario 1 (A)	4	4	0	0	0	0	4	3	15	1,9	4	50%	
Operario 2 (B)	0	0	2	2	3	3	0	0	10	1,3	2	25%	
Operario 3 (C)	0	0	5	4	0	0	0	3	12	1,5	3	38%	
Operario 4 (D)	0	0	0	0	5	3	4	5	17	2,1	4	50%	
TOTAL	4	4	7	6	8	6	8	11	54	6,8	13		
PUNTAJE MEDIO	1,0	1,0	1,8	1,5	2,0	1,5	2,0	2,8					
# de operarios cualificados para el proceso	1	1	1	1	2	2	2	3					
% de operarios cualificados para el proceso	25%	25%	25%	25%	50%	50%	50%	75%					

Tasa de polivalencia	# de procesos ejecutados el trabaj	# de trabaj	# de oper.	TP
	13	4	8	40,63%
% de trabajadores polivalentes	# de trabaj cualif para más de 1 proceso	Total, de trabaj de la sección		%TP
	3	4		75%
% de procesos dominantes	# de procesos para más de 1 trabaj. cualif.	Total, de procesos de la sección		%PD
	4	8		50%

Anexo 51. Programa de capacitación

RAZÓN SOCIAL		DOMICILIO		RUC				
GLP Chalpón Servicios Generales SAC		Car. Pimentel Km. 4 Otr. las Pampas de Pimentel - Lambayeque		20601608210				
Objetivo		Cumplir la ejecución de las capacitaciones a los trabajadores						
Indicador		(N° de capacitaciones efectuadas/ N° de capacitaciones planificadas)x100						
N°	Temario	Meta	Avance	Semana 1 y semana 2				
				L	M	M	J	V
1	Herramientas de Lean Manufacturing	100%	P 1	X				
			E 100%					
2	Estudio de tiempos	100%	P 1		X			
			E 100%					
3	Procedimiento estandarizado	100%	P 1			X		
			E 100%					
4	Caracterización de las actividades	100%	P 1				X	
			E 100%					
5	Registro de control de indicadores	100%	P 1					X
			E 100%					
6	Técnicas de preparación y carga de granallado	100%	P 1	X				
			E 100%					
7	Técnicas de granallado y descarga	100%	P 1		X			
			E 100%					
8	Técnicas de pintado y secado	100%	P 1			X		
			E 100%					
9	Técnicas de inspección	100%	P 1				X	
			E 100%					
10	Caso de éxitos del Lean Manufacturing	100%	P 1					X
			E 100%					

Anexo 52. MOF del área de producción

PERFIL DE PUESTO DE TRABAJO SUBPROCESO DE PREPARACIÓN		
Código: PPT- PREP-01	Descripción: Manual de organización de función del puesto de trabajo para el subproceso de preparación	
Realizado: Pérez Bances Daniel Joaquín	Revisado/Aprobado: Gerente General	Tarea realizada por: Operarios

1. Introducción

GLP Chalpón Servicios Generales SAC., se dedica a brindar servicios de mantenimiento de balones contenedores de GLP a plantas envasadoras de dicho combustible la cual se encuentra ubicada en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, Perú.

La finalidad de este manual de organización y función del puesto de trabajo es efectuarlo de manera sistemática para satisfacer las metas del subproceso de preparación y tener un balón preparado eficientemente para el proceso de granallado.

2. Objetivo

Realizar un control efectivo y verificar el perfil del puesto de trabajo para el operario de preparación de mantenimiento de balones de gas.

3. Datos generales

- Puesto de trabajo: Operario de preparación.
- Área: Producción.
- Servicio: Mantenimiento de balones de gas.

4. Relación del puesto

- Supervisado por: Supervisor y Jefe de producción.
- Supervisa a: Ningún trabajador.

5. Funciones y responsabilidades

- Realizar el almacenamiento de los balones de gas brindados por los clientes.
- Codificar y clasificar el lote de producción en base a la orden de trabajo.
- Trasladar con cuidado los balones de gas.
- Realizar la preparación de los balones de gas.
- Efectuar la carga de los balones de gas en la máquina de granalladora.
- Cumplir con el procedimiento estandarizado.
- Asistir a las charlas de SST.
- Asistir a las capacitaciones programadas.
- Cumplir con el reglamento interno de SST.
- Emplear efectivamente los EPPS.
- Velar por la conservación de los EPPS.
- Identificar los servicios defectuosos o irregulares.
- Asistir a las labores indicadas por el supervisor o jefe de producción.
- Realizar un reporte de los servicios atendidos durante su jornada laboral.

6. Requerimiento

- Educación: Secundaria completa o técnico industrial.
- Experiencia: 6 meses deseable.
- Conocimientos: Preparación de balones de gas, Normas de SST, ofimática nivel básico.
- Perfil médico: Gozar de una salud buena a nivel mental y física.

7. Otros requerimientos

- Género: Irrelevante.
- Cantidad: 1.
- Disponibilidad de viajar: No.
- Género: Irrelevante.
- Edad: 25 a 35 años.
- Imagen: Prevalecer un cuidado personal mediante una presentación óptima.
- Religión: Irrelevante.

PERFIL DE PUESTO DE TRABAJO SUBPROCESO DE GRANALLADO			
Código: PPT- GRAN-01	Descripción: Manual de organización de función del puesto de trabajo para el subproceso de granallado		
Realizado: Pérez Bances Daniel Joaquín	Revisado/Aprobado: Gerente General	Tarea realizada por: Operarios	

1. Introducción

GLP Chalpón Servicios Generales SAC., se dedica a brindar servicios de mantenimiento de balones contenedores de GLP a plantas envasadoras de dicho combustible la cual se encuentra ubicada en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, Perú.

La finalidad de este manual de organización y función del puesto de trabajo es efectuarlo de manera sistemática para satisfacer las metas del subproceso de granallado y tener un balón eficientemente para el proceso de inspección de granallado y pintado.

2. Objetivo

Realizar un control efectivo y verificar el perfil del puesto de trabajo para el operario de granallado de mantenimiento de balones de gas.

3. Datos generales

- Puesto de trabajo: Operario de granallado.
- Área: Producción.
- Servicio: Mantenimiento de balones de gas.

4. Relación del puesto

- Supervisado por: Supervisor y Jefe de producción.
- Supervisa a: Ningún trabajador.

5. Funciones y responsabilidades

- Verificar la orden de trabajo de los balones de gas brindados por los clientes.

- Realizar el granallado de los balones de gas
- Cumplir con el procedimiento estandarizado.
- Asistir a las charlas de SST.
- Asistir a las capacitaciones programadas.
- Cumplir con el reglamento interno de SST.
- Emplear efectivamente los EPPS.
- Velar por la conservación de los EPPS.
- Identificar los servicios defectuosos o irregulares.
- Asistir a las labores indicadas por el supervisor o jefe de producción.
- Realizar un reporte de los servicios atendidos durante su jornada laboral.

6. Requerimiento

- Educación: Secundaria completa o técnico industrial.
- Experiencia: 1 año deseable.
- Conocimientos: Granallado de balones de gas, Normas de SST, ofimática nivel básico.
- Perfil médico: Gozar de una salud buena a nivel mental y física.

7. Otros requerimientos

- Género: Irrelevante.
- Cantidad: 2.
- Disponibilidad de viajar: No.
- Género: Irrelevante.
- Edad: 25 a 35 años.
- Imagen: Prevalecer un cuidado personal mediante una presentación óptima.
- Religión: Irrelevante.

PERFIL DE PUESTO DE TRABAJO			
SUBPROCESO DE INSPECCIÓN DE GRANALLADO Y PINTADO			
Código: PPT- GRAPI-01	Descripción: Manual de organización de función del puesto de trabajo para el subproceso de inspección de granallado y pintado		
Realizado: Pérez Bances Daniel Joaquín	Revisado/Aprobado: Gerente General	Tarea realizada por: Operarios	

1. Introducción

GLP Chalpón Servicios Generales SAC., se dedica a brindar servicios de mantenimiento de balones contenedores de GLP a plantas envasadoras de dicho combustible la cual se encuentra ubicada en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, Perú.

La finalidad de este manual de organización y función del puesto de trabajo es efectuarlo de manera sistemática para satisfacer las metas del subproceso de inspección de granallado y pintado para tener un balón eficientemente para el proceso de inspección de pintado y secado.

2. Objetivo

Realizar un control efectivo y verificar el perfil del puesto de trabajo para el operario de inspección de granallado y pintado de mantenimiento de balones de gas.

3. Datos generales

- Puesto de trabajo: Operario de inspección de granallado y pintado.
- Área: Producción.
- Servicio: Mantenimiento de balones de gas.

4. Relación del puesto

- Supervisado por: Supervisor y Jefe de producción.
- Supervisa a: Ningún trabajador.

5. Funciones y responsabilidades

- Verificar el correcto apagado de la maquinaria de granallado.

- Realizar correctamente la descarga de los balones de gas de la máquina de granallado.
- Efectuar la inspección de los balones granallados.
- Trasladar con cuidado los balones granallados al área de almacén.
- Efectuar correctamente el pintado de los balones de gas.
- Cumplir con el procedimiento estandarizado.
- Asistir a las charlas de SST.
- Asistir a las capacitaciones programadas.
- Cumplir con el reglamento interno de SST.
- Emplear efectivamente los EPPS.
- Velar por la conservación de los EPPS.
- Identificar los servicios defectuosos o irregulares.
- Asistir a las labores indicadas por el supervisor o jefe de producción.
- Realizar un reporte de los servicios atendidos durante su jornada laboral.

6. Requerimiento

- Educación: Secundaria completa o técnico industrial.
- Experiencia: 6 meses deseable.
- Conocimientos: Preparación de balones de gas, Normas de SST, ofimática nivel básico.
- Perfil médico: Gozar de una salud buena a nivel mental y física.

7. Otros requerimientos

- Género: Irrelevante.
- Cantidad: 1.
- Disponibilidad de viajar: No.
- Género: Irrelevante.
- Edad: 25 a 35 años.
- Imagen: Prevaler un cuidado personal mediante una presentación óptima.
- Religión: Irrelevante.

PERFIL DE PUESTO DE TRABAJO SUBPROCESO DE INSPECCIÓN DE PINTADO Y SECADO			
Código: PPT- PISE-01	Descripción: Manual de organización de función del puesto de trabajo para el subproceso de inspección de pintado y secado		
Realizado: Pérez Bances Daniel Joaquín	Revisado/Aprobado: Gerente General	Tarea realizada por: Operarios	

1. Introducción

GLP Chalpón Servicios Generales SAC., se dedica a brindar servicios de mantenimiento de balones contenedores de GLP a plantas envasadoras de dicho combustible la cual se encuentra ubicada en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, Perú.

La finalidad de este manual de organización y función del puesto de trabajo es efectuarlo de manera sistemática para satisfacer las metas del subproceso de inspección de pintado y secado para tener un balón eficientemente respecto a su mantenimiento y listo para su envasado.

2. Objetivo

Realizar un control efectivo y verificar el perfil del puesto de trabajo para el operario de inspección de pintado y secado de mantenimiento de balones de gas.

3. Datos generales

- Puesto de trabajo: Operario de inspección de pintado y secado.
- Área: Producción.
- Servicio: Mantenimiento de balones de gas.

4. Relación del puesto

- Supervisado por: Supervisor y Jefe de producción.
- Supervisa a: Ningún trabajador.

5. Funciones y responsabilidades

- Inspeccionar los balones pintados.
- Verificar el secado de los balones de gas.

- Trasladar con cuidado los balones granallados al área de almacén.
- Efectuar correctamente el pintado de los balones de gas.
- Cumplir con el procedimiento estandarizado.
- Asistir a las charlas de SST.
- Asistir a las capacitaciones programadas.
- Cumplir con el reglamento interno de SST.
- Emplear efectivamente los EPPS.
- Velar por la conservación de los EPPS.
- Identificar los servicios defectuosos o irregulares.
- Asistir a las labores indicadas por el supervisor o jefe de producción.
- Realizar un reporte de los servicios atendidos durante su jornada laboral.

6. Requerimiento

- Educación: Secundaria completa o técnico industrial.
- Experiencia: 6 meses deseable.
- Conocimientos: Preparación de balones de gas, Normas de SST, ofimática nivel básico.
- Perfil médico: Gozar de una salud buena a nivel mental y física.

7. Otros requerimientos

- Género: Irrelevante.
- Cantidad: 1.
- Disponibilidad de viajar: No.
- Género: Irrelevante.
- Edad: 25 a 35 años.
- Imagen: Prevalecer un cuidado personal mediante una presentación óptima.
- Religión: Irrelevante.

Anexo 53. Registro de polivalencia mejorada

Operarios	Procesos				TOTAL	PTJ MEDIO	# proceso cualificado	% proceso cualificado
	Preparación	Granallado	Inspección de granallado y pintado	Inspección de pintado y secado				
Operario 1 (A)	4	0	0	4	8	2,0	2	50%
Operario 2 (C)	0	3	3	0	6	1,5	2	50%
Operario 3 (D)	0	5	0	3	8	2,0	2	50%
Operario 4 (E)	0	0	4	5	9	2,3	2	50%
TOTAL	4	8	7	12	31	7,8	8	
PUNTAJE MEDIO	1,0	2,0	1,8	3,0				
# de operarios cualificados para el proceso	1	2	2	3				
% de operarios cualificados para el proceso	25%	50%	50%	75%				

Tasa de polivalencia	# de procesos ejecutados el trabaj	# de trabaj	# de oper.	TP
	8	4	4	50%
% de trabajadores polivalentes	# de trabaj cualif para más de 1 proceso	Total, de trabaj de la sección		%TP
	4	4		100,00%
% de procesos dominantes	# de procesos para más de 1 trabaj. cualif.	Total, de procesos de la sección		%PD
	3	4		75,0%

Anexo 54. Inversión de la mejora del proceso productivo

Presupuesta de inversión para la Estandarización	Cantidad (und)	Precio	Total
Laptop	1	S/2 499,00	S/2 499,00
Impresora multifuncional	1	S/679,00	S/679,00
Papel-bond (500 hojas)	1	S/16,20	S/16,20
Lapicero	12	S/0,70	S/8,40
Archivadores	1	S/6,40	S/6,40
Capacitaciones	6	S/110,00	S/660,00
Proyector	1	S/3 279,00	S/3 279,00
Cabina de pintura	1	S/10 000,00	S/10 000,00
Faja de rodillo	2	S/2 500,00	S/5 000,00
Cronómetro	1	S/120,00	S/120,00
Tablero de madera	2	S/8,80	S/17,60
TOTAL	29		S/22 285,60

Presupuesta de inversión para la Manufactura celular	Cantidad (und)	Precio	Total
Papel-bond (500 hojas)	1	S/16,20	S/16,20
Lapicero	12	S/0,70	S/8,40
Archivadores	1	S/6,40	S/6,40
Rediseño del área	1	S/52 484,81	S/52 484,81
TOTAL	15		S/52 515,81

Presupuesta de inversión para Shojinka	Cantidad (und)	Precio	Total
Papel-bond (500 hojas)	1	S/16,20	S/16,20
Lapicero	12	S/0,70	S/8,40
Archivadores	1	S/6,40	S/6,40
Capacitaciones	6	S/110,00	S/660,00
TOTAL	20		S/691,00

Anexo 55. Costos anuales de la mejora del proceso productivo

Etapa	Ítem	Cantidad (und)	Precio	Sub total	Total
Estandarización	Auditorias	12	S/60,00	S/720,00	
	Asistente de producción	12	S/1 500,00	S/18 000,00	S/19 440,00
	Capacitaciones	12	S/60,00	S/720,00	
Manufactura celular	Señalización	24	S/8,80	S/211,20	
	Útiles de limpieza	12	S/150,00	S/1 800,00	S/2 731,20
	Capacitaciones	12	S/60,00	S/720,00	
Total					S/22 171,20

Anexo 56. Gastos administrativos y ventas de la mejora del proceso productivo

Descripción	Cantidad total	Gasto unitario (S/.)	Gasto total (S/.)
Papel-bond (500 hojas)	36	S/16,20	S/583,20
Lapicero	144	S/0,70	S/100,80
Archivadores	24	S/6,40	S/153,60
Tinta de impresión	36	S/15,00	S/540,00
TOTAL			S/1 377,60

Anexo 57. Depreciación de los tangibles de la mejora del proceso productivo

Descripción	Activos Total	Unidades	Valor Por Depreciar	Años Por Depreciar	Depreciación anual
Laptop	S/2 499,00	1	S/2 499,00	4	S/624,75
Cabina de pintura	S/10 000,00	1	S/10 000,00	5	S/2 000,00
Faja de rodillo	S/2 500,00	2	S/5 000,00	5	S/1 000,00
Impresora multifuncional	S/679,00	1	S/679,00	4	S/169,75
Proyector	S/3 279,00	1	S/3 279,00	4	S/819,75
Cronómetro	S/120,00	1	S/120,00	4	S/30,00
Total			S/21 577,00		S/4 644,25

Anexo 58. Beneficios de la mejora del proceso productivo

Beneficio	Antes de la mejora	Después de la mejora	Ahorro
Servicios no atendidos	S/244 219,50	S/142 331,12	S/101 888,38
Servicios entregados a destiempo	S/26 369,00	S/19 043,69	S/7 325,31
Total			S/109 213,68

Anexo 59. Flujo de caja de la mejora del proceso productivo

Flujo de caja				
Año	0	1	2	3
Utilidad después de impuestos		S/57 119,55	S/57 119,55	S/57 119,55
Depreciación		S/4 644,25	S/4 644,25	S/4 644,25
Inversión	S/75 492,41			
Año	0	1	2	3
FNE	-S/75 492,41	S/61 763,80	S/61 763,80	S/61 763,80
VAN	S/46 745,77			
TIR	62,88%		TMAR	24,07%
Año	0	1	2	3
Ingresos		S/109 213,68	S/109 213,68	S/109 213,68
Egresos	S/75 492,41	S/47 449,89	S/47 449,89	S/47 449,89
VAN Ingresos	S/216 147,37			
VAN Egresos	S/169 401,60			
B/C	1,28			