



# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“DISEÑO DE MEJORA DEL PROCESO DE SOLDADURA DE SILO DE CAL 18 TN PARA REDUCIR COSTOS DE FABRICACIÓN EN LA EMPRESA METAL INDUSTRIA HVA S.R.L.”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Industrial

Autor:

Bach. Thalía Analy Namoc León

Asesor:

Mg. Ing. Christian Martin Quezada Machado

Cajamarca - Perú

2020

## DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada:

A Dios por ser mi guía y por brindarme salud para así cumplir con mis objetivos permitiéndome llegar hasta este punto de mi carrera, además por su infinita bondad y amor.

A mis padres por brindarme su apoyo incondicional y por ser un pilar fundamental en todo lo que soy tanto académica como de la vida.

A mi hermana, por su confianza y por su constante apoyo en verme realizada.

A todos mis familiares que estuvieron a mi lado y me brindaron su apoyo durante la realización de este proyecto.

## AGRADECIMIENTO

A la Universidad Privada del Norte por contar con una plana docente de calidad que han sabido impartir los conocimientos necesarios y adecuados para una formación académica competitiva y con valor humano.

A mi asesor el Ing. Christian Martin Quezada Machado, por brindarme su constante apoyo, paciencia y tiempo, además de sus acertadas sugerencias y comentarios que contribuyeron a la realización y culminación del trabajo.

A la empresa Metal Industria HVA S.R.L., por facilitarme el acceso a sus instalaciones y llevar a cabo la realización del presente trabajo.

A mi familia Namoc León por el apoyo incondicional y la confianza depositada en mí para lograr culminar la realización de este trabajo.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTO .....	II
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	III
ÍNDICE DE TABLAS.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VI
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	VII
ÍNDICE DE ANEXOS.....	VIII
RESUMEN.....	IX
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Realidad problemática.....	1
1.2. Formulación del problema .....	7
1.3. Objetivos .....	7
1.3.1. <i>Objetivo general</i> .....	7
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	7
1.4. Hipótesis .....	7
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....</b>	<b>8</b>
2.1. Tipo de investigación .....	8
2.2. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos .....	8
2.2.1. <i>Técnicas de recolección de datos</i> .....	8
2.2.2. <i>Instrumentos de recolección de datos</i> .....	8
2.2.3. <i>De procesamiento de información</i> .....	10
2.3. Matriz de Operacionalización de Variables .....	11
2.4. Procedimiento .....	12
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>14</b>
3.1. Diagnóstico situacional del área de estudio.....	14
3.1.1. <i>Descripción de la empresa</i> .....	14
3.1.2. <i>Descripción del área</i> .....	15

3.1.3.	<i>Diagrama de procesos</i> .....	15
3.1.4.	<i>Distribución del área</i> .....	18
3.1.5.	<i>Diagrama de Ishikawa del diagnóstico situacional del proceso actual</i> .....	19
3.2.	<b>Resultados de indicadores del diagnóstico – Matriz de Operacionalización de variables</b> .....	23
3.2.1.	<i>Tiempo promedio</i> .....	23
3.2.2.	<i>Tiempo normal</i> .....	25
3.2.3.	<i>Tiempo estándar</i> .....	26
3.2.4.	<i>Balance de Línea</i> .....	28
3.2.5.	<i>Las 5S</i> .....	30
3.2.6.	<i>Costo de mano de obra</i> .....	33
3.2.7.	<i>Costo de materiales</i> .....	34
3.2.8.	<i>Costo por reproceso</i> .....	35
3.2.9.	<i>Costo por almacenamiento</i> .....	35
3.3.	<b>Diseño de la propuesta de mejora</b> .....	36
3.3.1.	<i>Diseño de mejora de las 5S</i> .....	36
3.3.2.	<i>Diseño de mejora del Programa de Capacitación a Operarios</i> .....	49
3.3.3.	<i>Diseño de mejora de los tiempos de procesos</i> .....	51
3.3.4.	<i>Diseño de mejora del Balance de Línea</i> .....	53
3.3.5.	<i>Resultados del Diseño de mejora</i> .....	56
3.4.	<b>Análisis Económico</b> .....	59
3.4.1.	<i>Inversión de Activos Intangibles</i> .....	59
3.4.2.	<i>Indicadores De Ahorro</i> .....	60
3.4.3.	<i>Cálculo del CPPC</i> .....	61
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b> .....		<b>62</b>
4.1	<b>Discusión</b> .....	62
4.2	<b>Conclusiones</b> .....	63
<b>REFERENCIAS</b> .....		<b>64</b>
<b>ANEXOS</b> .....		<b>67</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Estructura de recolección de datos. ....	8
<b>Tabla 2:</b> Detalle de técnicas e instrumentos de recolección de datos. ....	9
<b>Tabla 3:</b> Operacionalización de Variables .....	11
<b>Tabla 4:</b> Variable Independiente.....	23
<b>Tabla 5:</b> Tiempo Promedio del Proceso: Silo de cal 18Tn .....	24
<b>Tabla 6:</b> Método de Evaluación Westinghouse .....	25
<b>Tabla 7:</b> Tiempo Normal del Proceso: Silo de cal 18 Tn .....	26
<b>Tabla 8:</b> Connotación para hallar el tiempo estándar.....	27
<b>Tabla 9:</b> Tiempo Estándar del Proceso: Silo de cal 18 Tn .....	28
<b>Tabla 10:</b> Línea de producción de silo de cal 18 Tn.....	29
<b>Tabla 11:</b> Check List de la 5S.....	31
<b>Tabla 12:</b> Variable Dependiente .....	33
<b>Tabla 13:</b> Costo de mano de obra .....	34
<b>Tabla 14:</b> Costo de materiales.....	35
<b>Tabla 15:</b> Costo de Reproceso .....	35
<b>Tabla 16:</b> Cronograma del diseño de mejora. ....	43
<b>Tabla 17:</b> Diseño de mejora del Check List de las 5S.....	47
<b>Tabla 18:</b> Lista de Capacitación en el área de soldadura .....	49
<b>Tabla 19:</b> Aspectos a tener en cuenta para la construcción de silo .....	50
<b>Tabla 20:</b> Habilidades básicas para la construcción de silo .....	50
<b>Tabla 21:</b> Tiempo del Proceso.....	51
<b>Tabla 22:</b> Determinación de tiempo normal y tiempo estándar .....	52
<b>Tabla 23:</b> Procesos en la línea de producción de silo de cal 18 Tn .....	53
<b>Tabla 24:</b> Resultados del diseño de mejora de las 5S's en el área de soldadura. ....	56
<b>Tabla 25:</b> Resumen de resultados del diagnóstico inicial de la empresa METAL INDUSTRIA HVA S.R.L en la Variable Independiente.....	57
<b>Tabla 26:</b> Resumen de resultados del diagnóstico inicial de la empresa METAL INDUSTRIA HVA S.R.L en la Variable Dependiente .....	58
<b>Tabla 27:</b> Inversión de Activos Intangibles .....	59
<b>Tabla 28:</b> Análisis de los indicadores .....	60
<b>Tabla 29:</b> Flujo de Caja Proyectado .....	60
<b>Tabla 30:</b> Indicadores de Evaluación .....	61
<b>Tabla 31:</b> Cálculo del CPPC (tasa de descuento que se utiliza para descontar los flujos de caja futuros a la hora de valorar un proyecto de inversión).....	61
<b>Tabla 32:</b> Colaboradores de la empresa Metal Industria HVA S.R.L.....	74

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Diseño de Mejora en la Empresa Metal Industria HVA S.R.L. ....	12
<b>Figura 2:</b> Organigrama de la empresa Metal Industria HVA S.R.L. ....	14
<b>Figura 3:</b> Diagrama de Procesos en Metal Industria HVA S.R.L. ....	16
<b>Figura 4:</b> Layout de la Empresa Metal Industria HVA S.R.L. ....	18
<b>Figura 5:</b> Diagrama Ishikawa de los Déficits en el Área de Soldadura en la Empresa Metal Industria HVA S.R.L. ....	19
<b>Figura 6:</b> Diagrama Ishikawa de los Sobrecostos en el Área de Soldadura en la Empresa Metal Industria HVA S.R.L. ....	21
<b>Figura 7:</b> Diagrama de Precedencia de la línea de producción de silo de cal 18 Tn.....	30
<b>Figura 8:</b> Las 5S .....	37
<b>Figura 9:</b> Diagrama de Flujo para la clasificación .....	38
<b>Figura 10:</b> Orden y estandarización .....	39
<b>Figura 11:</b> Diagrama de Precedencia de la nueva línea de producción. ....	54
<b>Figura 12:</b> Línea de Producción Balanceada del Silo de cal 18 Tn .....	55
<b>Figura 13:</b> Organigrama de la empresa Metal Industria HVA S.R.L .....	73

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<b>Ecuación 1:</b> Tiempo normal para la fabricación de silo de cal 18 Tn .....	25
<b>Ecuación 2:</b> Tiempo estándar para la fabricación de silo de cal 18 Tn .....	27
<b>Ecuación 3:</b> Eficiencia de la línea .....	30
<b>Ecuación 4:</b> Total de horas trabajadas .....	33
<b>Ecuación 5:</b> Costo de mano de obra .....	33
<b>Ecuación 6:</b> Costo de materiales .....	34
<b>Ecuación 7:</b> Tiempo de ciclo de estación de trabajo .....	54
<b>Ecuación 8:</b> Número de estaciones de trabajo .....	55
<b>Ecuación 9:</b> Eficiencia de la línea .....	56

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1:</b> Silo de cal 18 Tn .....	67
<b>Anexo 2:</b> Fabricación de silo de cal 18Tn .....	67
<b>Anexo 3:</b> Desorden de materiales en el área de trabajo.....	68
<b>Anexo 4:</b> Materiales en desorden.....	68
<b>Anexo 5:</b> Área con obstáculos para el operador .....	68
<b>Anexo 6:</b> Entrevista .....	69
<b>Anexo 7:</b> Guía De Observación.....	70
<b>Anexo 8:</b> Diagnóstico situacional de la empresa Metal Industria HVA S.R.L .....	71
<b>Anexo 9:</b> Listas de chequeos 5S (oficina).....	75
<b>Anexo 10:</b> Revisión sistemática .....	77

## RESUMEN

La presente investigación tuvo el objetivo de diseñar una mejora de procesos con la finalidad de reducir costos en la empresa METAL INDUSTRIA HVA S.R.L., orientada a brindar servicios al sector Industrial, Minero y Petróleo en la Reparación de Componentes de Maquinaria Pesada, Maestranza (Fabricación y Recuperación de Piezas), Estructuras Metálicas, Soldadura en General, así como Mantenimiento de Plantas Concentradoras y de Chancado. En la actualidad, la empresa cuenta con diferentes déficits que existen en el área de soldadura y con ayuda del Diagrama Ishikawa se identificará las posibles causas del problema que se daría al realizar en dicho producto; entre ellos tenemos la mala distribución de los equipos y/o materiales en el área de trabajo, la ineficiente gestión en el abastecimiento del material lo que incurre en costos de pérdidas y a su vez costos de almacenamiento, el no contar con un instructivo en los pasos a realizar dicho producto y por ende el costo por reproceso; por ello, esto afectaría a los costos de fabricación y a tener una menor demanda. Por tal motivo, se diseñó un modelo de mejora basado en los estudios de tiempos de los procesos, el balance de línea para alcanzar un ritmo deseado de producción y sea eficiente, herramientas de 5s para poder establecer un orden y control en el área de soldadura, y un programa de capacitación a los operarios para disminuir los reprocesos y su costo, además de fórmulas de ingeniería de métodos; la información fue proporcionada por el encargado de planta. Teniendo como resultados obtenidos un tiempo del proceso de fabricación de silo de cal 18 Tn un 986.62 min con una eficiencia de línea del 23.58% y con el diseño de mejora se redujo a 817.52 min con una eficiencia del 85.15%, con un costo total de producción de S/.16050.00, que se redujo a S/. 13299.03 lo cual representa el 82.86% del costo original obteniendo así una reducción de costo de fabricación del 17.14%; así mismo se realizó el análisis económico del diseño de mejora, y se obtiene un VAN de S/ 130,413.94 el cual es mayor a 0, un TIR de 56% en donde es mayor que un COK de 18.50% y un IR de S/. 1.94 por cada sol invertido; esto demuestra que el diseño de mejora es factible y rentable para la empresa.

**Palabras clave:** Diagrama Ishikawa, estudio de tiempo, balance de línea, herramienta de 5S, programa de capacitación.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

El sector metalmecánico en América Latina enfrenta la falta de inversión, la competencia asiática y la desindustrialización en la región, revela el estudio Cadena Metalmecánica en América Latina: Dinámica de las Inversiones, realizado por la Asociación Latinoamericana del Acero (Alacero). El estudio fue presentado durante el Congreso Latinoamericano del Acero, y la principal conclusión a la que llegó fue que la falta de inversiones está debilitando el futuro del sector metalmecánico en los países latinoamericanos que fueron objeto de investigación: Argentina, Brasil, Colombia y México. A nivel macroeconómico, el documento alerta sobre la baja tasa de inversión como proporción al Producto Interno Bruto (PIB) en la región, la cual ronda el 20% en los países analizados; pero, sobre todo, deja a la luz la muy baja participación de la cadena metalmecánica en las inversiones manufactureras, al comparar sus cifras con otras economías. La cadena metalmecánica aporta más de cuatro millones de empleos directos y casi 20 millones de empleos indirectos en los países analizados y la principal amenaza del sector radica en el creciente déficit comercial con China que creció desde 8,000 millones de dólares (mdd) en 2003 a 48,000 millones de dólares (mdd) en 2010 y 64,000 millones de dólares (mdd) en 2011. Otra conclusión a la que llega el estudio es la necesidad de un cambio cualitativo en la composición de las inversiones del sector metalmecánico que potencie la participación de los fabricantes de bienes de capital en esas inversiones. Mientras en Corea del Sur, la participación de bienes de capital en las inversiones metalmecánicas alcanzó un promedio ponderado de 69% entre 2003 y 2011, Argentina o México no superaron el 20%. En 2011, cerca del 67% de las importaciones metalmecánicas de América Latina estuvieron compuestas por equipos mecánicos y eléctricos. Sin embargo, al observar específicamente el flujo de productos metalmecánicos provenientes de China hacia la región, la concentración en estos rubros crece hasta 88%. El estudio recomienda que, para alcanzar niveles de desarrollo sostenible basado en una estrategia industrializadora, a nivel macroeconómico, los países seleccionados deberían encaminarse hacia una participación de la inversión en el PIB en el rango del 22%-25% dentro de los próximos 10 años. Por otra parte, las inversiones en maquinarias, equipos y material de transporte (inversión de calidad) deberían sostener o incrementar su participación dentro de la inversión total en niveles de 50%. (Alacero, 2013).

Según (Küppers, 2013) La inversión minera en el Perú, de gran presencia en los últimos años, impulsó el desarrollo de la industria nacional, que actualmente compite al más alto nivel internacional en producción de maquinaria minera e, incluso, para sectores como el pesquero y el de hidrocarburos. Este desarrollo es claramente visible en la evolución de las cifras de exportación de los productos del sector metalmecánico. En los últimos seis años, los envíos de dicho sector crecieron a una tasa promedio anual del 21%. El 2008, año en que la

economía mundial se vio seriamente afectada por la crisis financiera, fue cuando presentó la tasa de crecimiento más elevada (+48%), para luego dar paso a un breve periodo de desaceleración hasta 2011, cuando se registró un aumento del 20.6% respecto del año anterior. Para el 2012, el aumento de las exportaciones fue del 12%, al alcanzar un valor de US\$ 545 millones. Entre los principales destinos de exportación se encuentran EE.UU., Ecuador, Chile y Venezuela, con valores de US\$ 82 millones (+18%), US\$ 79 millones (+5%), US\$ 76 millones (-5%) y US\$ 55 millones (+33%), respectivamente. Cabe resaltar que Chile y EE.UU. destacan por sus actividades mineras, mientras que Venezuela, Ecuador y también EE.UU., se caracterizan por actividades petroleras. Por otro lado, los productos que destacaron en el sector metalmeccánico son las partes de máquinas y aparatos de molinos de anillo (US\$ 29 millones, +41%); los conductores eléctricos de cobre (US\$ 28 millones, +45%); las bolas para molinos de fundición de hierro (US\$ 21 millones, +14%); y las partes de máquinas como palas mecánicas, excavadoras y cargadoras (US\$ 18 millones, +31%). Finalmente, las empresas que registraron más envíos del sector en 2012 fueron Motores Diésel Andinos S. A., con US\$ 35 millones (-16%); Servicios Industriales de la Marina S. A., con US\$ 30 millones (+200%); y Metalúrgica Peruana S.A., con US\$ 29 millones (+39%).

En Cajamarca se estaba desarrollando el sector metalmeccánico, como principal proveedor de las actividades vinculadas con la minería. Pero todo lo avanzado se ha perdido. Gran parte de esa situación, explicó, se debe a que, al igual que el proyecto Conga, hay otras iniciativas en este sector que están en compás de espera o se mantienen en evaluación. Para el líder empresarial, los inversionistas están a la espera de un mejor entorno económico para llevar adelante sus planes de expansión. De mantenerse esta situación de incertidumbre, recalcó que Cajamarca podría mantenerse en el último lugar de crecimiento económico regional. Refirió que el promedio de crecimiento del Producto Bruto Interno (PBI) por cada departamento fue de 6,18% en 2012, sin embargo, Cajamarca reportó una tasa de apenas 2%. (Moores, 2013)

La empresa Metal Industria HVA S.R.L. está orientada a brindar servicio al sector Industrial, Minero y Petróleo en la Reparación de Componentes de Maquinaria Pesada, Maestranza (Fabricación y Recuperación de Piezas), Estructuras Metálicas, Soldadura en General, así como Mantenimiento de Plantas Concentradoras y de Chancado. Se encuentra especializada en el área de soldadura, y sus principales productos que ofrece son: silo de cal 18 tn, fabricación de tanques y furgoneta para camioneta. Según el historial de ventas en los últimos años se pudo detectar que el producto más frecuente fue fabricación de relleno de silo de cal 18 Tn como se puede apreciar: Fabricación silo de cal 18 tn: 415 unidades, Fabricación de tanques: 320 unidades, Fabricación de furgoneta para camioneta: 148 unidades.

En esta investigación se elaborará un diseño de mejora en el proceso de soldadura de silo de cal 18 Tn para reducir costos de fabricación, ya que ello ayudará a la empresa en su rentabilidad y a un mejor control en la elaboración de su producto. La distribución del taller está conformada por el área administrativa que cuenta con una oficina tanto para el personal de recursos humanos, contabilidad y gerencia general. El área de producción está conformada por diversas estaciones de trabajo las cuales son: área de soldadura en donde se realizan dichos productos mencionados anteriormente, área de residuos industriales, luego se encuentra el área de pintura en donde se aplicará algunas capas de éste para que el producto quede terminado y sea trasladado a dicha área, por último, se encuentra el área de maestranza donde se ubica un taladro, fresadora y un torno.

Es en el área de soldadura y en el producto de alta demanda donde se detallarán los diferentes déficits que existe en el proceso con ayuda del Diagrama Ishikawa puesto que identifica las posibles causas de un problema que se daría al realizar en dicho producto de la empresa Metal Industria HVA S.R.L. En el área de almacén se encuentra la materia prima con costos de S/. 4800 que no ha sido utilizada sin clasificar y en completo desorden, generando así costos de almacenamiento de S/. 1750; por ende, existe una mala gestión en el abastecimiento del material. En el área de soldadura para silo de cal 18 Tn no existe un instructivo en los pasos a realizar dicho producto; por ende, generará reprocesos con costos de S/. 1500 y se dará a expresar la inconformidad del cliente hacia el producto dado; es por ello que se contará con un Programa de Capacitación a los Operarios para que les facilite en la realización de su trabajo, además de evitar posibles errores en el proceso y estandarizar los tiempos, estos costos fueron brindados por el jefe del área de soldadura Martín González de la empresa; es por ello que el costo total de fabricación es de S/. 16050 puesto que también se toma en cuenta el costo de mano de obra S/. 8000 para el producto silo de cal 18Tn. Según (Gonzales & Lozano, 2015) en su investigación titulada "Implementación de una propuesta de mejora en la producción de barandas de cisternas, cajas y templadores metálicos para mejorar la productividad en la empresa Catsol SRL"; tiene como objetivo implementar una mejora de productividad en sus procesos de barandas de cisternas, cajas y templadores metálicos, debido a que no cuentan con un método de trabajo establecido para la fabricación de sus productos. Con dicha implementación, la productividad tendrá un aumento en sus tres líneas de producción en un 58%, 18% y 15% en la elaboración de barandas de cisternas, cajas y templadores metálicos respectivamente. **Análisis de relación:** La relación que existe entre nuestro tema y la tesis ya mencionada es que ambas buscan contar con un método de trabajo para la mejora de las operaciones.

Según (Becerra & Vilca, 2013) en su investigación titulada "Propuesta de desarrollo de Lean Manufacturing en la reducción de costos por reprocesos en el área de pintado de la empresa

factoría Bruce S. A." tiene como objetivo general reducir los costos por reprocesos mediante el Lean Manufacturing en el área de pintado en dicha empresa. Teniendo en cuenta el desarrollo de la propuesta se dio como resultado lo siguiente: El mapeo actual mostraba un tiempo de producción de 4.4375 días, con un tiempo de procesos de 1234 min, con un 42.07% sin valor agregado y un 57.93% con valor agregado. Por otro lado, el mapeo propuesto muestra un tiempo de producción de 4.3956 días, un tiempo de proceso de 1364 min, un 35.05% sin valor agregado y un 64.95% con valor agregado. Se redujo el porcentaje de reproceso por total de producción de un 88% a un 47%, de esta manera, se redujo también el costo total anual de reproceso de S/. 41 177.17 a S/. 21 361.83. **Análisis de relación:** La relación que existe entre nuestro tema y la tesis ya mencionada es que ambas buscan reducir los costos y porcentajes en los reprocesos de los productos a ofrecer.

También existe una mala distribución de los equipos y/o materiales en el área de trabajo, haciendo que el operador no pueda trasladarse por las zonas de circulación en el área de soldadura, dicho problema se da porque la empresa no cuenta con un plan de acción para la mejora del orden y limpieza en los lugares de trabajo; es por ello que mediante la propuesta de las 5S se espera crear un área de trabajo en donde se disminuya y/o elimine los diferentes déficits tanto en el tema de limpieza, organización, seguridad e higiene con el fin de mejorar la calidad y tener una producción eficiente. Por último, existe un problema al no contar con un ingeniero de planta establecido que supervise los tiempos en el proceso, como consecuencia esta la baja eficiencia en dicha área. Según (Pérez, 2012) en su tesis "Propuesta de mejoramiento de la productividad laboral a través de la metodología de las 5S y estudio de tiempos en Inversiones El Rancho SAC" su principal objetivo fue implementar las 5S debido que presentaba una falta de orden y limpieza, lo que generaba un déficit en la productividad y deficiencias en el proceso de producción, por ello se realizó un estudio de tiempos para reducir estos errores. Con dicha implementación se llegó a aumentar la productividad en dos de sus procesos como: elaboración de insumo 11.21 kg insumo/minuto a 14.4 kg insumo/minuto, dando un 28.46% de productividad y en el proceso de recolección de huevos se aumentó a 201.04% huevos/minutos, dando un 11.4% de productividad. **Análisis de relación:** La relación que existe entre nuestro tema y la tesis ya mencionada es que ambas buscan una mejora continua en el área de trabajo además de aumentar los niveles de producción.

De acuerdo a la justificación teórica esta investigación se desarrollará mediante el estudio de Ingeniería de Métodos; buscando así la reducción de costos en la empresa Metal Industria HVA S.R.L., cuyos resultados obtenidos podrán ser comparados con otras investigaciones similares. Desde el punto de vista práctico, el presente estudio permite la aplicación de diversos temas de Ingeniería Industrial en un caso real para reforzar los conocimientos adquiridos en el ciclo académico. Además, su objetivo principal es reducir los costos en la

empresa realizando una mejora de procesos. En cuanto a lo valorativo, la investigación dará a conocer la importancia de los temas de Ingeniería de Métodos, para la contribución con la empresa Metal Industria HVA S.R.L. en la reducción de costos y mejora de la calidad de los productos para la satisfacción del cliente. Con respecto a lo académico, esta investigación plantea propuestas de mejora en la reducción de costos en la empresa Metal Industria HVA S.R.L., en donde se aplican los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de Ingeniería Industrial, asimismo, la investigación servirá de referente para posteriores investigaciones.

Un silo de cal es un depósito de cilindro metálico, normalmente fabricado con lámina galvanizada, de cierre hermético, que sirve para almacenar cal. (Lara & Bergvinson, 2007)

Según (MARTINEZ MOLINA, 2013) El tiempo normal se describe como el tiempo requerido por el operario normal o estándar para realizar la operación cuando trabaja con velocidad estándar, sin ninguna demora por razones personales o circunstanciales inevitables. Es decir, todo el tiempo líquido que se necesita para la elaboración de algún bien o producto sin la presencia de tiempo improductivo, es decir las tolerancias que se ocasionan con el avance del tiempo en el proceso.

El tiempo estándar es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número de observaciones, el tiempo para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido (Quesada, Gonzales, & Garcia, 1996)

Un estándar de tiempo se define como el tiempo requerido para una operación bajo tres condiciones básicas: a) El operario debe estar calificado y capacitado. b) La velocidad de trabajo debe hacerse a "ritmo normal" c) La operación debe estar normalizada. (Verbel Castellar, 2007). Según (CHASE, JACOBS, & AQUILANO, 2009) el tiempo estándar se encuentra mediante la suma del tiempo normal más algunas holguras para las necesidades personales (como descansos para ir al baño o tomar café), las demoras inevitables en el trabajo (como descomposturas del equipo o falta de materiales) y la fatiga del trabajador (física o mental). El tiempo estándar comprende todo el tiempo necesario para cada proceso productivo hasta llegar al producto final incluyendo además el tiempo improductivo que se presenta a lo largo del ciclo productivo.

El balance de línea es la asignación del trabajo a estaciones integradas a una línea, de modo que se alcance la tasa de producción deseada con el menor posible de estaciones de trabajo. Normalmente, se asigna un trabajador por cada estación. En estas condiciones, la línea que alcanza el ritmo deseado de producción con el menor número de trabajadores es considerada eficiente. (Krajewski & Ritzman, 2000).

Dos aspectos importantes en el balanceo de línea de ensamble, son la tasa de producción y la eficiencia. Por definición se tiene que la tasa de producción es la cantidad de artículos o servicios que se realizan en cierta cantidad de tiempo, y la eficiencia está vinculada a utilizar los medios disponibles de manera racional para alcanzar un objetivo fijado con anterioridad en el menor tiempo posible y con el mínimo uso posible de los recursos, lo que supone una optimización. Para calcular la eficiencia del balanceo de una línea se divide el tiempo total de las tareas entre el producto del número de estaciones de trabajo requeridas, por el tiempo de ciclo asignado. (Peña Orozco, Neira García, & Ruiz Grisales, 2016)

El método de las 5S es una técnica de gestión originaria de Japón basada en cinco principios o fases muy sencillas, que comienzan por S (en japonés) y que son las que dan nombre al método. Su origen está en 1960 en la ciudad de Toyota y su objetivo era conseguir lugares de trabajo que estuviesen mejor organizados. Para ello se basa en dos principios básicos: el orden y la limpieza. (Hirano, 2018)

El análisis económico se centra, fundamentalmente, en la valoración de la situación económica y financiera existente y en los riesgos implícitos de corto a medio plazo para la estabilidad de precios desde la perspectiva de la interacción de la oferta y la demanda en los mercados de bienes, servicios y factores en los citados horizontes temporales. Se presta la debida atención a la necesidad de identificar la naturaleza de las perturbaciones que afectan a la economía, sus efectos sobre el comportamiento de los costes y de los precios y las perspectivas de corto a medio plazo referidas a su propagación en la economía. (Acosta, Esteller, Fraile, & Romera, 2016)

El análisis económico - financiero es la disciplina que diagnóstica la capacidad que posee la empresa, y que permite generar beneficios que atienden adecuadamente los compromisos de pago. Además de evaluar su viabilidad futura con el fin de facilitar la toma de decisiones que están encaminadas a reconducir y mejorar la gestión de los recursos de la empresa para lograr crear valor, además de continuar en el mercado. (MEMORY CONSULTING SL, 2018)

## 1.2. Formulación del problema

¿En qué medida un diseño de mejora del proceso de soldadura de silo de cal 18 Tn reducirá los costos de fabricación en la empresa Metal Industria HVA S.R.L?

## 1.3. Objetivos

### 1.3.1. Objetivo general

Diseñar una mejora del proceso de soldadura de silo de cal 18 Tn para reducir costos de fabricación en la empresa Metal Industria HVA S.R.L

### 1.3.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar los procesos de soldadura en la fabricación de silo de cal 18 Tn y los costos de fabricación.
- Proponer una mejora que permita reducir los costos de fabricación.
- Presentar el análisis económico de la propuesta de mejora en el proceso de soldadura.

## 1.4. Hipótesis

El diseño de mejora del proceso de soldadura reducirá los costos de fabricación de silo de cal 18 Tn en la empresa Metal Industria HVA S.R.L.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

- Investigación Aplicada: Orientado a resolver problemas de la vida cotidiana y a controlar situaciones prácticas.
- Investigación Transversal: Se recolectan datos en un solo momento, su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado.
- Investigación Pre - Experimental: Porque modificará la variable independiente (Mejora del proceso) con el diseño de mejora para determinar su impacto en la variable dependiente (Reducción de Costos) mediante un estudio pre - experimental.

### 2.2. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

#### 2.2.1. Técnicas de recolección de datos

En la siguiente tabla de estructura de recolección de datos para la presente investigación, según el método cualitativo se realizó una entrevista y en el cuantitativo se procedió con guías de observación.

**Tabla 1:** Estructura de recolección de datos.

MÉTODO	FUENTE	TÉCNICAS
Cualitativo	Primaria	Entrevistas
Observación	Primaria	Guía de observación

**Fuente:** Elaboración Propia.

#### 2.2.2. Instrumentos de recolección de datos

Para la obtención de la información como se muestra en la Tabla 2 se aplicó una entrevista como fuente primaria para obtener información, y luego una observación directa para poder observar el grado de participación de los operadores en el proceso de soldadura.

**Tabla 2:** Detalle de técnicas e instrumentos de recolección de datos.

TÉCNICA	JUSTIFICACIÓN	INSTRUMENTOS	APLICADO EN
<b>Entrevista</b>	Permite identificar los procesos actuales en el área de soldadura.	Guía de entrevista.	Encargado del área de soldadura.
<b>Observación Directa</b>	Permite observar el grado de participación de cada colaborador en el proceso de soldadura.	Guía de observación	Todo el personal que labora en el área de soldadura.

**Fuente:** Elaboración Propia.

#### Entrevista

- **Objetivo:**  
Conocer y entender de forma directa como se trabaja en el área de soldadura de la empresa, a través de la información brindada por el encargado de dicha área.
- **Procedimiento:**  
Se entrevistará al jefe de planta, ya mencionado anteriormente; la entrevista tendrá una duración de 40 min.
- **Secuela de la entrevista:**  
Escribir los resultados, y archivarlos para su posterior análisis.
- **Instrumentos:**  
Guía de entrevista.

#### Observación directa

- **Objetivo:**  
Identificar las fallas que existen en el proceso productivo de la empresa.
- **Procedimiento:**  
Visitar la planta para tomar notas de posibles problemas.  
Participar en el proceso de soldadura dando seguimiento en sus diferentes etapas.  
Registrar según las guías de observación.
- **Secuela de la observación directa:**  
Registro cronometrado de los tiempos de cada estación de trabajo.  
Registro fotográfico de las evaluaciones realizadas en el taller.

- **Instrumentos:**

Guía de observación.

### **2.2.3. De procesamiento de información**

En el proceso y análisis de información se emplearán:

- Diagrama de Ishikawa: Para determinar los déficits y sobrecostos que existen en el área de soldadura.
- Hojas de Chequeo: Para recolectar información mediante la observación de un proceso o situación en específico.

Programas:

- Microsoft Word: Para elaborar y estructurar el informe de investigación.
- Microsoft Excel: Para sintetizar los cálculos en la realización del planteamiento del problema de dicha investigación.
- Microsoft PowerPoint: Presentador de diapositivas para la edición electrónica de la presente investigación.

## 2.3. Matriz de Operacionalización de Variables

**Tabla 3:** Operacionalización de Variables

	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
INDEPENDIENTE	Mejora del proceso	Según (Fernández, 2002) La mejora de los procesos, significa optimizar la efectividad y la eficiencia, mejorando también los controles, reforzando los mecanismos internos para responder a las contingencias y las demandas de nuevos y futuros clientes. La mejora de procesos es un reto para toda empresa de estructura tradicional y para sistemas jerárquicos convencionales.	Tiempo de los procesos	Tiempo normal
				Tiempo estándar
			Balance de Línea	Eficiencia de la línea
			5S	% Cumplimiento
DEPENDIENTE	Reducción de costos	Toda empresa busca maximizar su inversión. Solo con una reducción de costos, realizada adecuadamente, podrá lograrlo. Es el valor sacrificado para adquirir bienes y servicios mediante la reducción de activos o al incurrir en pasivos en el momento en que se obtiene los beneficios. (Universidad de Texas, 2008)	Costos	Costo de mano de obra
				Costo de materiales
				Costo por reproceso
				Costo por almacenamiento

**Fuente:** Elaboración Propia.

## 2.4. Procedimiento

En el siguiente capítulo Resultados, se desarrollaron los temas mostrados a continuación, para la identificación de los procesos y tiempos que se generan en la fabricación del producto Silo de cal 18 Tn y a la misma vez la identificación de los déficits que existen generando así un costo para la empresa.

- **Diagnóstico situacional del área de estudio:**

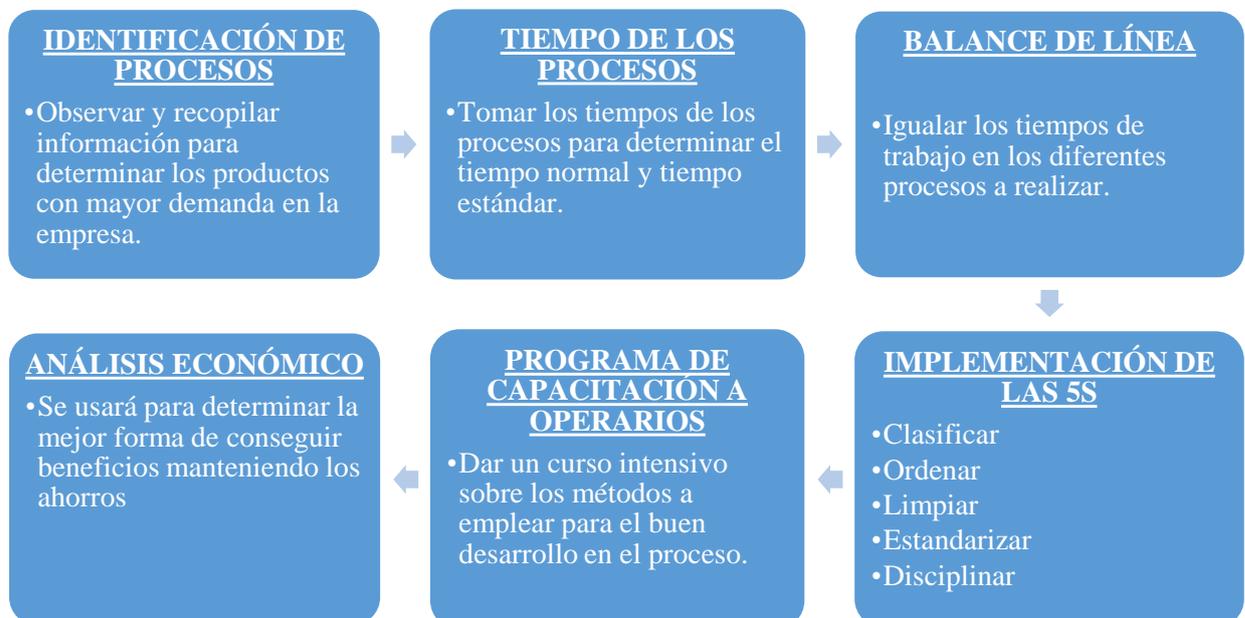
Se describió la empresa y su organigrama; luego el área de estudio, en dónde queda ubicada y cuantos operadores se tiene, también se realizó el diagrama de flujo mostrando los procesos que intervienen desde el almacén hasta la producción del producto Silo de cal 18 Tn, y por último se desarrolló el layout de la empresa con las correctas distribuciones de las diferentes áreas en dicha planta.

- **Diagnóstico situacional del proceso actual:**

En este punto se desarrolló el siguiente tema:

Deficiencias que disminuyen el rendimiento: se detallaron los déficits existentes en el área de soldadura en específico en el producto a estudiar y a su vez los costos generados por éstos.

### DISEÑO DE MEJORA:



**Figura 1:** Diseño de Mejora en la Empresa Metal Industria HVA S.R.L.

**Fuente:** Elaboración Propia

Como se puede observar en la Figura 1, se aprecia diferentes mejoras continuas que aportan diferentes métodos y/o estrategias para un buen desarrollo tanto para la empresa como operarios. Asimismo, el desarrollo de estos temas es fundamental si tratamos de reducir los déficits que existen en la fabricación de un producto, y a su vez reducir los costos que se generan por éstas.

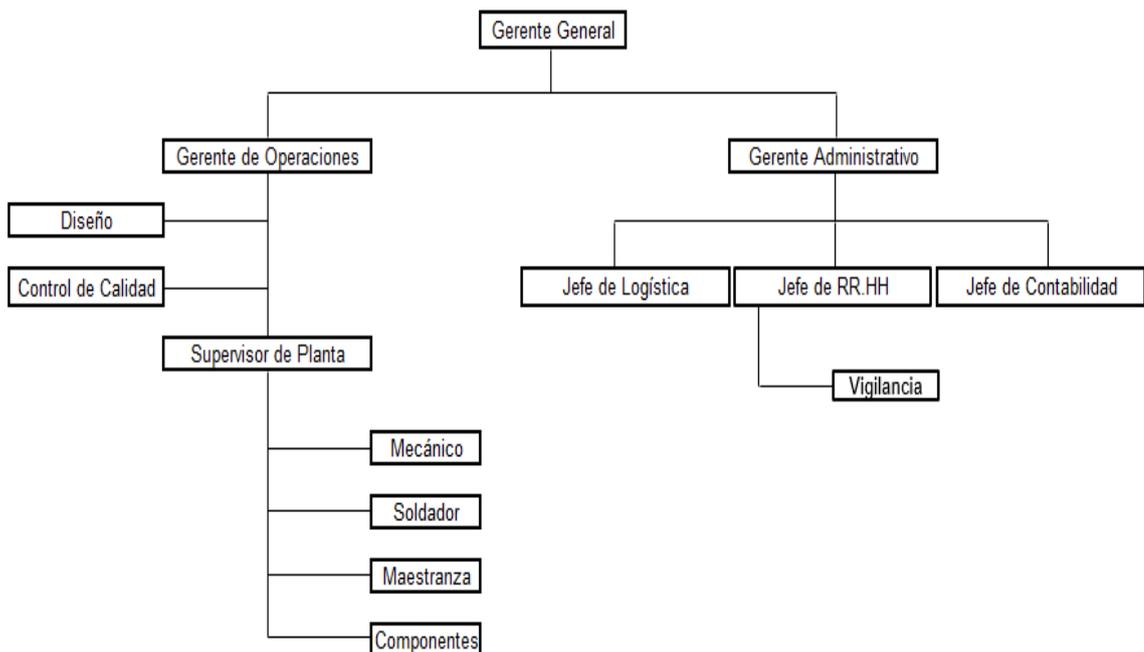
## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### 3.1. Diagnóstico situacional del área de estudio

#### 3.1.1. Descripción de la empresa

Metal Industria HVA S.R.L. es una empresa cajamarquina, orientada a brindar servicios al sector Industrial, Minero y Petróleo en la reparación de componentes de maquinaria pesada, maestranza (fabricación y recuperación de piezas), estructuras metálicas, soldadura en general, así como mantenimiento de plantas concentradoras y de chancado, con el fin de ser la mejor alternativa para sus clientes.

La estructura organizacional está conformada por las áreas: administrativa (logística, recursos humanos y contabilidad), operativa – mantenimiento (diseño y control de calidad); como se puede observar en la figura 2.



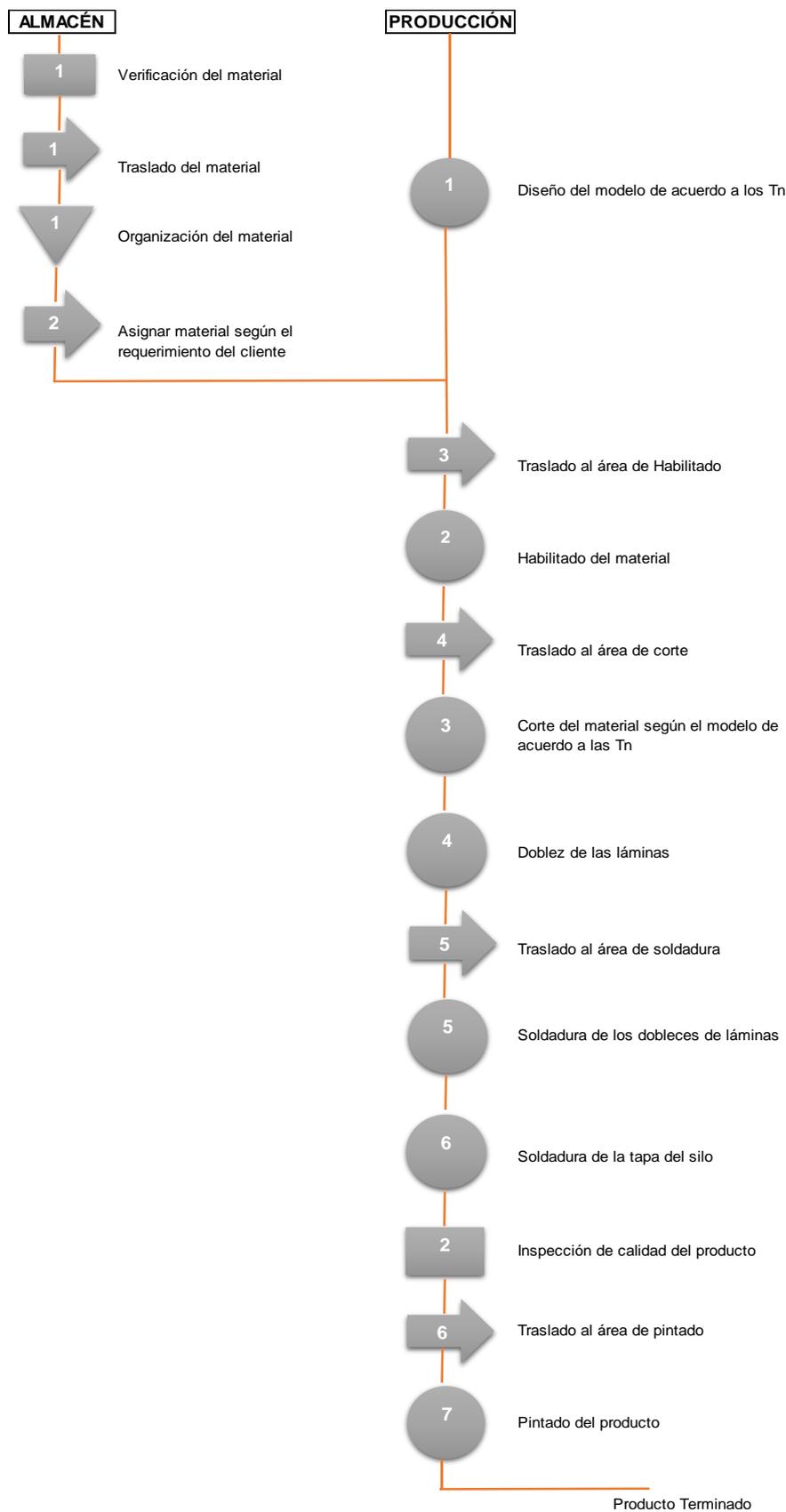
**Figura 2:** Organigrama de la empresa Metal Industria HVA S.R.L

**Fuente:** Metal Industria HVA S.R.L.

### **3.1.2. Descripción del área**

El área de soldadura se encuentra ubicada en la planta principal y cuenta con 8 trabajadores, de los cuales 4 se dedican a la fabricación del producto a objeto de estudio. En esta área se determinará los diferentes déficits que existen, los cuales afectan a la realización del producto, y por ende a la empresa como a los operadores; es por ello que en este capítulo se tomará en cuenta estos aspectos con el fin de brindar una solución para todos los que conforman dicha empresa.

### **3.1.3. Diagrama de procesos**

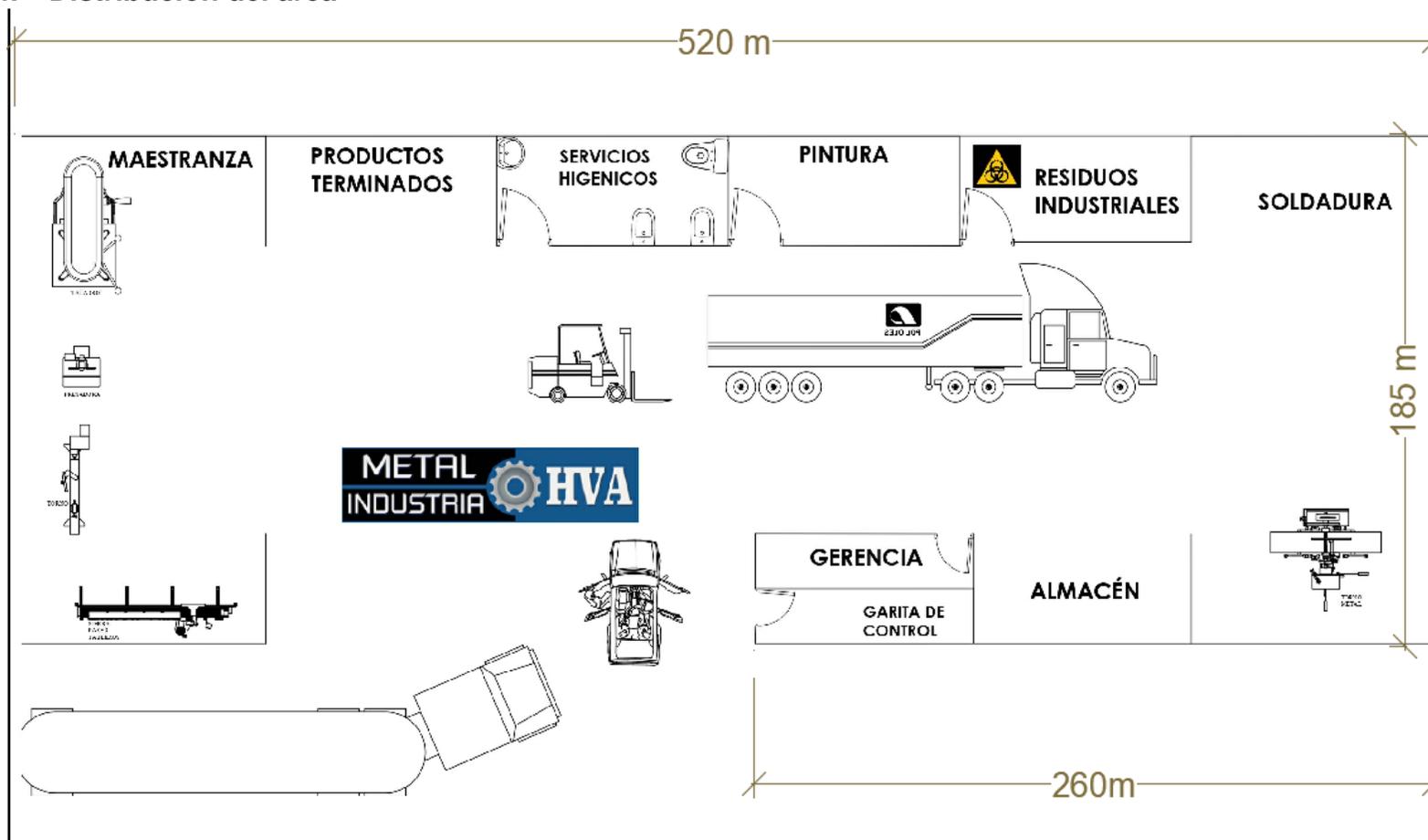


**Figura 3:** Diagrama de Procesos en Metal Industria HVA S.R.L.  
**Fuente:** Elaboración Propia

<b>RESUMEN</b>		
<b>Actividad</b>	<b>Número</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Operación</b>	7	44%
<b>Inspección</b>	2	13%
<b>Transporte</b>	6	38%
<b>Almacén</b>	1	6%
<b>TOTAL</b>	<b>16</b>	<b>100%</b>

En el diagrama de procesos de la fabricación de silo de cal 18 Tn en la empresa Metal Industria HVA S.R.L. se muestran los diferentes procesos con su respectivo porcentaje, siendo así que las operaciones representan un 44% en todo el proceso, inspección tenemos un 13%, en el transporte contamos con un 38% y por último se tiene un 6% en almacén.

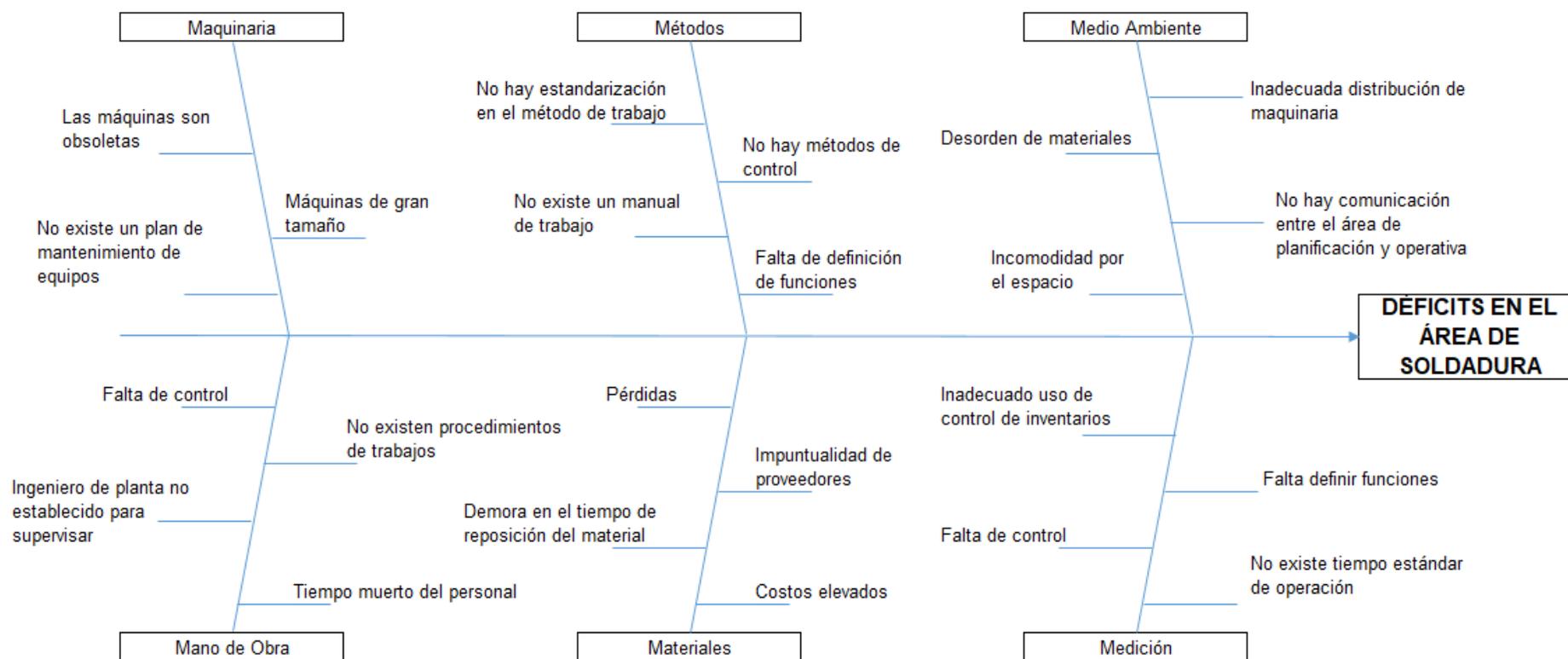
### 3.1.4. Distribución del área



**Figura 4:** Layout de la Empresa Metal Industria HVA S.R.L.

**Fuente:** Elaboración Propia

### 3.1.5. Diagrama de Ishikawa del diagnóstico situacional del proceso actual



**Figura 5:** Diagrama Ishikawa de los Déficit en el Área de Soldadura en la Empresa Metal Industria HVA S.R.L.

**Fuente:** Elaboración Propia

En la Figura 5: Déficit en el área de soldadura; se debe a la falta de un manual de trabajo, maquinaria obsoleta y al ambiente en donde se realiza el producto debido al desorden de materiales, lo que genera que el operador tenga retrasos y errores en la fabricación.

Maquinaria:

- Los equipos se encuentran en un mal estado tendiendo a fallar en algunas ocasiones debido a que no se brinda un plan de mantenimiento adecuado para éstos.
- Se cuenta con maquinaria antigua lo que ocasiona retrasos en la entrega de los productos.

Métodos:

- No existe un manual de trabajo para la elaboración de Silo de cal, por ende, genera retrasos en la entrega de dicho producto.
- Falta definir las funciones para los operadores dentro del área de soldadura puesto que ellos terminan de realizar su función y entran a ocupar el trabajo de otro operador.

Medio ambiente:

- Existe una inadecuada distribución de la maquinaria generando que el operador no pueda trasladarse por las zonas de circulación en el área.
- Hay un desorden de materiales por lo que no se cuenta con un plan de acción para la mejora del orden y limpieza en el área de trabajo.

Mano de obra:

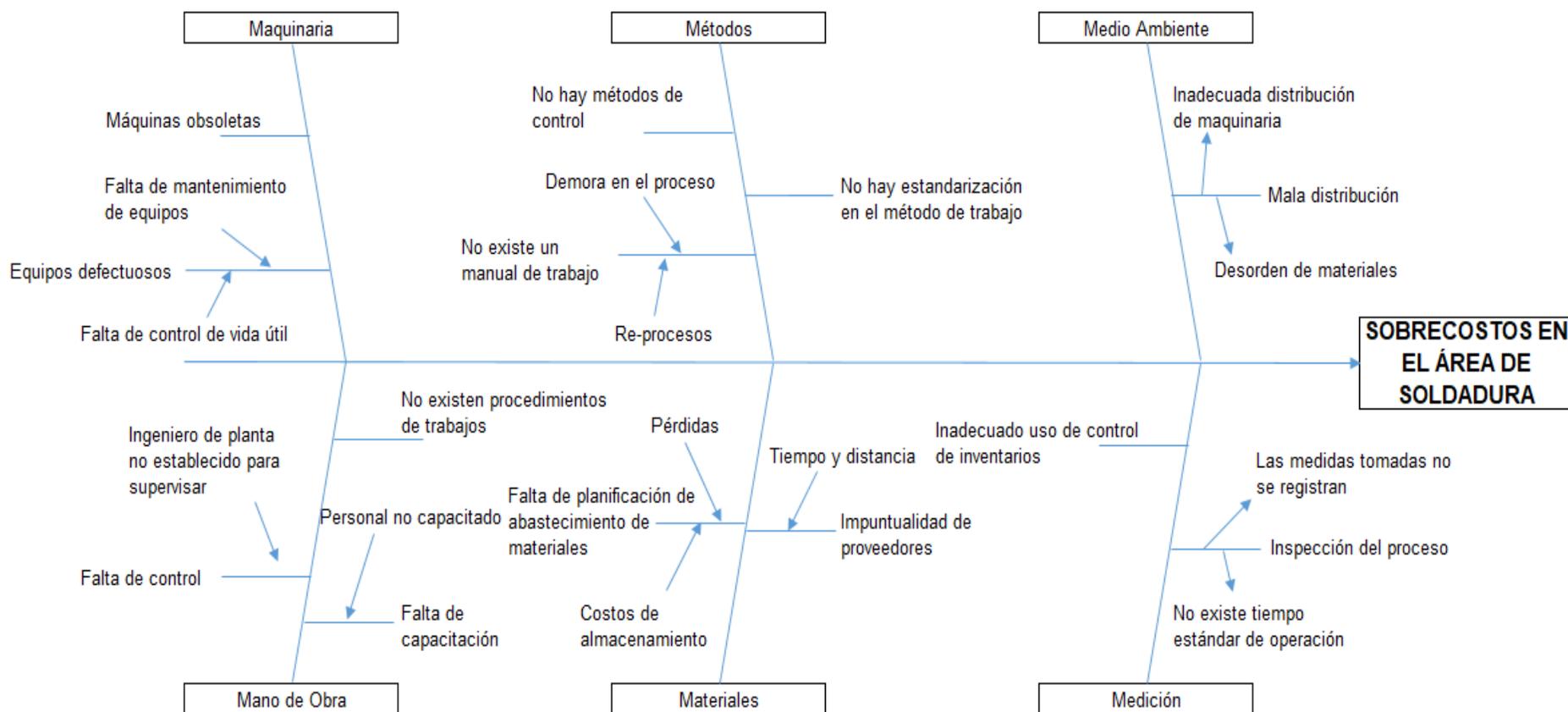
- No se cuenta con un ingeniero de planta establecido que pueda supervisar los procesos para la correcta fabricación del producto.
- Hay un tiempo muerto por parte de los operarios debido a que no se cuentan con los materiales en el momento de la fabricación del producto.

Materiales:

- Se cuenta con un exceso en el abastecimiento de materiales en el área de almacén, generando así pérdidas.
- Existe una demora en el tiempo de reposición del material debido a que no se cuenta con un control de supervisión con respecto a la fabricación del producto.

Medición:

- No tienen un tiempo estándar de operación para la fabricación del producto Silo de cal 18 Tn.



**Figura 6:** Diagrama Ishikawa de los Sobrecostos en el Área de Soldadura en la Empresa Metal Industria HVA S.R.L.

**Fuente:** Elaboración Propia

En la Figura 6: Sobrecostos en el área de soldadura; se suscita por la falta de un manual de trabajo que indique el orden en que se realiza el proceso de soldadura del silo de cal, además de la falta de control de un supervisor para que el operador trabaje de manera eficiente, y por último las perdida de materiales puesto que llevan mucho tiempo almacenadas.

#### Maquinaria:

- La falta de un plan de mantenimiento en los equipos es no rentable para la empresa puesto que genera mayores costos conseguir las herramientas de la maquinaria en mal estado o incluso la compra de una nueva maquinaria.
- No se cuenta con un control de vida útil de las maquinarias, por consiguiente, se tiene maquinas obsoletas en el área de trabajo generando costos innecesarios para la empresa.

#### Métodos:

- No cuentan con un manual de trabajo para la fabricación del producto, lo que genera un reproceso y por ende un exceso de costo en dicha fabricación.
- No existe un método de control en la fabricación de Silo de cal, por lo cual genera desperfectos en la calidad del producto generando así el rechazo de éste y un costo para la empresa.

#### Medio ambiente:

- La maquinaria se encuentra mal distribuida lo que ocasiona que el operador se desplace haciendo movimientos innecesarios afectando la calidad del producto y que éste tenga que realizarse otra vez.
- Existe un desorden de materiales en el área de trabajo generando que el operador no pueda desenvolverse correctamente en la fabricación del producto.

#### Mano de obra:

- Existe una falta de capacitación a los operarios puesto a que no se les brinda constantemente los talleres en donde refuercen sus conocimientos, dando como resultado defectos en la fabricación del producto y por ende costos hacia la empresa.
- No se cuenta con un ingeniero de planta establecido que pueda visualizar el trabajo de los operarios en la fabricación del producto para que éste se encuentre en buenas condiciones para el cliente.

#### Materiales:

- En el almacén se encuentra la materia prima que no ha sido utilizada en completo desorden y sin clasificar, generando así costos por almacenamiento, puesto a que existe una falta de planificación en el abastecimiento de materiales.

#### Medición:

- Al no contar con un tiempo estándar en la fabricación del producto no se podrá determinar el trabajo improductivo y nuestra producción será menor tendiendo a aumentar nuestros costos.

### 3.2. Resultados de indicadores del diagnóstico – Matriz de Operacionalización de variables

Tabla 4: Variable Independiente.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	RESULTADOS
Mejora del proceso	Según (Fernández, 2002) La mejora de los procesos, significa optimizar la efectividad y la eficiencia, mejorando también los controles, reforzando los mecanismos internos para responder a las contingencias y las demandas de nuevos y futuros clientes. La mejora de procesos es un reto para toda empresa de estructura tradicional y para sistemas jerárquicos convencionales.	Tiempo de los Procesos	Tiempo normal	829.09 min
			Tiempo estándar	986.62 min
		Balance de Línea	Eficiencia de la Línea	23.58 %
		5S	% Cumplimiento	35 %

Fuente: Elaboración Propia.

En la Tabla 4 se muestran los indicadores para la variable independiente, y a continuación se muestran los cálculos:

#### 3.2.1. Tiempo promedio

El ciclo de producción obtenido para la fabricación de silo de cal 18Tn fue de 12.80 horas tomando como objeto de estudio el tiempo promedio, y para conseguir los tiempos de cada proceso se utilizó un cronometro en el cual se obtuvo la siguiente información:

**Tabla 5:** Tiempo Promedio del Proceso: Silo de cal 18Tn

<b>Tiempo del proceso</b>	
<b>SILO DE CAL 18 TN</b>	
<b>Procesos</b>	<b>TP (min)</b>
Diseño del modelo de acuerdo a los Tn	10.58
Verificación del material	14.6
Traslado del material	12.07
Organización del material	28.62
Asignar material según el requerimiento del cliente	26.58
Traslado al área de habilitado	12.3
Habilitado del material	25.48
Traslado al área de corte	9.52
Corte del material según el modelo de acuerdo a las Tn	180.47
Dobleces de las láminas	60.18
Traslado al área de soldadura	10.34
Soldadura de los dobleces de laminas	203.47
Soldadura de la tapa en el silo	130.02
Inspección de calidad del producto	10.92
Traslado al área de pintado	9.15
Pintado del producto	23.38
<b>TOTAL</b>	<b>767.68</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

### 3.2.2. Tiempo normal

Para hallar el Tiempo Normal (TN) durante la fabricación de silo de cal 18 Tn es necesario obtener el Tiempo Promedio (TP), el cual es 767.68 minutos, los cuales tienen que ser multiplicados por la valoración según el Método Westinghouse como se puede observar en la siguiente Tabla 6.

**Tabla 6:** Método de Evaluación Westinghouse

Parámetro	Tipo	Característica	Puntuación
Habilidad	C2	Bueno	0.03
Esfuerzo	C1	Bueno	0.05
Condiciones	D	Media	0.00
Consistencia	D	Media	0.00
<b>TOTAL</b>			<b>0.08</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.

El Tiempo Normal (TN) encontrado para la fabricación de silo de cal 18 Tn es de 829.09 minutos e incrementó en 61.41 minutos más con respecto al tiempo promedio.

**Ecuación 1:** Tiempo normal para la fabricación de silo de cal 18 Tn

$$TN = TP * (1 + fw)$$

$$TN = 767.68 \text{ min} * (1 + 0.08)$$

$$TN = 767.68 \text{ min} * (1.08)$$

$$TN = 829.09 \text{ min}$$

**Tabla 7:** Tiempo Normal del Proceso: Silo de cal 18 Tn

<b>Tiempo del proceso</b>		
<b>SILO DE CAL 18 TN</b>		
<b>Procesos</b>	<b>TP (min)</b>	<b>TN</b>
Diseño del modelo de acuerdo a los Tn	10.58	11.43
Verificación del material	14.6	15.77
Traslado del material	12.07	13.04
Organización del material	28.62	30.91
Asignar material según el requerimiento del cliente	26.58	28.71
Traslado al área de habilitado	12.3	13.28
Habilitado del material	25.48	27.52
Traslado al área de corte	9.52	10.28
Corte del material según el modelo de acuerdo a las Tn	180.47	194.91
Dobleces de las láminas	60.18	64.99
Traslado al área de soldadura	10.34	11.17
Soldadura de los dobleces de laminas	203.47	219.75
Soldadura de la tapa en el silo	130.02	140.42
Inspección de calidad del producto	10.92	11.79
Traslado al área de pintado	9.15	9.88
Pintado del producto	23.38	25.25
<b>TOTAL</b>	<b>767.68</b>	<b>829.09</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

### 3.2.3. Tiempo estándar

Para hallar el Tiempo Estándar (TS) durante la fabricación de silo de cal 18Tn es necesario obtener el Tiempo Normal (TN) el cual es de 829.09 minutos, los cuales tienen que ser multiplicados por la valoración según el sistema de suplementos por descanso en porcentajes de tiempos básicos, a todo esto, se le suma un punto. Para el parámetro de suplementos constantes, tenemos que todos los operarios son hombres y los suplementos variables consideran posturas de pie, posturas anormales, levantamiento de peso, intensidad de luz, calidad de aire, tensión auditiva, tensión mental, monotonía mental y física. La sumatoria de todos estos parámetros están desarrollados en la Tabla 8.

**Tabla 8:** Connotación para hallar el tiempo estándar

	<b>Hombre</b>
1. Suplementos Constantes	
Suplementos por necesidades personales.	4
Suplementos básicos por fatiga.	3
2. Suplementos Variables	
A. Suplemento por trabajar de pie	2
B. Suplemento por postura anormal	
Ligeramente incomoda	0
Incomoda e inclinada	1
C. Levantamiento de peso y uso de fuerza	
05 kg	1
D. Intensidad de luz	
Por debajo de lo normal	2
E. Calidad de aire (influye factores climáticos)	
Buena ventilación o aire libre	0
F. Tensión visual	
Trabajos de precisión o fatigosos	2
G. Tensión auditiva	
Intermitente y fuerte	1
H. Tensión mental	
Proceso complejo	0
I. Monotonía mental	
Trabajo bastante monótono	1
J. Monotonía física	
Trabajo aburrido	2
<b>TOTAL</b>	<b>19</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

El tiempo estándar encontrado para la fabricación de silo de cal 18 Tn es de 986.61 minutos e incrementó en 157.52 minutos más con respecto al tiempo normal.

**Ecuación 2:** Tiempo estándar para la fabricación de silo de cal 18 Tn

$$TS = TN * (1 + fs)$$

$$TS = 829.09 \text{ min} * (1 + 0.19)$$

$$TS = 829.09 \text{ min} * (1.19)$$

$$TS = 986.62 \text{ min}$$

**Tabla 9:** Tiempo Estándar del Proceso: Silo de cal 18 Tn

<b>Tiempo del proceso</b>			
<b>SILO DE CAL 18 TN</b>			
<b>Procesos</b>	<b>TP (min)</b>	<b>TN</b>	<b>TS</b>
Diseño del modelo de acuerdo a los Tn	10.58	11.43	13.60
Verificación del material	14.6	15.77	18.76
Traslado del material	12.07	13.04	15.51
Organización del material	28.62	30.91	36.78
Asignar material según el requerimiento del cliente	26.58	28.71	34.16
Traslado al área de habilitado	12.3	13.28	15.81
Habilitado del material	25.48	27.52	32.75
Traslado al área de corte	9.52	10.28	12.24
Corte del material según el modelo de acuerdo a las Tn	180.47	194.91	231.94
Doblez de las láminas	60.18	64.99	77.34
Traslado al área de soldadura	10.34	11.17	13.29
Soldadura de los dobleces de laminas	203.47	219.75	261.50
Soldadura de la tapa en el silo	130.02	140.42	167.10
Inspección de calidad del producto	10.92	11.79	14.03
Traslado al área de pintado	9.15	9.88	11.76
Pintado del producto	23.38	25.25	30.05
<b>TOTAL</b>	<b>767.68</b>	<b>829.09</b>	<b>986.62</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

### 3.2.4. Balance de Línea

Para el cálculo del indicador de la eficiencia del balance de línea, se tendrá en cuenta la línea de producción de silo de cal 18 Tn con sus respectivos tiempos:

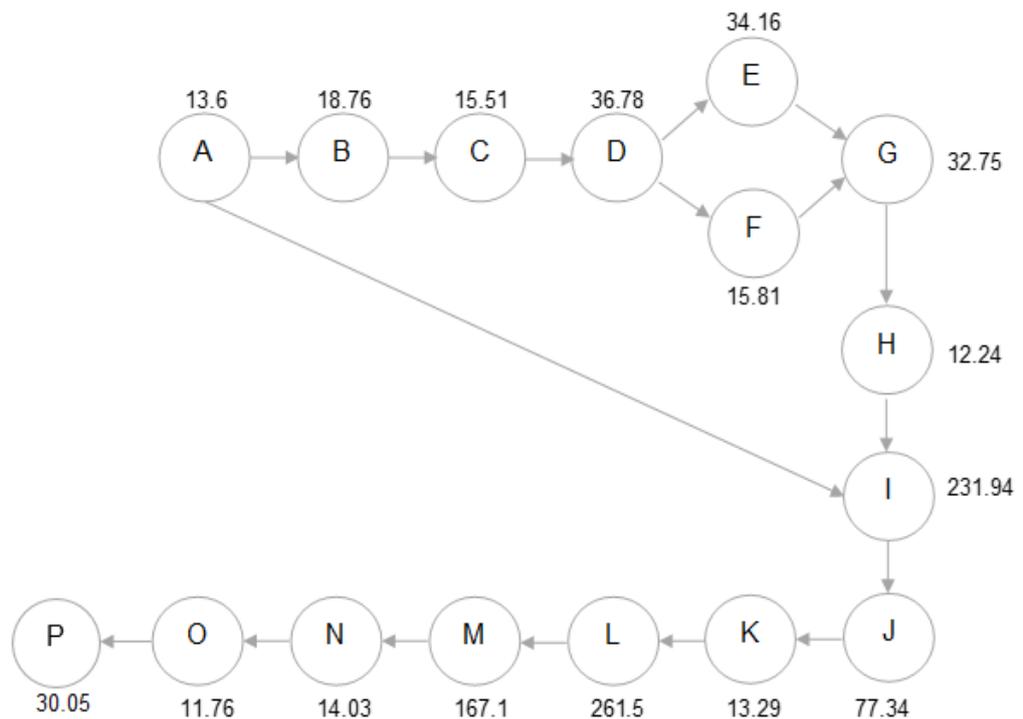
**Tabla 10:** Línea de producción de silo de cal 18 Tn

<b>Línea de Producción</b>			
<b>Estación</b>	<b>Procesos</b>	<b>Precedencia</b>	<b>TS (min)</b>
A	Diseño del modelo de acuerdo a los Tn	-	13.60
B	Verificación del material	A	18.76
C	Traslado del material	B	15.51
D	Organización del material	C	36.78
E	Asignar material según el requerimiento del cliente	D	34.16
F	Traslado al área de habilitado	D	15.81
G	Habilitado del material	E, F	32.75
H	Traslado al área de corte	G	12.24
I	Corte del material según el modelo de acuerdo a las Tn	A, H	231.94
J	Dobleces de las láminas	I	77.34
K	Traslado al área de soldadura	J	13.29
L	Soldadura de los dobleces de laminas	K	261.50
M	Soldadura de la tapa en el silo	L	167.10
N	Inspección de calidad del producto	M	14.03
O	Traslado al área de pintado	N	11.76
P	Pintado del producto	O	30.05
<b>TOTAL</b>			<b>986.62</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

#### **Diagrama de Precedencia**

Se tendrá que elaborar una gráfica llamada diagrama de precedencia, el cual nos ayudara a conocer la precedencia entre los procesos, es decir la secuencia en que deben realizarse los diferentes procesos tal como se muestra en la Figura 7:



**Figura 7:** Diagrama de Precedencia de la línea de producción de silo de cal 18 Tn

**Fuente:** Elaboración Propia

### Calculamos la eficiencia de la línea

Finalmente calculamos la eficiencia de la línea.

#### Ecuación 3: Eficiencia de la línea

$$E = \frac{\text{suma de los tiempos de las tareas}}{\text{número real de estaciones de trabajo} * \text{tiempo de ciclo de estaciones de trabajo}}$$

$$E = \frac{986.62 \text{ minutos}}{16 * 261.5} * 100$$

$$E = 23.58\%$$

- La empresa Metal Industria HVA S.R.L. tiene una línea de producción muy ineficiente en la elaboración de silo de cal 18 Tn, como lo podemos observar en la ecuación 6, teniendo un porcentaje de 23.58%, lo cual es muy bajo puesto que, en la clasificación OEE (Efectividad total de los Equipos) menciona que se debería tener entre un 65% y 75% para poder considerar una eficiencia Regular.

### 3.2.5. Las 5S

Para el diseño de mejora de las 5S se tomará en cuenta algunos aspectos importantes que deben desarrollarse antes de aplicarse.

La puntuación obtenida en la primera evaluación fue de 35 puntos en total (Tabla 11) la puntuación máxima que se puede obtener en el check list es 100 puntos, por lo cual la planta cumple solo con el 35% de la metodología de la 5S; como se muestra a continuación.

**Tabla 11:** Check List de la 5S

CHECK LIST 5S	Calificación (Actual)	Calificación (Anterior)	Fecha					
	_/100	_/100	_/ /					
5 S	ITEM A EVALUAR	CRITERIO DE EVALUACION	CALIFICACION					
			0	1	2	3	4	
CLASIFICAR	<b>Materiales y partes</b>	Existencias y trabajo en proceso innecesarios.			X			
	<b>Máquinas y equipos</b>	Todas las máquinas y partes de equipos están regularmente en uso.			X			
	<b>Herramientas, moldes y plantillas</b>	Todas las herramientas de ajustes, cortes, moldes, etc., están regularmente en uso.					X	
	<b>Control visual</b>	Todo lo que es innecesario en el área de trabajo, se puede distinguir a simple vista.					X	
	<b>Estándares para descartar artículos</b>	Hay estándares claros para eliminar excesos.	X					
<b>PUNTUACIÓN DE CLASIFICAR</b>			<b>10</b>					
ORGANIZAR	<b>Rótulos áreas de almacenamiento</b>	Rótulos que identifican todas las áreas de almacenamiento.			X			
	<b>Rótulos en tramerías, y artículos almacenados</b>	Todas las tramerías, anaqueles y artículos almacenados están claramente rotulados.			X			
	<b>Indicadores de cantidad</b>	Hay claras indicaciones de stocks máximos y mínimos.		X				
	<b>Líneas de señalización</b>	Están las áreas señalizadas mediante líneas divisorias blancas en los pisos.	X					
	<b>Instrumentos y herramientas</b>	Instrumentos y herramientas están organizadas, de modo que facilite su localización y retorno.			X			
<b>PUNTUACIÓN DE ORGANIZAR</b>			<b>7</b>					
LIMPIAR	<b>Pisos</b>	Está el piso limpio y sin basura.			X			
	<b>Máquinas</b>	Se mantienen las máquinas limpias.			X			

	<b>Limpieza y chequeo</b>	Limpieza e inspección de mantenimiento son conceptos indistintos.	X
	<b>Responsabilidad de limpieza</b>	Hay rotación o sistema de turnos para la limpieza.	X
	<b>Máquinas, equipos, moldes, herramientas</b>	Sin polvo, grasa, ningún otro tipo de suciedad.	X
<b>PUNTUACIÓN DE LIMPIAR</b>			<b>7</b>
<b>ESTANDARIZAR</b>	<b>Evidencia de sostenibilidad de 3 primeras S.</b>	Identificar normas y recursos para mantener clasificación, organización y limpieza.	X
	<b>Evidencia de patrullas o auditorías de 5S.</b>	Ver físicamente secuencia de registros de auditorías realizadas.	X
	<b>Evidencia de algún tipo incentivo por avances de 5S logrados.</b>	Competencias departamentales, premios metálicos y no metálicos, pergaminos (por áreas).	X
	<b>Evidencias de reuniones de seguimiento para tratar asuntos relativos al avance del proceso 5 S.</b>	Agendas de reuniones realizadas.	X
	<b>Evidencias de compromiso de alta gerencia y los demás involucrados.</b>	Verificar nivel de involucramiento y compromiso de alta gerencia y el resto de los colaboradores.	X
<b>PUNTUACIÓN DE ESTANDARIZAR</b>			<b>5</b>
<b>DISCIPLINAR</b>	<b>Regulaciones y normas</b>	Todas las regulaciones y normas son estrictamente observadas.	X
	<b>Interacción entre compañeros.</b>	¿Hay una atmósfera laboral agradable?, ¿Se tratan las personas con respeto y cortesía?	X
	<b>Horarios de comidas, reuniones, eventos, etc.</b>	¿Hacen todos esfuerzo por ser puntuales?	X
	<b>Equipos de oficina</b>	Regularmente dejan encendidas computadoras, luces, etc.	X
	<b>Comer, beber, fumar</b>	En áreas no destinadas a tales fines.	X
<b>PUNTUACIÓN DE DISCIPLINA</b>			<b>6</b>
<b>RESULTADO DE PUNTUACIÓN</b>			<b>35</b>
Fuente: Elaboración Propia			

**Tabla 12:** Variable Dependiente

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	RESULTADO
Reducción de costos	Toda empresa busca maximizar su inversión. Solo con una reducción de costos, realizada adecuadamente, podrá lograrlo. Es el valor sacrificado para adquirir bienes y servicios mediante la reducción de activos o al incurrir en pasivos en el momento en que se obtiene los beneficios. (Universidad de Texas, 2008)	Costos	Costo de mano de obra	S/. 8000.00
			Costo de materiales	S/. 4800.00
			Costo por reproceso	S/. 1500.00
			Costo por almacenamiento	S/.1750.00

**Fuente:** Elaboración Propia.

En la Tabla 12 se muestran los indicadores correspondientes para la variable dependiente, y a continuación los cálculos:

### 3.2.6. Costo de mano de obra

El costo de mano de obra que se obtiene al producir el silo de cal 18 Tn es de S/. 8,000.00

**Ecuación 4:** Total de horas trabajadas

$$C = \text{hora} * \text{días laborables}$$

$$C = 8 \text{ horas} * 25 \text{ días}$$

$$C = 200 \text{ horas}$$

- En la empresa Metal Industria HVA S.R.L. tanto los operadores como el supervisor de dicha planta trabajan 200 horas al mes.

**Ecuación 5:** Costo de mano de obra

$$C = \text{horas trabajadas} * \text{costo de hora}$$

- **Operador:**

$$C = 200 \text{ horas} * 7.5$$

$$C = 1500$$

El costo de mano de obra para un operador de la empresa Metal Industria HVA S.R.L. es de S/. 1,500.00

- **Supervisor:**

$$C = 200 \text{ horas} * 10$$

$$C = 2000$$

El costo de mano de obra para un supervisor de la empresa Metal Industria HVA S.R.L. es de S/. 2,000.00

**Tabla 13:** Costo de mano de obra

	CANTIDAD	SUELDO	COSTO
<b>OPERADOR</b>	4	S/.1,500.00	<b>S/. 6,000.00</b>
<b>SUPERVISOR</b>	1	S/ 2,000.00	<b>S/. 2,000.00</b>
<b>TOTAL</b>			<b>S/. 8,000.00</b>

**Fuente:** Encargado de planta.

### 3.2.7. Costo de materiales

El costo de los materiales que se obtiene al fabricar el silo de cal 18 Tn es de S/. 4,800.00

**Ecuación 6:** Costo de materiales

$$C = \text{materia prima} * \text{precio unitario}$$

**Tabla 14:** Costo de materiales

MATERIALES	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO
Planchas lisas o corrugadas de acero galvanizadas	4	S/ 210.00	S/ 840.00
Planchas de acero inoxidable	2	S/ 1,500.00	S/ 3,000.00
Carrete de soldadura	2	S/ 200.00	S/ 400.00
Ácido muriático	1	S/ 20.00	S/ 20.00
Bote de pasta para soldar	1	S/ 20.00	S/ 20.00
Alambre recocido	17*100 Kg	S/ 370.00	S/ 370.00
Viga de lámina de hierro		S/. 150.00	S/. 150.00
<b>TOTAL</b>			<b>S/. 4,800.00</b>

Fuente: Encargado de planta.

### 3.2.8. Costo por reproceso

El costo por reproceso en promedio en base a los últimos 10 trabajos de fabricación realizados del producto silo de cal 18 Tn es de S/. 1500.00.

**Tabla 15:** Costo de Reproceso

ERRORES	COSTO
1	S/ 1,250.00
2	S/ 2,045.00
3	S/ 1,000.00
4	S/ 1,660.00
5	S/ 1,350.00
6	S/ 1,560.00
7	S/ 1,050.00
8	S/ 1,820.00
9	S/ 985.00
10	S/ 2,280.00
<b>COSTO TOTAL PROMEDIO</b>	<b>S/ 1,500.00</b>

Fuente: Encargado de planta.

### 3.2.9. Costo por almacenamiento

El costo por almacenamiento de la materia prima es de S/. 1750.00.

### 3.3. Diseño de la propuesta de mejora

#### 3.3.1. Diseño de mejora de las 5S

Mediante el diseño de mejora de las 5S se espera crear un ambiente de trabajo en donde se disminuya o elimine los déficits y así mismo se obtenga una mejora continua en el área de soldadura de la empresa Metal Industria HVA S.R.L.

##### Las 5S

Las 5S "no son una moda", sino una conducta para el desarrollo de las actividades. Obliga a valorar tanto el propio proceso como el resultado. En primer lugar, tenemos que vencer la resistencia de las personas al cambio en sus formas de trabajo. Para ello, el primer paso consiste en preparar mentalmente a los empleados para que acepten las 5S antes de dar comienzo a su implantación. Como un aspecto preliminar al esfuerzo de las 5S, debe asignarse un tiempo para analizar la filosofía implícita de las 5S y sus beneficios:

- Creando ambientes de trabajo limpios, agradables y seguros.
- Aumentando la motivación de los empleados.
- Haciendo más fácil el trabajo.
- Reduciendo el trabajo físicamente agotador.
- Liberando espacio.

Algunos de los beneficios que puede aportar las 5's se citan a continuación:

- Ayuda a los empleados a adquirir autodisciplina.
- Optimiza el trabajo.
- Permite que se identifique visualmente y, por tanto, que se solucionen los problemas relacionados con demoras en las entregas.
- Hace visibles los problemas de calidad.
- Mejora la eficiencia en el trabajo y reduce los costes de operación.
- Reduce los accidentes.

<b>1</b>	<b>Seiro</b>	<b>CLASIFICACION</b>
<b>2</b>	<b>Seinton</b>	<b>ORGANIZAR</b>
<b>3</b>	<b>Seiso</b>	<b>LIMPIEZA</b>
<b>4</b>	<b>Seiketsu</b>	<b>ESTANDARIZAR</b>
<b>5</b>	<b>Shitsuke</b>	<b>DISCIPLINA</b>

**Figura 8:** Las 5S

**Fuente:** Manual 5S

**1) SEIRI (Clasificación):** ¡Separar lo que es necesario de lo que no lo es y tirar lo que es inútil!

**Los pasos son los siguientes:**

- Haciendo inventarios de las cosas útiles en el área de trabajo.
- Entregar un listado de las herramientas o equipos que no sirven en el área de trabajo.
- Desechando las cosas inútiles

**Ejecución de la clasificación:**

El propósito de clasificar significa retirar de los puestos de trabajo todos los elementos que no son necesarios para las operaciones de mantenimiento o de oficinas cotidianas. Los elementos necesarios se deben mantener cerca de la acción, mientras que los innecesarios se deben retirar del sitio, donar, transferir o eliminar.

**Identificar elementos innecesarios:**

El primer paso en la clasificación consiste en preocuparse de los elementos innecesarios del área, y colocarlos en el lugar seleccionado para implantar la 5 S. En este paso se pueden emplear las siguientes ayudas:

- En esta primera S será necesario un trabajo a fondo en el área, para solamente dejar lo que nos sirve.
- Se entregará dos formatos tipo para realizar la clasificación, en el primero se anotará la descripción de todos los objetos que sirvan en el área y en el otro se anotara todos los objetos que son innecesarios en el área, con esto, además, se tiene un listado de los equipos y herramientas del área.



**Figura 9:** Diagrama de Flujo para la clasificación

**Fuente:** Manual de las 5S

**Se obtendrán los siguientes beneficios:**

- Más espacio.
- Mejor control de inventario.
- Eliminación del despilfarro.
- Menos accidentalidad.

Siguiendo este diagrama propuesto se podrá realizar una buena clasificación.

**2) Seiton (Organizar):** ¡Colocar lo necesario en un lugar fácilmente accesible!

- Colocar las cosas útiles por orden según criterios de: Seguridad / Calidad / Eficacia.
- Seguridad: Que no se puedan caer, que no se puedan mover, que no estorben.
- Calidad: Que no se oxiden, que no se golpeen, que no se Puedan mezclar, que no se deterioren.
- Eficacia: Minimizar el tiempo perdido.
- Elaborando procedimientos que permitan mantener el orden.

**Ejecución de la organización:**

Pretende ubicar los elementos necesarios en sitios donde se puedan encontrar fácilmente para su uso y nuevamente retornarlos al correspondiente sitio. Con esta aplicación se desea mejorar la identificación y marcación de los controles

de los equipos, instrumentos, expedientes, de los sistemas y elementos críticos para mantenimiento y su conservación en buen estado. Permite la ubicación de materiales, herramientas y documentos de forma rápida, mejora la imagen del área ante el cliente "da la impresión de que las cosas se hacen bien", mejora el control de stocks de repuestos y materiales, mejora la coordinación para la ejecución de trabajos. En la oficina facilita los archivos y la búsqueda de documentos, mejora el control visual de las capetas y la eliminación de la pérdida de tiempo de acceso a la información.

### Orden y estandarización:

El orden es la esencia de la estandarización, un sitio de trabajo debe estar completamente ordenado antes de aplicar cualquier tipo de estandarización. La estandarización significa crear un modo consistente de realización de tareas y procedimientos, a continuación, se entregarán ayudas para la organización.

### Pasos propuestos para organizar:

- En primer lugar, definir un nombre, código o color para cada clase de artículo.
- Decidir dónde guardar las cosas tomando en cuenta la frecuencia de su uso.
- Acomodar las cosas de tal forma que se facilite el colocar etiquetas visibles y utilizar códigos de colores para facilitar la localización de los objetos de manera rápida y sencilla.



**Figura 10:** Orden y estandarización

**Fuente:** Manual 5S

**Se obtendrán beneficios:**

- Nos ayudara a encontrar fácilmente documentos u objetos de trabajo, economizando tiempos y movimientos.
- Facilita regresar a su lugar los objetos o documentos que hemos utilizados.
- Ayuda a identificar cuando falta algo.
- Da una mejor apariencia. Una vez realizada la organización siguiendo estos pasos, se está en condiciones de empezar a crear procesos, estándares o normas para mantener la clasificación, orden y limpieza.

Una vez realizada la organización siguiendo estos pasos, se está en condiciones de empezar a crear procesos, estándares o normas para Mantener la clasificación, orden y limpieza.

**3) Seiso (Limpieza): ¡Limpiar las partes sucias!**

- Recogiendo, y retirando lo que estorba.
- Limpiando con un trapo o brocha
- Barriendo.
- Desengrasando con un producto adaptado y homologado.
- Pasando la aspiradora.
- Cepillando y lijando en los lugares que sea preciso.
- Rastrillando.
- Eliminando los focos de suciedad.

**Ejecución de la limpieza:**

Pretende incentivar la actitud de limpieza del sitio de trabajo y lograr mantener la clasificación y el orden de los elementos. El proceso de implementación se debe apoyar en un fuerte programa de entrenamiento y suministro de los elementos necesarios para su realización, como también del tiempo requerido para su ejecución.

**Campaña de limpieza:**

Es un buen inicio y preparación para la práctica de la limpieza permanente. Esta jornada de limpieza ayuda a obtener un estándar de la forma como deben estar los equipos permanentemente. Las acciones de limpieza deben ayudarnos a mantener el estándar alcanzado el día de la jornada inicial. Como evento motivacional ayuda a comprometer a la dirección y funcionarios y contratistas en el proceso de implantación seguro de la 5S.

**Se obtendrán los siguientes beneficios:**

- Aumentará la vida útil del equipo e instalaciones.
- Menos probabilidad de contraer enfermedades.
- Menos accidentes.
- Mejor aspecto
- Ayuda a evitar mayores daños a la ecología.

**4) Seiketsu (Estandarizar):** ¡Mantener constantemente el estado de orden, limpieza e higiene de nuestro sitio de trabajo!

- Limpiando con regularidad establecida.
- Manteniendo todo en su sitio y en orden
- Establecer procedimientos y planes para mantener orden y limpieza

**Ejecución de la estandarización:**

En esta etapa se tiende a conservar lo que se ha logrado, aplicando estándares a la práctica de las tres primeras "S". Esta cuarta S está fuertemente relacionada con la creación de los hábitos para conservar el lugar de trabajo en perfectas condiciones.

**Estandarización:**

Se trata de estabilizar el funcionamiento de todas las reglas definidas en las etapas precedentes, con un mejoramiento y una evolución de la limpieza, ratificando todo lo que se ha realizado y aprobado anteriormente, con lo cual se hace un balance de esta etapa y se obtiene una reflexión acerca de los elementos encontrados para poder darle una solución.

**Se obtendrá los siguientes resultados:**

- Se guarda el conocimiento producido durante años.
- Se mejora el bienestar del personal al crear un hábito de conservar impecable el sitio de trabajo en forma permanente.
- Los operarios aprenden a conocer con profundidad el equipo y elementos de trabajo.
- Se evitan errores de limpieza que puedan conducir a accidentes o riesgos laborales innecesarios.

**5) Shitsuke (Disciplina):** ¡Acostumbrarse a aplicar las 5 s en nuestro sitio de trabajo y a respetar las normas del sitio de trabajo con rigor!

- Respetando a los demás
- Respetando y haciendo respetar las normas del sitio de trabajo

- Llevando puesto los equipos de protección
- Teniendo el hábito de limpieza
- Convirtiendo estos detalles en hábitos reflejos

### **Incentivo a la disciplina**

La práctica de la disciplina pretende lograr el hábito de respetar y utilizar correctamente los procedimientos, estándares y controles previamente desarrollados. En lo que se refiere a la implantación de las 5S, la disciplina es importante porque sin ella, la implantación de las cuatro primeras S se deteriora rápidamente.

### **Disciplina:**

La disciplina no es visible y no puede medirse a diferencia de las otras S que se explicaron anteriormente. Existe en la mente y en la voluntad de las personas y solo la conducta demuestra la presencia, sin embargo, se pueden crear condiciones que estimulen la práctica de la disciplina.

### **Pasos propuestos para crear disciplina:**

- Uso de ayudas visuales
- Recorridos a las áreas, por parte de los directivos.
- Publicación de fotos del "antes" y "después"
- Boletines informativos, carteles, usos de insignias
- Concursos de lema y logotipo.
- Establecer rutinas diarias de aplicación como "5 minutos de 5s", actividades mensuales y semestrales.
- Realizar evaluaciones periódicas, utilizando
- Criterios pre-establecidos, con grupos de verificación independientes.

### **Se obtendrán los siguientes beneficios:**

- Se evitan reprimendas y sanciones
- Mejora nuestra eficacia
- El personal es más apreciado por los jefes y compañeros
- Mejora nuestra imagen

Con todas las herramientas anteriores asimiladas, se podrá seguir el siguiente cronograma del diseño de mejora de trabajo propuesto.

**Tabla 16:** Cronograma del diseño de mejora.

<b>Cronograma del diseño de mejora</b>						
<b>Etapas</b>	<b>Semanas</b>					
<b>1. Planificación de la puesta en marcha</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
Crear el equipo de trabajo.						
Preparar el equipo: dar a conocer el origen, filosofía y los conceptos de las cinco Ss.						
Elaborar cronograma de implementación general de todas las etapas de las cinco Ss con el equipo de trabajo.	x					
Fotografiar y/o filmar la situación actual de la empresa (destacar los detalles).	x					
Planificar el comienzo de la implementación con equipos y carteles para movilizar y despertar el interés por el tema.	x					
Fijar carteles y enviar invitaciones del comienzo de la implementación para todos, informe fecha, hora y lugar.		x				
Preparar todo para la inauguración (paneles de fotos, globos, invitación a un empresario para hablar de su experiencia, música, etc., sea creativo).		x				
Realizar la inauguración (después de la apertura invitar a todos a un momento agradable, un loche, un té, etc.).		x				
Crear una mascota para las cinco Ss, si lo desea (involucre a los colaboradores).		x				
<b>Etapas</b>	<b>Semanas</b>					
<b>2. Descarte</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
Planificar la difusión del descarte (textos, material para la dinámica, lista de asistencia, convocatoria para la reunión, etc.).			x			
Sugerir la evaluación de la situación actual de la empresa, usando la lista de verificación de descarte (puede ser elaborado durante la reunión con todo el equipo).			x			
Preparar carteles de sensibilización de la etapa de descarte.			x			
Revalidar y comuníquese a todos el periodo que usted ha planificado para la etapa de descarte (cartel sensibilizador, e-mail, lista de llamadas).			x			
Realizar el descarte.			x			

Realizar el balance del descarte: material a ser vendido, material recuperable, elementos no utilizados (cantidad), otros.	x
Presentar el balance y los indicadores del descarte a todos los colaboradores, evalúe el proceso.	x
Realizar una reunión con el equipo de trabajo para el seguimiento de la aplicación del descarte, conforme lo planificado, realice ajustes de ser necesario.	x
Elaborar guías y procedimientos para el mantenimiento del descarte diario, que comunique y monitoree el desarrollo de las actividades.	x
<b>Etapas</b>	<b>Semanas</b>
<b>3. Organización</b>	<b>1 2 3 4 5 6</b>
Planificar la difusión de la organización (textos, material para la dinámica, lista de asistencia, convocatoria para la reunión).	x
Sugerir una evaluación de la situación actual de la empresa, usando la lista de verificación de la organización (puede ser elaborado durante la reunión con todo el equipo).	x
Preparar carteles de sensibilización de la etapa de organización (use su creatividad y la de sus colaboradores).	x
Revalidar el período que el equipo planificó para la etapa de organización (toma mucho tiempo) y comunicar al personal cómo será llevado a cabo: guía de etiquetas, lo que se espera del uso de armarios, cajones, explicación del uso de locales, etc.	x
Ejecutar la organización.	x
Realizar una reunión con el equipo de trabajo para acompañar a la ejecución de la organización, conforme lo planificado.	x
Monitorear el desarrollo de la organización, conforme lo planificado.	x
Acondicionar el área de descarte, conforme se encuentre su organización etc.	x
Estructurar indicadores para la etapa de la organización.	x
Mantener informadas y retroalimentar (feedback) a las personas sobre el esfuerzo individual y colectivo de las etapas trabajadas hasta el momento.	x
Elaborar guías y procedimientos para el mantenimiento de la organización, que comunique y monitoree el desarrollo de las actividades.	x

Etapas	Semanas					
	1	2	3	4	5	6
<b>4. Limpieza</b>						
Estudiar de forma detallada las etapas de la limpieza con el equipo de trabajo, planificar la difusión sobre la limpieza y el día de limpieza (textos dinámicos, material complementario, lista de asistencia, convocatoria para la reunión, etc.).						x
Sugerir una evaluación de la situación actual de la empresa, utilice la lista de verificación de la limpieza (puede ser elaborado durante la reunión con todo el equipo).						x
Revalidar el período que el equipo planificó para la etapa de limpieza , sobre todo el día de limpieza, cómo se desarrollará la organización y ejecución.						x
Preparar carteles de sensibilización sobre la etapa de la limpieza, enfoque el objetivo del día de la limpieza.						x
Preparar materiales y recursos para el día de limpieza.						x
Llevar a cabo el día de limpieza.						x
Analizar la necesidad de realizar las correcciones que los colaboradores entregarán después del día de limpieza.						x
Difundir las correcciones que se evaluaron, así como los datos/números medidos de la etapa de la limpieza.						x
Elaborar guías y procedimientos para el mantenimiento de la limpieza, que comunique y monitoree el desarrollo de las actividades.						x
Monitorear el desarrollo del descarte, así como el desarrollo de la limpieza (en el caso que todavía se presente).						x
<b>5. Higiene</b>						
Planificar la difusión de la higiene (textos, material para la dinámica, listas de asistencia, convocatoria para la reunión, etc.) y crear programas, charlas, servicios para el bienestar de las personas.						x
Sugerir una evaluación de la situación actual de la empresa, usando la lista de verificación de la higiene (evaluar si por sector o por equipo multidisciplinario).						x
Preparar carteles de sensibilización de la etapa de higiene: invierta tiempo para el desarrollo de esta actividad.						x

Revalidar el período que el equipo planificó para la etapa de la higiene (esta etapa por lo general, necesita contactos externos a la empresa, debido a ello necesita un tiempo). x

Iniciar la ejecución de la higiene. x

Evaluar las otras etapas. x

Continuar la difusión de las decisiones sobre las correcciones, así como los datos/números medidos en la etapa de limpieza. x

Incentivar a las personas a participar en el programa con sugerencias e ideas para esta etapa. x

Posibilitar la visita de algunas personas escogidas, a otras empresas que ya hayan utilizado las cinco Ss. x

Elaborar guías y procedimientos para el mantenimiento de la higiene, que comunique y monitoree el desarrollo de las actividades. x

Comunicar cuáles son los indicadores de la etapa de higiene. x

Etapas	Semanas					
	1	2	3	4	5	6
<b>6. Autodisciplina</b>						
Planificar cómo se desarrollará la autodisciplina.						x
Determinar e invitar a los auditores internos.						x
Preparar y brindar el soporte necesario para la realización de las auditorías.						x
Comunicar y sensibilizar al personal para el desarrollo de la etapa de la autodisciplina, con carteles, volantes, reuniones, etc.						x
Elaborar listas de verificaciones, criterios de puntuación en la auditoría, cuadro de monitoreo del área y tipo de reconocimiento.						x
Elaborar el manual de auditoría y comunicarlo al personal, en caso sea necesario.						x
Realizar la auditoría.						x
Monitorear las auditorías y actuar sobre ellas.						x
Filmar y/o fotografiar la empresa, presentando los resultados.						x
Elaborar guías y procedimientos para el mantenimiento de la autodisciplina, que comunique y monitoree el desarrollo de las actividades.						x
Comunicar cuáles son los indicadores de la etapa de autodisciplina.						x

**Fuente:** Elaboración propia

Con los puntos brindados en la tabla anterior se dará valor y constancia para un sistema del diseño de mejora de 5S, lo cual formará a las personas involucradas de dicha planta. Mediante esto se fortalecerá los hábitos para las actividades; aplicando lo mencionado anteriormente se mejorará el porcentaje de cumplimiento de las 5S.

**Tabla 17:** Diseño de mejora del Check List de las 5S

CHECK LIST 5S	Calificación (Actual)	Calificación (Anterior)	Fecha				
	_/100	_/100	_/	_/	_/	_/	_/
<b>5 S</b>	<b>ITEM A EVALUAR</b>	<b>CRITERIO DE EVALUACION</b>	<b>CALIFICACION</b>				
			<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>CLASIFICAR</b>	<b>Materiales y partes</b>	Existencias y trabajo en proceso innecesarios.			X		
	<b>Máquinas y equipos</b>	Todas las máquinas y partes de equipos están regularmente en uso.				X	
	<b>Herramientas, moldes y plantillas</b>	Todas las herramientas de ajustes, cortes, moldes, etc., están regularmente en uso.					X
	<b>Control visual</b>	Todo lo que es innecesario en el área de trabajo, se puede distinguir a simple vista.				X	
	<b>Estándares para descartar artículos</b>	Hay estándares claros para eliminar excesos.			X		
<b>PUNTUACIÓN DE CLASIFICAR</b>			<b>14</b>				
<b>ORGANIZAR</b>	<b>Rótulos áreas de almacenamiento</b>	Rótulos que identifican todas las áreas de almacenamiento.				X	
	<b>Rótulos en tramerías, y artículos almacenados</b>	Todas las tramerías, anaqueles y artículos almacenados están claramente rotulados.					X
	<b>Indicadores de cantidad</b>	Hay claras indicaciones de stocks máximos y mínimos.			X		
	<b>Líneas de señalización</b>	Están las áreas señalizadas mediante líneas divisorias blancas en los pisos.			X		
	<b>Instrumentos y herramientas</b>	Instrumentos y herramientas están organizadas, de modo que facilite su localización y retorno.					X
<b>PUNTUACIÓN DE ORGANIZAR</b>			<b>15</b>				
<b>LIMPIAR</b>	<b>Pisos</b>	Está el piso limpio y sin basura.				X	
	<b>Máquinas</b>	Se mantienen las máquinas limpias.				X	

	<b>Limpieza y chequeo</b>	Limpieza e inspección de mantenimiento son conceptos indistintos.	X
	<b>Responsabilidad de limpieza</b>	Hay rotación o sistema de turnos para la limpieza.	X
	<b>Máquinas, equipos, moldes, herramientas</b>	Sin polvo, grasa, ningún otro tipo de suciedad.	X
<b>PUNTUACIÓN DE LIMPIAR</b>			<b>15</b>
<b>ESTANDARIZAR</b>	<b>Evidencia de sostenibilidad de 3 primeras S.</b>	Identificar normas y recursos para mantener clasificación, organización y limpieza.	X
	<b>Evidencia de patrullas o auditorías de 5S.</b>	Ver físicamente secuencia de registros de auditorías realizadas.	X
	<b>Evidencia de algún tipo incentivo por avances de 5S logrados.</b>	Competencias departamentales, premios metálicos y no metálicos, pergaminos (por áreas).	X
	<b>Evidencias de reuniones de seguimiento para tratar asuntos relativos al avance del proceso 5 S.</b>	Agendas de reuniones realizadas.	X
	<b>Evidencias de compromiso de alta gerencia y los demás involucrados.</b>	Verificar nivel de involucramiento y compromiso de alta gerencia y el resto de los colaboradores.	X
<b>PUNTUACIÓN DE ESTANDARIZAR</b>			<b>15</b>
<b>DISCIPLINAR</b>	<b>Regulaciones y normas</b>	Todas las regulaciones y normas son estrictamente observadas.	X
	<b>Interacción entre compañeros.</b>	¿Hay una atmósfera laboral agradable?, ¿Se tratan las personas con respeto y cortesía?	X
	<b>Horarios de comidas, reuniones, eventos, etc.</b>	¿Hacen todos esfuerzo por ser puntuales?	X
	<b>Equipos de oficina</b>	Regularmente dejan encendidas computadoras, luces, etc.	X
	<b>Comer, beber, fumar</b>	En áreas no destinadas a tales fines.	X
<b>PUNTUACIÓN DE DISCIPLINA</b>			<b>14</b>
<b>RESULTADO DE PUNTUACIÓN</b>			<b>73</b>

Fuente: Elaboración propia

En conclusión, si la planta aplica el diseño de mejora, se reformaría varios aspectos; la puntuación obtenida será de 73 puntos en total (Tabla 17), la puntuación máxima que se puede obtener en el check list es 100 puntos, por lo cual la planta cumpliría con el 73% de la metodología de las 5S.

### 3.3.2. Diseño de mejora del Programa de Capacitación a Operarios

Es importante realizar el diseño de mejora de un programa de capacitación a los operarios para que les facilite y ayude a realizar su trabajo en un menor tiempo, además de evitar posibles errores en el proceso de su trabajo y de esta manera estandarizar los tiempos y procesos. Por ello, se brindará el programa de capacitación en relación a la siguiente Tabla 18.

**Tabla 18:** Lista de Capacitación en el área de soldadura

<b>Lista de Capacitación</b>	
<b>Operador</b>	Contar con un manual de trabajo para las mediciones correctas en el material.
<b>Operador</b>	Contar con una amplia gama de conocimientos para la soldadura del producto.
<b>Operador</b>	Se tendrá conocimientos para el acabado correspondiente del producto.
<b>Operador</b>	Contar con un programa eficaz para la realización de los moldes en las láminas en la fabricación del producto.

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 19:** Aspectos a tener en cuenta para la construcción de silo

		
ASPECTOS		Área responsable:
CONSTRUCCIÓN DE SILO		Fecha:
Ítem	Responsable	Actividad
1	Operador	Flexibilidad en las láminas: Tener en cuenta el modelo a realizar.
2	Operador	Seguridad: Contar con los EPP correctos en el taller de soldadura.
3	Operador	Marcador – medidor para las medidas de las partes o piezas del silo: Ayuda a reducir errores de medición.
4	Operador	Modelos o patrones para las piezas más pequeñas del silo: Ahorra tiempo cuando se marcan las láminas.

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 20:** Habilidades básicas para la construcción de silo

		
HABILIDADES		Área responsable:
CONSTRUCCIÓN DE SILO		Fecha:
Ítem	Responsable	Actividad
1	Operador	Realizar las medidas y marcaciones correspondientes en el material dado (láminas).
2	Operador	Soldar las piezas para la construcción del silo.
3	Operador	Instalación de los accesorios al producto.

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.3.3. Diseño de mejora de los tiempos de procesos

Para el tiempo promedio del proceso de silo de cal 18 Tn se obtuvo la siguiente información:

**Tabla 21:** Tiempo del Proceso

<b>Tiempo del proceso</b>	
<b>SILO DE CAL 18 TN</b>	
<b>Procesos</b>	<b>TP (min)</b>
Diseño del modelo de acuerdo a los Tn	7.45
Verificación del material	11.3
Traslado del material	9.13
Organización del material	26.38
Asignar material según el requerimiento del cliente	23.46
Traslado al área de habilitado	9.83
Habilitado del material	21.14
Traslado al área de corte	6.31
Corte del material según el modelo de acuerdo a las Tn	146.23
Dobleces de las láminas	54.03
Traslado al área de soldadura	7.26
Soldadura de los dobleces de laminas	168.85
Soldadura de la tapa en el silo	112.58
Inspección de calidad del producto	7.9
Traslado al área de pintado	5.68
Pintado del producto	18.54
<b>TOTAL</b>	<b>636.1</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

Para poder hallar el tiempo normal de cada proceso en la fabricación de silo de cal 18 Tn se trabajó con un tiempo promedio, al cual se multiplicó por 1 y se le sumó los distintos valores elegidos dependiendo de la habilidad, esfuerzo, condición y consistencia. Luego al tiempo estándar se trabajó con el tiempo normal y se multiplicó por 1 más la tolerancia (1 + tol), esto se realizó para cada una de las operaciones dando como resultado los siguientes valores:

**Tabla 22:** Determinación de tiempo normal y tiempo estándar

<b>SILO DE CAL 18 TN</b>			
<b>Procesos</b>	<b>Tiempos</b>		
	<b>TP</b>	<b>TN</b>	<b>TS</b>
Diseño del modelo de acuerdo a los Tn	7.45	8.05	9.57
Verificación del material	11.3	12.20	14.52
Traslado del material	9.13	9.86	11.73
Organización del material	26.38	28.49	33.90
Asignar material según el requerimiento del cliente	23.46	25.34	30.15
Traslado al área de habilitado	9.83	10.62	12.63
Habilitado del material	21.14	22.83	27.17
Traslado al área de corte	6.31	6.81	8.11
Corte del material según el modelo de acuerdo a las Tn	146.23	157.93	187.93
Dobleces de las láminas	54.03	58.35	69.44
Traslado al área de soldadura	7.26	7.84	9.33
Soldadura de los dobleces de laminas	168.85	182.36	217.01
Soldadura de la tapa en el silo	112.58	121.59	144.69
Inspección de calidad del producto	7.9	8.53	10.15
Traslado al área de pintado	5.68	6.13	7.30
Pintado del producto	18.54	20.02	23.83
<b>TOTAL</b>	<b>636.1</b>	<b>686.99</b>	<b>817.52</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

### 3.3.4. Diseño de mejora del Balance de Línea

Para balancear la línea de fabricación de silo de cal 18 Tn en la empresa Metal Industria HVA S.R.L. en primer lugar tenemos que conocer los procesos y el tiempo estándar en que se demoran en ejecutarlo, el cual nos muestra la siguiente Tabla 23:

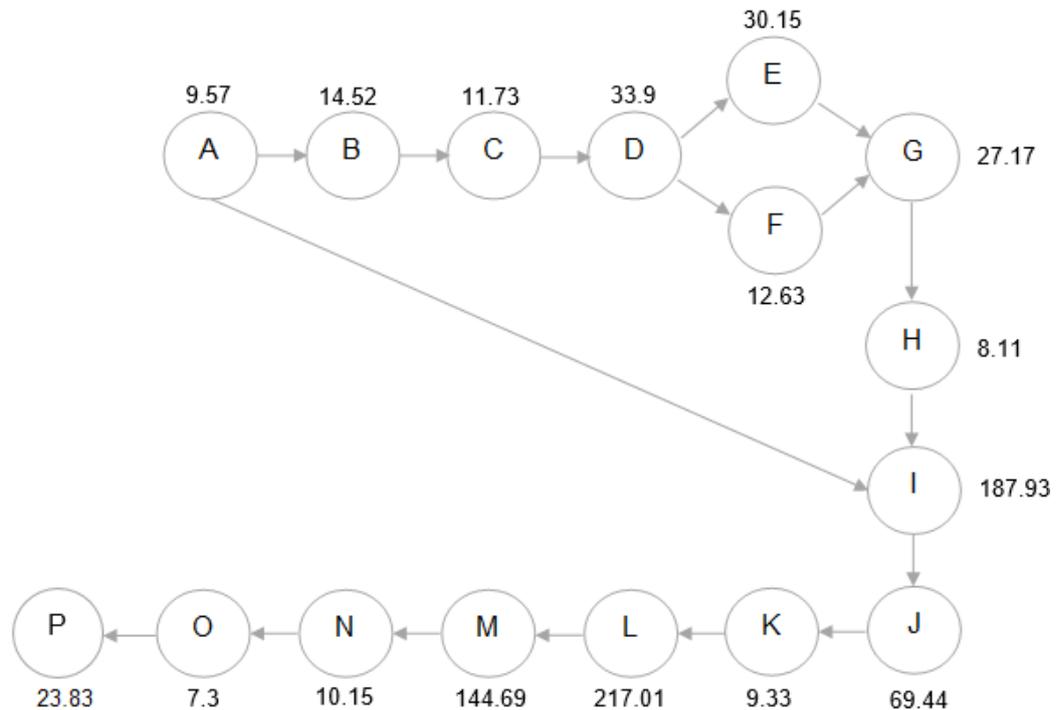
**Tabla 23:** Procesos en la línea de producción de silo de cal 18 Tn

<b>Línea de producción: SILO DE CAL 18 TN</b>			
<b>Estación</b>	<b>Procesos</b>	<b>Precedencia</b>	<b>TS (min)</b>
A	Diseño del modelo de acuerdo a los Tn	-	9.57
B	Verificación del material	A	14.52
C	Traslado del material	B	11.73
D	Organización del material	C	33.90
E	Asignar material según el requerimiento del cliente	D	30.15
F	Traslado al área de habilitado	D	12.63
G	Habilitado del material	E, F	27.17
H	Traslado al área de corte	G	8.11
I	Corte del material según el modelo de acuerdo a las Tn	A, H	187.93
J	Dobleces de las láminas	I	69.44
K	Traslado al área de soldadura	J	9.33
L	Soldadura de los dobleces de laminas	K	217.01
M	Soldadura de la tapa en el silo	L	144.69
N	Inspección de calidad del producto	M	10.15
O	Traslado al área de pintado	N	7.30
P	Pintado del producto	O	23.83
<b>TOTAL</b>			<b>817.52</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

### Diagrama de Precedencia

Luego se tendrá que elaborar una gráfica llamada diagrama de precedencia, el cual nos ayudará a conocer la precedencia entre los procesos, es decir la secuencia en que deben realizarse los diferentes procesos tal como se muestra en la Figura 11:



**Figura 11:** Diagrama de Precedencia de la nueva línea de producción.

**Fuente:** Elaboración Propia

Como tercer paso tenemos que determinar el tiempo de ciclo de la estación de trabajo, este se hallará dividiendo tiempo productivo disponible por cada día, entre las unidades requeridas, las cuales aumentan a 3 unidades.

**Ecuación 7:** Tiempo de ciclo de estación de trabajo

$$T_c = \frac{\text{Tiempo de producción por día}}{\text{Producción de unidades por día}}$$

**Reemplazando en la fórmula:**

$$T_c = \frac{8 \text{ horas} * 60 \text{ minutos}}{3 \text{ unidades}}$$

$$T_c = \frac{480 \text{ minutos}}{3 \text{ unidades}}$$

$$T_c = 160 \text{ minutos por unidad}$$

Luego tendremos que hallar el número mínimo de estaciones de trabajo, este se halla reemplazando en la siguiente fórmula:

**Ecuación 8:** Número de estaciones de trabajo

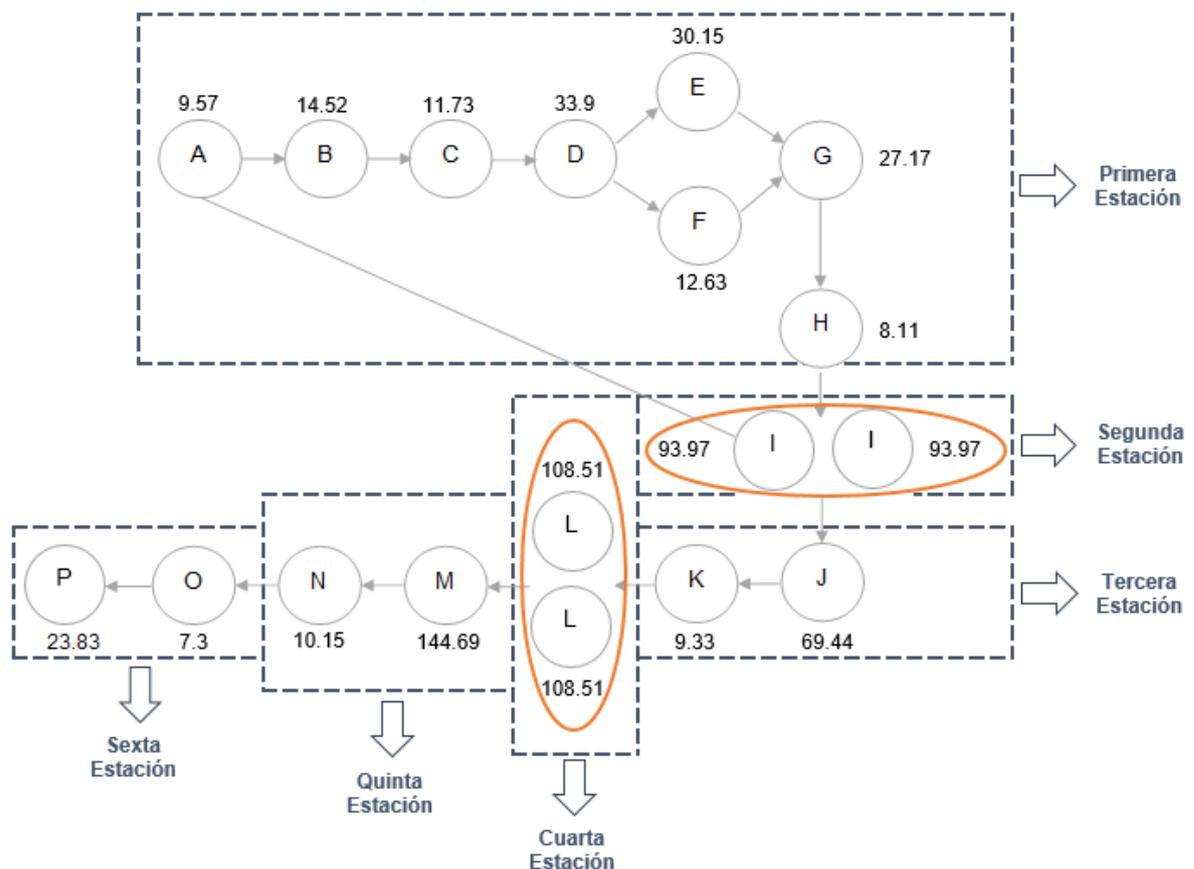
$$N = \frac{\text{Tiempo total de las tareas}}{\text{Tiempo de ciclo}}$$

$$N = \frac{817.52 \text{ minutos}}{160 \text{ minutos}}$$

$$N = 5.11 \text{ estaciones}$$

$$N = 6 \text{ estaciones}$$

Para balancear la línea de producción de silo de cal 18 Tn en la empresa es necesario dividir las cargas de trabajo en los cuellos de botella los cuales son 2 y se encuentran en Corte del material según el modelo de acuerdo a las Tn y Soldadura de los dobleces de láminas tal como se muestra en la figura 12:



**Figura 12:** Línea de Producción Balanceada del Silo de cal 18 Tn

**Fuente:** Elaboración Propia

### Calculamos la eficiencia del balanceo

Finalmente calculamos la eficiencia de la línea balanceada.

#### Ecuación 9: Eficiencia de la línea

$$E = \frac{\text{suma de los tiempos de las tareas}}{\text{número real de estaciones de trabajo} * \text{tiempo de ciclo de estaciones de trabajo}}$$

$$E = \frac{817.52 \text{ minutos}}{6 * 160} * 100$$

$$E = 85.15\%$$

La empresa Metal Industria HVA S.R.L. tiene una línea de producción muy ineficiente como la podemos observar en la Figura 11 en el cual encontramos una relación entre el operador y la máquina muy desequilibrada, también podemos encontrar que el tiempo de ciclo o cuello de botella es muy largo en relación a las demás operaciones, es por ello que con ayuda del diseño de mejora del balanceo de línea se pudo reducir el tiempo de ciclo y mejorar la eficiencia de la línea a un 85.15% en el producto silo de cal 18 Tn.

### 3.3.5. Resultados del Diseño de mejora

#### Resultados del diseño de mejora de las 5S's en el área de Soldadura

Los resultados resaltantes que pueden ser medidos se muestran a continuación:

**Tabla 24:** Resultados del diseño de mejora de las 5S's en el área de soldadura.

Diseño de mejora de 5'S	Tiempo de ubicación de útiles(M)			Tiempo de limpieza de útiles(M)		
	Actual	Futuro	Ahorro	Actual	Futuro	Ahorro
Área de soldadura	2.1H	1.8H	0.3H	3.0H	2.6H	0.4H
	Beneficio (min)		18 (14.28%)	Beneficio (min)		24 (20%)

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 25:** Resumen de resultados del diagnóstico inicial de la empresa METAL INDUSTRIA HVA S.R.L en la Variable Independiente

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ANTES	DESPUES	VARIACION
Mejora del proceso	Según (Fernández, 2002) La mejora de los procesos, significa optimizar la efectividad y la eficiencia, mejorando también los controles, reforzando los mecanismos internos para responder a las contingencias y las demandas de nuevos y futuros clientes. La mejora de procesos es un reto para toda empresa de estructura tradicional y para sistemas jerárquicos convencionales.	Tiempo de los procesos	Tiempo normal	829.09 min	686.99 min	142.10 min
			Tiempo estándar	986.62 min	817.52 min	169.10 min
		Balance de Línea	Eficiencia de la Línea	23.58 %	85.15 %	61.57 %
		5s	% Cumplimiento	35 %	73 %	38 %

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Tabla 26:** Resumen de resultados del diagnóstico inicial de la empresa METAL INDUSTRIA HVA S.R.L en la Variable Dependiente

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ANTES	DESPUES	VARIACION
Reducción de costos	Toda empresa busca maximizar su inversión. Solo con una reducción de costos, realizada adecuadamente, podrá lograrlo. Es el valor sacrificado para adquirir bienes y servicios mediante la reducción de activos o al incurrir en pasivos en el momento en que se obtiene los beneficios. (Universidad de Texas, 2008)	Costos	Costo de mano de obra	S/. 8000.00	S/. 8000.00	S/. 0.00
			Costo de materiales	S/. 4800.00	S/. 4800.00	S/. 0.00
			Costo por reproceso	S/. 1500.00	S/ 1242,90	S/. 257.1
			Costo por almacenamiento	S/.1750.00	S/. 1450.05	S/. 299.95

**Fuente:** Elaboración Propia.

### 3.4. Análisis Económico

Dentro del análisis económico se detallarán los costos del diseño de mejora; la inversión de los activos intangibles, los indicadores de ahorro, el flujo de caja proyectado, indicadores de evaluación y el cálculo del CPPC, todos los valores fueron detallados en un periodo de 5 años.

#### 3.4.1. Inversión de Activos Intangibles

En la tabla 27 de Inversión de Activos Intangibles, se describen los materiales, la cantidad y los costos unitarios de cada uno de ellos, los cuales se utilizaron para el diseño de mejora de procesos en la elaboración del silo de cal 18 Tn.

**Tabla 27:** Inversión de Activos Intangibles

ÍTEM	MEDIDA	CANTIDAD		PRECIO UNITARIO		INVERSIÓN TOTAL
<b>ÚTILES DE ESCRITORIO</b>						
Papel bond A4	Millar	4	S/	25.00	S/	100.00
Plumones	Caja	8	S/	8.00	S/	64.00
Lapiceros	Caja	2	S/	5.00	S/	10.00
Archivadores	Unidad	15	S/	6.00	S/	90.00
Perforador	Unidad	2	S/	10.00	S/	20.00
Post -it	Paquete	8	S/	3.00	S/	24.00
Fólderes	Paquete	8	S/	4.00	S/	32.00
Engrapador	Unidad	2	S/	5.00	S/	10.00
<b>EQUIPOS DE OFICINA</b>						
Laptop	Unidad	1	S/	1,500.00	S/	1,500.00
Computadoras de escritorio	Unidad	2	S/	1,800.00	S/	3,600.00
Escritorio	Unidad	3	S/	300.00	S/	900.00
Impresora	Unidad	2	S/	350.00	S/	700.00
Memorias USB	Unidad	4	S/	25.00	S/	100.00
<b>HERRAMIENTAS MANUALES</b>						
Escoba	Unidad	2	S/	13.00	S/	26.00
Trapo	Paquete	2	S/	7.50	S/	15.00
Desinfectante	Unidad	5	S/	5.00	S/	25.00
Recogedor	Unidad	2	S/	5.00	S/	10.00
<b>CAPACITACIÓN AL PERSONAL</b>						
Capacitación en 5S	Horas	24	S/	80.00	S/	1,920.00
Capacitación en el manual de trabajo	Horas	8	S/	120.00	S/	960.00
<b>Total de Inversión (USD)</b>						<b>S/ 10,106.00</b>

Fuente: Elaboración propia

### 3.4.2. Indicadores De Ahorro

Tabla 28: Análisis de los indicadores

INDICADORES DE AHORRO												
INDICADORES	AÑO 0		AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3		AÑO 4		AÑO 5	
Valor del Reproceso	S/.	-	S/	18,000.00								
Costo por Operaciones	S/.	-	S/	153,600.00								
Costo por Almacenamiento	S/.	-	S/	21,000.00								
Valor de exactitud del Silo	S/.	-	S/	33,840.00								
<b>TOTAL</b>												
<b>INDICADORES DE AHORRO</b>	<b>S/.</b>	<b>-</b>	<b>S/</b>	<b>226,440.00</b>								

Fuente: Elaboración Propia

**Interpretación:** En la tabla 28 de Análisis de los indicadores se muestra que el valor de reproceso de cada año será de S/ 18,000.00, el costo por operaciones de cada año será de S/ 153,600.00, el costo por almacenamiento de cada año será de S/ 21,000.00, y el valor de exactitud del Silo de cada año será de S/ 33,840.00.

Tabla 29: Flujo de Caja Proyectado

AÑO 0	AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3		AÑO 4		AÑO 5	
S/ -139,230.00	S/	87,210.00								

Fuente: Elaboración Propia

**Interpretación:** En la tabla 29 de Flujo de Caja Proyectado se muestra que en el año 1 el margen de ganancia será S/ 87,210.00, para el año 2 será de S/ 87,210.00, para el año 3 será de S/ 87,210.00, para el año 4 será de S/ 87,210.00 y para el año 5 de S/ 87,210.00.

**Tabla 30:** Indicadores de Evaluación

<b>COK = CPPC = WACC =</b>	18.50%
<b>VA</b>	S/ 269,643.94
<b>VAN</b>	S/ 130,413.94
<b>TIR</b>	56%
<b>IR</b>	1.94

**Fuente:** Elaboración Propia

VAN > 0	Acepta
TIR > Tasa Cok	Acepta
IR > 1	Acepta

**Interpretación:** En la tabla 30 Indicadores de Evaluación se muestra que el Valor Actual Neto (VAN) es de S/ 130,413.94 este resultado nos indica que la inversión es rentable, con una Tasa de Retorno Interna (TIR) del 56% mayor al COK siendo que nuestro proyecto traerá un beneficio mayor a la inversión, y un Índice de Rentabilidad (IR) de 1.94, lo que significa que por cada unidad monetaria invertida se obtendrá un beneficio de 0.94 unidades monetarias.

### 3.4.3. Cálculo del CPPC

$$CPPC = WACC = \frac{D}{D+C} \times Kd \times (1 - T) + \frac{C}{D+C} \times Ke$$

**Tabla 31:** Cálculo del CPPC (tasa de descuento que se utiliza para descontar los flujos de caja futuros a la hora de valorar un proyecto de inversión)

<b>D</b>	<b>Deuda</b>	S/ 232,205.00
<b>C</b>	<b>Capital</b>	S/ 1,357,551.00
<b>KD</b>	<b>Costo de la deuda</b>	14.0%
<b>t</b>	<b>Impuesto a la renta</b>	30.00%
<b>CPPC</b>	<b>Costo promedio ponderado de capital</b>	
<b>Roe = Ke =</b>	$\frac{\text{Utilidad neta}}{\text{Total de patrimonio}}$	$\frac{S/ 271,392.00}{S/ 1,357,551.00} = 20.00\%$

$$CPPC = WACC = (D/D+C) * (Kd * (1-t)) + (C/D+C) * (Ke) = 18.50\%$$

**Fuente:** Elaboración Propia

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusión

Según (Ango Huaranga, 2016) manifiesta que la mejora de la planificación de la entidad a partir del uso de métodos de pronósticos permiten gestionar los recursos necesarios aumentando la capacidad de producción de los procesos bajo análisis. Por lo tanto, en la presente investigación se hizo un diagnóstico de la situación actual de los procesos y costos de fabricación encontrándose que tienen un tiempo estándar de fabricación de 986.62 min y un costo de fabricación de S/. 12800.00 en la empresa Metal Industria HVA S.R.L.

Según (Becerra & Vilca, 2013) manifiestan en su investigación titulada "Propuesta de desarrollo de Lean Manufacturing en la reducción de costos por reprocesos en el área de pintado de la empresa factoría Bruce S. A." Teniendo en cuenta el desarrollo de la propuesta se dio como resultado lo siguiente: El mapeo actual mostraba un tiempo de producción de 4.4375 días, con un tiempo de procesos de 1234 min, con un 42.07% sin valor agregado y un 57.93% con valor agregado. Por otro lado, el mapeo propuesto muestra un tiempo de producción de 4.3956 días, un tiempo de proceso de 1364 min, un 35.05% sin valor agregado y un 64.95% con valor agregado. Se redujo el porcentaje de reproceso por total de producción de un 88% a un 47%, de esta manera, se redujo también el costo total anual de S/. 41 177.17 a S/. 21 361.83. Se puede apreciar que es una reducción considerable, esto nos permite indicar que el diseño planteado es correcto. Por lo que en este trabajo el tiempo del proceso de silo de cal 18 Tn era de 986.62 min con una eficiencia de línea del 23.58% y con el diseño de mejora se redujo a 817.52 min con una eficiencia de línea del 85.15% teniendo una variación en el tiempo de 169.10 min y en la eficiencia un 61.57%. El costo total de producción de silo de cal 18 TN es de S/. 16,050.00, y con el diseño se redujo a S/. 13,299.03 lo cual representa el 82.86% del costo original obteniendo así una reducción de costo de fabricación del 17.14%.

Según (MEMORY CONSULTING SL, 2018) el análisis económico - financiero es la disciplina que diagnóstica la capacidad que posee la empresa, y que permite generar beneficios que atienden adecuadamente los compromisos de pago. Además de evaluar su viabilidad futura con el fin de facilitar la toma de decisiones que están encaminadas a reconducir y mejorar la gestión de los recursos de la empresa para lograr crear valor, además de continuar en el mercado. Por ello, en la presente investigación se realizó el análisis económico del diseño de mejora obteniendo como resultados un Valor Actual Neto (VAN) de S/ 130,413.94 el cual es mayor a 0 esto nos indica que la inversión es rentable, con una Tasa de Retorno Interna (TIR) del 56% en donde es mayor que un COK de 18.50% siendo que nuestro proyecto trae un beneficio mayor a la inversión, y un Índice de Rentabilidad (IR) de S/. 1.94, lo que significa

que por cada unidad monetaria invertida se obtendrá un beneficio de S/. 0.94; todos estos datos fueron proyectados en un periodo de 5 años.

## 4.2 Conclusiones

Se logró identificar y reconocer los diferentes procesos que intervienen en la fabricación del producto y se realizó el diagnóstico de la situación actual de los procesos y costos de fabricación encontrándose que tienen un tiempo de fabricación de 986.62 min y un costo de S/. 12,800.00 en la empresa Metal Industria HVA S.R.L.

El diseño de mejora continua se empleó con éxito en el proceso de fabricación de silo de cal 18 Tn, teniendo un tiempo estándar de 986.62 min con una eficiencia de línea del 23.58% y con el diseño de mejora se redujo a 817.52 min con una eficiencia del 85.15% obteniendo una variación en el tiempo de 169.10 min y en la eficiencia un 61.57%, con un costo total de producción de S/. 16,050.00, que se redujo a S/. 13,299.03 lo cual representa el 82.86% del costo original obteniendo así una reducción de costo de fabricación del 17.14%.

Se concluye a través de los indicadores financieros que la inversión en el diseño de mejora es viable en situaciones favorables o poco favorables. Con los resultados de Valor Actual Neto (VAN)  $> 0$  que genera una rentabilidad de S/ 130,413.94 en un periodo de cinco años, un Tasa de Retorno Interna (TIR) de 56% mayor a la tasa COK de 18.50% y un Índice de Rentabilidad (IR) de S/. 1.94 lo que significa que por cada unidad monetaria invertida se obtendrá un beneficio de S/. 0.94; por lo tanto, se demuestra que el proyecto es factible y sobre todo rentable para la empresa Metal Industria HVA S.R.L.

## REFERENCIAS

- Acosta, I., Esteller, R., Fraile, J. L., & Romera, J. (2016). Análisis económico. *El Economista*.  
Obtenido de <https://www.economista.es/diccionario-de-economia/analisis-economico>
- Alacero. (25 de Noviembre de 2013). *Vanguardia Net*. Obtenido de <https://www.vanguardia-industrial.net/sector-metalmecanico-enfrenta-baja-inversion/>
- Alcántara, V. (2015). 20 años de la industria metalmecánica en América Latina. *Metalmecánica*, 3.
- Ango Huaranga, W. G. (2016). *DIAGNÓSTICO Y MEJORA DE PROCESOS EN EL ÁREA DE*. Lima:  
Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Bances, R. (2017). *Implementación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el taller metalmecánica Wensay Aceros S.A. Puente de Piedra, 2017* . Lima: Universidad César Vallejo.
- Becerra, W., & Vilca, E. (2013). *Propuesta de desarrollo de lean manufacturing en la reducción de costos por reprocesos en el área de pintado de la empresa factoría Bruce S. A.* Trujillo: Universidad Privada del Norte.
- Cajamarca promueve el desarrollo cooperativo de las empresas de metalmecanica. (2012). *El comercio*.
- Carreño, A. (2011). *Logística de la A a la Z*. Peru: Fondo editorial Universidad catolica.
- Caruajulca, B. (2017). *BALANCE DE LÍNEA PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA*.  
Lima: Universidad Cesar Vallejo.
- Castañeda, J. A. (2014). *ANÁLISIS Y MEJORA DE PROCESOS EN UNA EMPRESA TEXTIL EMPLEANDO LA METODOLOGIA DMAIC*. LIMA: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ.
- Cerna, C. (2018). *Investigación científica: Método y técnicas*. Cajamarca: Corpus Cerna Cabrera.
- Chase, R., Jacobs, F., & Aquilano, M. (2009). *Administracion de la produccion y operaciones*. Mexico : Mc Graw Hill Interamericana.
- CHASE, R., JACOBS, R., & AQUILANO, N. (2009). *Administración de Operaciones*.
- Contreras, R. (2013). *Logística de Almacenamiento*. España: Ediciones Paraninfo.
- Cordero Iñiguez, D. (2012). *Sistema de Gestión de Calidad en la Empresa Curtiembre Renaciente S.A.* Bogota: Universidad De Cuenca.
- Cornejo, G., & Yungazaca, L. A. (2012). *“Guía metodológica para la implementación de un Sistema Integrado de Gestión en la empresa CORTIPLAST S.A.* . Guayaquil: Universidad Politecnica Salesiana-Sede Guayaquil.
- Fernández, F. (11 de Septiembre de 2002). Obtenido de Gestipolis: Recuperado de <https://www.gestipolis.com/mejora-innovacion-procesos/>

- Gonzales Jara, T. &. (2013). *Implementación del sistema integrado de gestión, calidad, medio ambiente, seguridad y salud en el trabajo, para el proceso de manejo de residuos biopeligrosos de la Empresa Municipal de Aseo de Cuenca*. Cuenca: EMAC-EP.
- Gonzales, C. H., & Lozano, T. A. (2015). *Implementación de una propuesta de mejora en la producción de barandas de cisternas, cajas y templadores metálicos para mejorar la productividad en la empresa Catsol SRL*. Cajamarca: Universidad Privada del Norte.
- Groover, M. P. (1997). *Fundamentos de Manufactura Moderna*. Mexico: Raeia Maes.
- Guerrera, C. T., & Davalos, M. V. (2012). *Mejoramiento de procesos e incidencia en los costos de producción de gases líquidos aplicado en la empresa "British company-Boc Gases-Venezuela"*. Quito-Ecuador; Caracas-Venezuela: Universidad Andina Simón Bolívar.
- Herrera, J. L. (2013). *+PRODUCTIVIDAD*. Estados Unidos.
- Hirano, H. (2018). *5S para todos: 5 pilares de la fábrica visual*. España: Productivity Press.
- Ishikawa, K. (1986). *Que es el control total de Calidad*. Tokio: Grupo Editorial Norma.
- Jácobo, H., & Aliaga, K. (2014). *Propuesta de mejora en la gestión de operaciones para reducir los costos operativos de la empresa Imad S.A.C*. Cajamarca: Universidad Privada del Norte.
- Krajewski, L. J., & Ritzman, L. P. (2000). *Administración de operaciones: estrategia y análisis*. Mexico.
- Küppers, E. F. (2013). EVOLUCIÓN DEL SECTOR METALMECÁNICO. *Sociedad de Comercio Exterior del Perú*, 3.
- Lara, S. G., & Bergvinson, N. S. (2007). *Silo Metalico. Manual Técnico de Fabricación y Manejo*. Mexico: CIMMYT.
- Lyonnet, P. (2000). *Los metodos de la calidad total*. Madrid: Diaz de Santos S.A.
- MARTINEZ MOLINA, W. A. (2013). *Estudio de tiempos y movimiento en las empresas*.
- MEMORY CONSULTING SL. (2018). Análisis económico-financiero: qué es y para qué sirve. *Memory Consulting*.
- Miñano, W. J., & Quispe, E. A. (2013). *"PROPUESTA DE DESARROLLO DE LEAN MANUFACTURING EN LA REDUCCIÓN DE COSTOS POR REPROCESOS EN EL ÁREA DE PINTADO DE LA EMPRESA FACTORIA BRUCE S.A."*. Trujillo: Universidad Privada Del Norte.
- Moores, P. A. (18 de Junio de 2013). Cajamarca perdería mas de 150000 puestos de trabajo. *El comercio*.
- Negrón, D. F. (2009). *Administración de Operaciones*. Mexico D.F.: Corporación Santa Fe.
- Peña Orozco, D. L., Neira García, Á. M., & Ruiz Grisales, R. A. (2016). *Aplicación de técnicas de balanceo de línea para equilibrar las cargas de trabajo en el*. Pereira, Colombia: Scientia Et Technica.

- Pérez, A. L. (2012). *Propuesta de mejoramiento de la productividad laboral a través de la metodología de las 5S y estudio de tiempos en Inversiones El Rancho SAC*. Trujillo: Universidad Privada del Norte.
- Programa Cybertesis. (2007). *Estandarización de los procesos de producción para diseñar el sistema de planeamiento y control de la producción en una PYME*. Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Quesada, I. F., Gonzales, P. J., & Garcia, J. P. (1996). *Diseño y Medición de Trabajos*. España: Servicio de Publicaciones. Universidad de Oviedo.
- Ramirez, H. E., Nuñez, E. E., & Salcedo, J. T. (2009). *Diseño para la Fabricación y Ensamble de Productos Soldados*. Barranquilla: Ediciones Uninorte.
- Robles Ascate, A. M. (2016). *PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN LOGÍSTICA PARA REDUCIR LOS*. Trujillo: Universidad Privada del Norte.
- Sacristan, F. R. (2005). *5s ORDEN Y LIMPIEZA*. Madrid: Artegraf S.A.
- sacristan.F, R. (2015). *Las 5S orden y limpieza en el puesto de trabajo* . Madrid.
- Sánchez, J. C. (2012). *Evaluación de la eficiencia en la investigación*. Madrid: Diaz de Santos.
- Segura, J. L. (24 de Febrero de 2013). Las exportaciones del sector metalmeccanico aumentaron un 12% durante el 2012. *Gestión*, pág. 1.
- Universidad de Texas. (2008). *Costos de fabricación en la manufactura de tanques de acero*. Texas: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Urbano, V. R. (2013). *Implementación de la Metodología 5S's para incrementar la productividad en unidades operativas industriales*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.
- Vara, W. H. (2012). *ANÁLISIS Y MEJORA DE PROCESOS Y DISTRIBUCIÓN DE*. Lima: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ .
- Vázquez, G. D. (2015). *DMAIC: Metodología aplicada en la reducción de costos de producción para semirremolques*. . Congreso Internacional de Investigacion Academia Journals.
- Velasco, J. A. (2010). *Gestion por Procesos*. Madrid: Graficas Dehon.
- Verbel Castellar, A. J. (2007). *El tiempo estandar controlado bajo la perspectiva de un análisis multivariado*. Colombia: PROSPECTIVA.
- Veritas, B. (2009). *Logistica Integral* .
- Villaseñor, O. (2015). *Fabricación y Montaje de una Estructura Metalica*. México D.F.: Instituto Tecnológico de la Construcción.

## ANEXOS

### Anexo 1: Silo de cal 18 Tn



Fuente: Elaboración Propia

### Anexo 2: Fabricación de silo de cal 18Tn



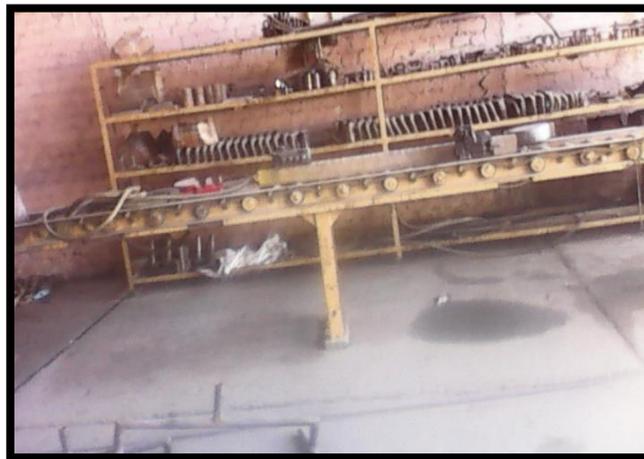
Fuente: Elaboración Propia

**Anexo 3:** Desorden de materiales en el área de trabajo



**Fuente:** Elaboración Propia

**Anexo 4:** Materiales en desorden



**Fuente:** Elaboración Propia

**Anexo 5:** Área con obstáculos para el operador



**Fuente:** Elaboración Propia

#### Anexo 6: Entrevista

1. De acuerdo a su experiencia laboral, ¿Cuál es su apreciación general sobre el área de soldadura?
2. ¿Cuántos operarios trabajan en las distintas áreas?
3. ¿Cuáles son los déficits más frecuentes y/o graves que intervienen en el proceso?
4. ¿Cree usted que el espacio de trabajo es el adecuado? ¿Por qué?
5. ¿Cuánto tiempo están los materiales en el área de almacén?
6. ¿Se realiza un plan de mantenimiento de los equipos?
7. De acuerdo a la pregunta anterior, ¿Cómo se ejecuta este plan de mantenimiento?
8. Con respecto a las preguntas mencionadas anteriormente, ¿Cree usted que es necesario realizar una propuesta de mejora en el área de soldadura?

**Anexo 7: Guía De Observación**

<b>CRITERIOS</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>A VECES</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>
¿El área de trabajo se encuentra limpio y sin obstáculos?				
¿El área de trabajo es idóneo para los operarios?				
¿Los materiales tiene un lugar asignado en el área de trabajo?				
¿El clima laboral es adecuado en los operarios?				
¿Cumple con los tiempos establecidos en cada operación del producto?				
¿Realiza su trabajo con calidad?				
¿Cumple el método de trabajo para la elaboración del producto?				

Fuente: Elaboración Propia

## **Anexo 8:** Diagnóstico situacional de la empresa Metal Industria HVA S.R.L

### **1. Información del sector industrial**

La empresa Metal Industria HVA S.R.L. pertenece al sector secundario

### **2. Referencias generales de la empresa Metal Industria HVA S.R.L.**

Las referencias generales de la empresa son:

- Razón social: Metal Industria HVA S.R.L
- RUC: 20529579820
- Gerente: Jhon Alva Alcalde
- Ubicación: Pasaje San Sebastián #171 Altura Cuadra 2 Jr. El Milagro, Barrio San Martín – Cajamarca.

### **3. Descripción general de la empresa Metal Industria HVA S.R.L.**

Metal Industria HVA S.R.L. es una empresa cajamarquina, orientada a brindar servicios al sector Industrial, Minero y Petróleo en la reparación de componentes de maquinaria pesada, maestranza (fabricación y recuperación de piezas), estructuras metálicas, soldadura en general, así como mantenimiento de plantas concentradoras y de chancado, con el fin de ser la mejor alternativa para nuestros clientes. La empresa realiza los siguientes servicios:

- Recuperación de rodillos y ruedas guía para equipos de maquinaria pesada.
- Volteo de pines y bocinas de cadenas de equipos de maquinaria pesada.
- Recalce de zapatas en arco sumergido de equipos de maquinaria pesada
- Servicio de barrenado en general (barrenadora eléctrica e hidráulica)
- Fabricación y reconstrucción de piezas y partes para minería y maquinaria pesada en general (torno, fresa, cepillo, taladro radial, mandrinadora)
- Recalzado y revestimiento de Gets, así como reconstrucción de lampones y cucharones.
- Recuperación de accesorios de perforadoras y fabricación de los mismos.
- Levantamiento de planos en campo y cálculos estructurales.
- Servicio de metalizado ArcSpray de piezas y partes para minería y maquinaria pesada en general.
- Mantenimiento mecánico, eléctrico en plantas concentradoras.
- Operación y mantenimiento mecánico, eléctrico de plantas de chancado para producción de filtros.

- Estructuras metálicas en general.
- Trabajos de soldadura en general (Tig/Mig/Arco Sumergido/Tubular).
- Servicio de plegado, rolado, corte de plantas hasta 1/2".
- Servicio de alquiler de equipos electrógenos.

#### **4. Misión Y Visión**

##### **4.1. Misión:**

Fabricar, diseñar, realizar cálculos estructurales y recuperar piezas y accesorios metalmecánicos con altos niveles de calidad y servicio integral donde nuestro principal objetivo es satisfacer las necesidades de nuestros clientes en las diferentes áreas; así como también intercambiar y aportar nuestros conocimientos profesionales y técnicos a fin de garantizar los mejores resultados en el desarrollo de cada actividad.

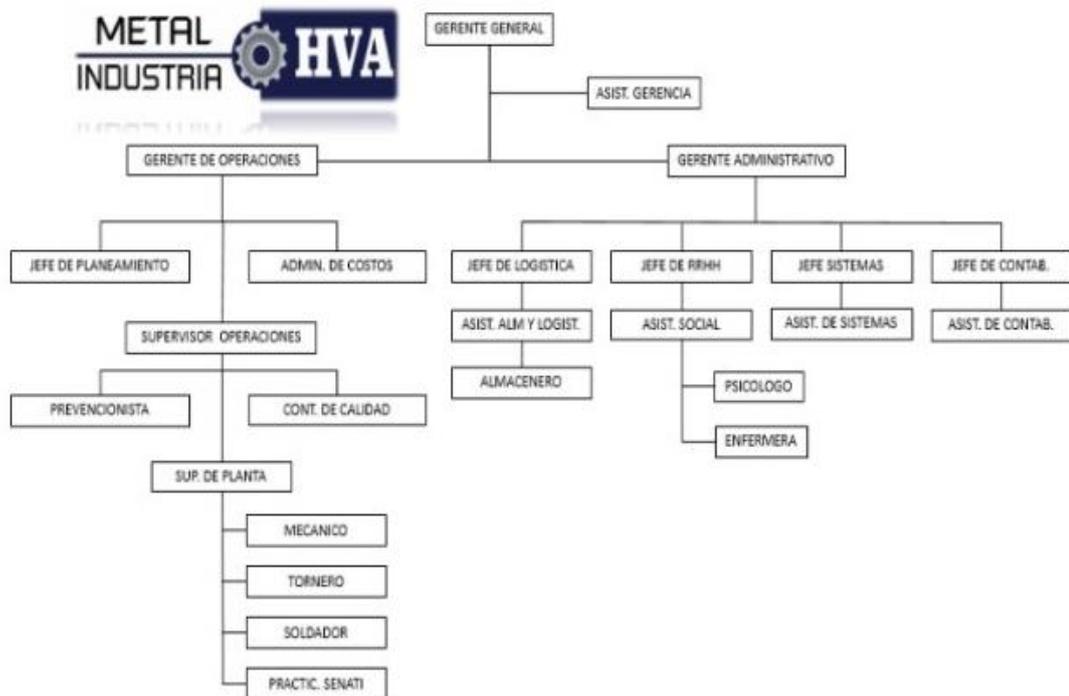
##### **4.2. Visión:**

Ser una empresa líder a nivel nacional en el rubro de metalmecánica, altamente competitiva, brindando una versatilidad de servicios de calidad que logre satisfacer las exigencias del mercado y que garantice a nuestros clientes la satisfacción total de nuestro servicio.

#### **5. Organigrama**

La estructura organizacional está conformada por las áreas: administrativa (logística, recursos humanos, sistemas y contabilidad), operativa – mantenimiento (planeamiento y administración de costos); como se puede observar en la figura 13.

**Figura 13:** Organigrama de la empresa Metal Industria HVA S.R.L



**Fuente:** Metal Industria HVA S.R.L.

## 6. Proveedores

A continuación, se presentan los principales proveedores a nivel nacional de la empresa Metal Industria HVA S.R.L.:

- Aceros Bolher
- Cipesa
- Aceros Arequipa
- Aceros del Perú
- Fundición central

## 7. Clientes

Los principales clientes de la empresa son empresas directas, como se muestra a continuación:

- Minera GOLD FIELDS LA CIMA S.A.
- Minera YANACOCHA
- Minera LA ZANJA
- Minera COYMOLACHE
- Ferreyros
- UNIMAQ
- MITSUI

## 8. Competidores

Sus principales competidores de la empresa Metal Industria HVA S.R.L. en su mismo sector industrial es la siguiente:

- IPSYCOM S.R.L
- SYMI S.R.L.
- DEYFOR E.I.R.L.
- REFACCIONES MALCA S.R.L.

## 9. Personal

La empresa Metal Industria HVA S.R.L. cuenta con un total de 14 colaboradores dentro de sus instalaciones, como se puede apreciar en la siguiente tabla 31.

**Tabla 32:** Colaboradores de la empresa Metal Industria HVA S.R.L.

Colaboradores	Cantidad
Gerente General	1
Gerente Administrador	1
Recursos humanos	1
Contador	1
Supervisor	1
Trabajadores de operación	8
Almacén	1
<b>Total</b>	<b>14</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

**Anexo 9:** Listas de chequeos 5S (oficina).

LISTA DE CHEQUEO 5S (OFICINA)		AUDITOR _____						
		DEPARTAMENTO _____						
		Calificación (Actual) _____/100	Calificación (Anterior) _____/100	Fecha ____/____/____				
5 S	No.	ITEM A EVALUAR	CRITERIO DE EVALUACION	CALIFICACION				
				0	1	2	3	4
C L A S I F I C A R	1	<b>Archivos</b>	Documentos no clasificados (en archivos físicos y virtuales)					
	2	<b>Escritorios</b>	Documentos, equipos, material gastable innecesario en tope o gavetas.					
	3	<b>Control visual</b>	Artículos o documentos irrelevantes pueden ser identificados a simple vista.					
	4	<b>Estándares para descartar</b>	Evidencia de estándares para descartar documentos y equipos.					
(/20)	5	<b>Regla para desechar</b>	Evidencias de normas para desechar ítems innecesarios.					
O R G A N I Z A R	6	<b>Rótulos lugares de almacenamiento</b>	Rótulos de lockers y equipos permiten fácil identificación.					
	7	<b>Etiquetas de documentos</b>	Son los documentos fácilmente identificables y localizables.					
	8	<b>Gavetas de escritorio</b>	Mezcla de documentos y artículos sin afinidad de uso.					
	9	<b>Organización de equipos y documentos</b>	Todo tiene un lugar fijo y está siempre en su lugar.					
(/20)	10	<b>Documentos y equipos</b>	Ubicados según frecuencia y secuencia de uso.					
L I M P I A R	11	<b>Piso</b>	Piso limpio, sin polvo, manchas, ni basura.					
	12	<b>Polvo y sucio</b>	Ventanas, puertas, rincones etc. libres de polvo y suciedad.					
	13	<b>Limpieza habitual</b>	Es evidente el uso de herramientas de limpieza.					
	14	<b>Herramientas de limpieza</b>	Todo tiene un lugar fijo y está siempre en su lugar.					
(/20)	15	<b>Equipos de oficina</b>	Archivos, computadoras, sumadoras, teléfonos, etc. sin polvo, grasa, ningún otro tipo de suciedad.					

LISTA DE CHEQUEO 5S (OFICINA)		AUDITOR _____							
		DEPARTAMENTO _____							
		Calificación (Actual) _____/100	Calificación (Anterior) _____/100	Fecha / /					
5 S	No.	ITEM A EVALUAR	CRITERIO DE EVALUACION	CALIFICACION					
				0	1	2	3	4	
E S T A N D A R I Z A R	16	<b>Evidencia de sostenibilidad de 3 primeras S.</b>	Identificar normas y recursos para mantener clasificación, organización y limpieza.						
	17	<b>Evidencia de patrullas o auditorias de 5 S.</b>	Ver físicamente secuencia de registros de auditorías realizadas.						
	18	<b>Evidencia de algún tipo incentivo por avances de 5 S logrados.</b>	Competencias departamentales, premios metálicos y no metálicos, pergaminos (por áreas).						
	19	<b>Evidencias de reuniones de seguimiento para tratar asuntos relativos al avance del proceso 5 S.</b>	Agendas de reuniones realizadas.						
	(/20) 20	<b>Evidencias de compromiso de alta gerencia y los demás involucrados.</b>	Verificar nivel de involucramiento y compromiso de alta gerencia y el resto de los colaboradores.						
	D I S C I P L I N A R	21	<b>Regulaciones y normas</b>	Todas las regulaciones y normas son estrictamente observadas.					
		22	<b>Interacción entre compañeros.</b>	¿Hay una atmósfera laboral agradable?, ¿Se tratan las personas con respeto y cortesía?					
		23	<b>Horarios de comidas, reuniones, eventos, etc.</b>	¿Hacen todos esfuerzo por ser puntuales?					
		24	<b>Equipos de oficina</b>	Regularmente dejan encendidas, sumadoras, computadoras, luces, etc.					
	(/20)	25	<b>Comer, beber, fumar</b>	En áreas no destinadas a tales fines.					

**Anexo 10:** Revisión sistemática

<b>CODIGO GENERADO</b>	<b>FUENTE</b>	<b>AUTORES</b>	<b>FECHA</b>	<b>METODOLOGÍA</b>
<b>001</b>	<a href="http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84943818006">http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84943818006</a>	Silvia Natalia Rave Arias ; Diana Marcela Arias Acevedo ; Jorge Mario García Osorio	Septiembre de 2015	Reducción de costos
<b>002</b>	<a href="http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28060304">http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28060304</a>	Fernández de H., Gladys	Septiembre - diciembre, 2000	Reducción de costos
<b>003</b>	<a href="http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181545579002">http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181545579002</a>	González-Reyes, Lisandra de la Luz; Moreno-Pino, Maira	Abril - junio, 2016	Implementación De Un Sistema De Gestión De Calidad
<b>004</b>	<a href="http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=337428496005">http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=337428496005</a>	Herrera, Mario Mauricio	2012	Implementación De Un Sistema De Gestión De Calidad
<b>005</b>	<a href="http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181542152002">http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181542152002</a>	González-Reyes, Lisandra de la Luz; Moreno-Pino, Mayra	Octubre - diciembre, 2015	Implementación De Un Sistema De Gestión De Calidad
<b>006</b>	<a href="http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87019757005">http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87019757005</a>	Tejeda, Anne Sophie	Abril - junio, 2011,	Lean Manufacturing

<b>007</b>	<a href="http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=511654337007">http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=511654337007</a>	Vargas-Hernández, José G., Muratalla-Bautista, Gabriela, Jiménez Castillo, María Teresa.	01 Noviembre 2016	Lean Manufacturing
<b>008</b>	<a href="http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83520408">http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83520408</a>	Domínguez Domínguez, Jorge	Septiembre, 2006	Optimización para la mejora continua
<b>009</b>	<a href="http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81606112">http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81606112</a>	García P, Manuel; Quispe A., Carlos; Ráez G., Luis	Agosto, 2003	Mejora continua
<b>010</b>	<a href="http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=375851163007">http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=375851163007</a>	Montero Martínez, Ricardo	Julio - diciembre, 2016	Lean Manufacturing
<b>011</b>	<a href="http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=77252418014">http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=77252418014</a>	Salas-Navarro, Katherine; Miguél- Mejía, Henry; Acevedo- Chedid, Jaime	Junio, 2017	Gestión de inventarios
<b>012</b>	<a href="http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28014489012">http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28014489012</a>	Aguilar O., Gabriel J.	Septiembre - diciembre, 2009	Gestión de inventarios
<b>013</b>	<a href="http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=215047546002">http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=215047546002</a>	Figueredo Lugo, Francisco José	Diciembre, 2015	Lean Manufacturing

014	<a href="http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&amp;pid=S1794-99982013000200010&amp;lang=es">http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&amp;pid=S1794-99982013000200010&amp;lang=es</a>	Felipe Santoyo Telles, Daniel Murguía Pérez, Antonio López-Espinoza, Eliseo Santoyo Teyes	Julio - diciembre. 2013	Implementación del sistema de gestión de la calidad 5 S'S
015	<a href="http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&amp;pid=S1815-59362013000300003&amp;lang=es">http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&amp;pid=S1815-59362013000300003&amp;lang=es</a>	Maylen Berovides- CastellónI, Ester Michelena-Fernández	Septiembre. - diciembre. 2013	La gestión de la calidad

**Fuente:** Elaboración Propia