

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

Tesis

**Mejora en la tasa de pegas de tubería HDPE
mediante la metodología de las 5S en una presa de
relaves del sector minero, Cusco, 2023**

Barnaby Jhon Saman Caceres

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Industrial

Arequipa, 2024

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TESIS

A : Ing. Néstor Felipe Gutarra Meza
Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : Ing. Carlos Medardo Urbina Rivera
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de tesis
FECHA : 23 de febrero de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para saludarlo y en vista de haber sido designado asesor de la tesis titulada: "MEJORA EN LA TASA DE PEGAS DE TUBERÍA HDPE MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE LAS 5S EN UNA PRESA DE RELAVES DEL SECTOR MINERO, CUSCO 2023", perteneciente al estudiante Barnaby Jhon Saman Caceres, de la E.A.P. de Ingeniería Industrial; se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 5 % de similitud (informe adjunto) sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores (Nº de palabras excluidas: 15) SI NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que la tesis constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad.

Recae toda responsabilidad del contenido de la tesis sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios de legalidad, presunción de veracidad y simplicidad, expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales – RENATI y en la Directiva 003-2016-R/UC.

Esperando la atención a la presente, me despido sin otro particular y sea propicia la ocasión para renovar las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,

La firma del asesor obra en el archivo original
(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, BARNABY JHON SAMAN CACERES, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. 41876033, de la E.A.P. de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

1. La tesis titulada: "MEJORA EN LA TASA DE PEGAS DE TUBERÍA HDPE MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE LAS 5S EN UNA PRESA DE RELAVES DEL SECTOR MINERO, CUSCO 2023", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
3. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

Jueves 15 de Febrero de 2024.

La firma del autor y del asesor obra en el archivo original

(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)

MEJORA EN LA TASA DE PEGAS DE TUBERÍA HDPE MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE LAS 5S EN UNA PRESA DE RELAVES DEL SECTOR MINERO, CUSCO 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

5%	5%	1%	%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
2	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.uct.edu.pe Fuente de Internet	<1%
5	repositorio.uch.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.uwiener.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.autonoma.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	<1%

9	eprints.iain-surakarta.ac.id Fuente de Internet	<1 %
10	dokumen.pub Fuente de Internet	<1 %
11	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
12	www.powtoon.com Fuente de Internet	<1 %
13	html.pdfcookie.com Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.ujcm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	repositorio.usmp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	WALSH PERU S.A. INGENIEROS Y CIENTIFICOS CONSULTORES. "Plan de Cierre de Minas de la Unidad Minera Selene Explorador-IGA0006561", R.D. N° 120-2009- MEM-AAM, 2020 Publicación	<1 %
17	www.repositorioacademico.usmp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	repositorio.ucss.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

19 **biblat.unam.mx** <1 %
Fuente de Internet

20 **doczz.es** <1 %
Fuente de Internet

21 **repositorio.ulasamericas.edu.pe** <1 %
Fuente de Internet

22 **repositorio.upn.edu.pe** <1 %
Fuente de Internet

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 15 words

Excluir bibliografía

Activo

ASESOR

Mg. Carlos Medardo Urbina Rivera

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por darme salud, fortaleza y paciencia durante cada etapa de mi vida. A mi familia por el apoyo incondicional en todo el tiempo que realicé mi trabajo de investigación, a quienes les debo mi desarrollo personal como profesional.

DEDICATORIA

A mi familia por enseñarme a no desfallecer y luchar por mis sueños, a mi casa de estudios que me albergó e instruyó firmemente en el proceso de formación como ingeniero, así como a los docentes por encaminarme a ser un buen estudiante.

ÍNDICE GENERAL

ASESOR	i
AGRADECIMIENTOS	ii
DEDICATORIA	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	2
1.1. Planteamiento y Formulación del Problema	2
1.1.1. Planteamiento del Problema.....	2
1.2. Formulación del Problema	5
1.2.1. Pregunta Principal.	5
1.2.2. Preguntas Específicas.	5
1.3. Objetivos de la Investigación	5
1.3.1. Objetivo General.....	5
1.3.2. Objetivos Específicos.	5
1.4. Justificación e Importancia	5
1.4.1. Justificación	5
1.5. Hipótesis	7
1.5.1. Hipótesis General.....	7
1.5.2. Hipótesis Específica.	7
1.5.3. Descripción de Variables.....	7
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	9
2.1. Antecedentes de la Investigación	9
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	9
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	11
2.1.3. Antecedentes Regionales.....	14
2.2. Bases Teóricas.....	15
2.2.1. Visión General de las 5s.....	15
2.2.2. Definición de 5s.....	15
2.2.3. Beneficios de las 5s.....	16

2.2.4.	Resistencia de 5s.	16
2.2.5.	Descripción de las 5S.....	18
2.2.6.	Consideraciones Generales de Tubería HDPE.....	19
2.2.7.	Definición.	20
2.2.8.	Características.....	20
2.2.9.	Diseño.	20
2.2.10.	Tipos de Uniones.	21
2.2.11.	Principios Básicos de Pegado.....	22
2.2.12.	Términos y Definiciones.	23
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA		24
3.1.	Método, Tipo y Diseño de la Investigación	24
3.1.1.	Método de la Investigación.....	24
3.1.2.	Tipo de la Investigación.	24
3.1.3.	Nivel de Investigación.	24
3.1.4.	Diseño de Investigación.	25
3.2.	Población y Muestra	25
3.2.1.	Población.	25
3.2.2.	Muestra.....	25
3.2.3.	Unidad de Análisis.	26
3.3.	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	26
3.3.1.	Técnicas en la Recolección de Datos.	26
3.3.2.	Instrumentos en la Recolección de Datos.....	26
3.4.	Diagnóstico Inicial del Grupo HDPE en la Presa de Relaves del Sector Minero.....	26
3.4.1.	Entrevista al Líder del Grupo HDPE.....	26
3.4.2.	Diagrama de Ishikawa.....	27
3.4.3.	Lista de Inspección 5s Inicial.	34
3.4.4.	Reporte de Pegas de Tubería HDPE 2022, Antes de las 5s.....	37
3.4.5.	Tasa de Pegas de Tubería HDPE.	46
3.4.6.	Diagrama de Análisis de Proceso Inicial.....	48
3.4.8.	Distribución Inicial del Área de Trabajo.....	50
3.5.	Implementación de la Metodología 5s.....	50
3.5.1.	Sostenimiento de la Implementación 5s.....	51
3.5.2.	Desarrollo de Etapas.	52
3.5.3.	Ejecución de las 5s.	53

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	67
4.1. Resultados del Tratamiento y Análisis de la Información	67
4.1.1. Mejoras en el Proceso y Distribución del Área de Tubería HDPE.....	67
4.1.2. Reporte de Pegas de Tuberías HDPE 2023 después de las 5s.	68
4.1.3. Tasa de Pegas de Tubería HDPE después de las 5s.	75
4.1.4. Inspección Final de las 5s.....	79
4.1.5. Análisis Económico.....	82
4.2. Prueba de Hipótesis	83
4.3. Discusión de Resultados	85
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	88
5.1. Conclusiones	88
5.2. Recomendaciones	89
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	90
ANEXOS.....	95
Anexo 1: Matriz de consistencia.....	96
Anexo 2: Ficha de evaluación de las 5s.....	97
Anexo 3: Guía de análisis documental	98
Anexo 4: Guía de entrevista	99
Anexo 5: Lista de causas que generan baja tasa de pegado.....	102
Anexo 6: Matriz de Vester	103
Anexo 7: Resultados de la entrevista al líder del grupo HDPE	104
Anexo 8: Registro de capacitación de las 5s.....	108
Anexo 9: Registro de parada de motivación de 5s.....	109
Anexo 10: DAP final.....	110
Anexo 11: Inspección final de las 5s mes de abril 2023	111
Anexo 12: Inspección final de 5s mes de mayo 2023	112
Anexo 13: Inspección final de 5s mes de junio 2023.....	113
Anexo 14: Cumplimiento de los criterios 5s	114

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables	8
Tabla 2 Codificación de causas	28
Tabla 3 Matriz de Vester para causas	29
Tabla 4 Asignación de frecuencias en base a la matriz de Vester	30
Tabla 5 Frecuencia de causas	31
Tabla 6 Clasificación de causas.....	32
Tabla 7 Identificación de áreas.....	33
Tabla 8 Causa solución a la baja tasa de pegas de tubos HDPE.....	34
Tabla 9 Guía de Observación inicial del proceso	35
Tabla 10 Evaluación inicial de las 5s.....	37
Tabla 11 Reporte de pegas de abril del 2022.....	38
Tabla 12 Principales estadísticos de producción de pegas abril 2022.....	39
Tabla 13 Reporte de pegas de mayo del 2022	40
Tabla 14 Principales estadísticos de producción de pegas mayo 2022.....	41
Tabla 15 Reporte de pegas de junio del 2022.....	42
Tabla 16 Principales estadísticos de producción de pegas junio 2022.....	43
Tabla 17 Producción inicial de pegas en el área de tuberías HDPE 2022.....	46
Tabla 18 Tiempo real de producción inicial (min) en el área de tuberías HDPE	47
Tabla 19 Tasa de pegas inicial.....	47
Tabla 20 Cronograma de implementación de las 5s	51
Tabla 21 Tarjeta roja.....	53
Tabla 22 Lista de materiales y herramientas con tarjeta roja	54
Tabla 23 Tabla resumen de relaciones	56
Tabla 24 Responsabilidades de limpieza	60
Tabla 25 Paradas de retroalimentación de la 5s.....	64
Tabla 26 Observación final del mes de abril	65
Tabla 27 Reporte de pegas de abril del 2023.....	69
Tabla 28 Principales estadísticos de producción de pegas abril 2023.....	70
Tabla 29 Reporte de pegas de mayo del 2023	71
Tabla 30 Principales estadísticos de producción de pegas mayo 2023	72
Tabla 31 Reporte de pegas de junio del 2023.....	73
Tabla 32 Principales estadísticos de producción de pegas junio 2023.....	74
Tabla 33 Nivel de alcance de la producción de pegas del área de tubería HDPE.....	75
Tabla 34 Producción final de pegas en el área de tuberías HDPE 2023	76

Tabla 35 Tiempo real de producción final (min) en el área de tubería HDPE.....	77
Tabla 36 Tasa de pegas final.....	78
Tabla 37 Resumen del nivel de cumplimiento de las 5s.....	81
Tabla 38 Ganancia de la producción de pegas posterior a las 5s	83
Tabla 39 Prueba de normalidad.....	83
Tabla 40 Comparación de medias de la tasa de pegas.....	84
Tabla 41 Prueba t-Student.....	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Árbol de problema	4
Figura 2	Unión por termofusión	21
Figura 3	Unión por electrofusión.....	21
Figura 4	Principio básico de termofusión.....	22
Figura 5	Diagrama causa – efecto aplicado en el grupo de HDPE	27
Figura 6	Diagrama de Pareto	31
Figura 7	Identificación de áreas.....	33
Figura 8	Inspección inicial por criterios de las 5s.....	36
Figura 9	Inspección de las 5s inicial	37
Figura 10	Diagrama de cumplimiento de producción de pegas en abril 2022.....	39
Figura 11	Diagrama de cumplimiento de producción de pegas en mayo 2022	41
Figura 12	Diagrama de cumplimiento de pegas en junio del 2022.....	43
Figura 13	Vista N°1 del grupo HDPE en la presa de relaves	44
Figura 14	Vista N°2 del grupo HDPE en el acopio de tubería	44
Figura 15	Vista N° 3 pegas en presa de relaves.....	45
Figura 16	Vista N° 4 Tacho de residuos	45
Figura 17	DAP inicial	49
Figura 18	Plano de distribución inicial del grupo HDPE en la presa de relaves	50
Figura 19	Etapas de implementación	51
Figura 20	Tabla relacional de actividades	55
Figura 21	Diagrama relacional de espacios.....	56
Figura 23	Disposición final del proceso de trabajo en el área de tuberías HDPE	57
Figura 22	Redistribución del área de trabajo.....	58
Figura 24	Vista N.º 05 Área del grupo HDPE.....	58
Figura 25	Área del grupo HDPE.....	59
Figura 26	Área del grupo HDPE.....	59
Figura 27	Contenedor de herramientas grupo HDPE.....	61
Figura 28	Implementación de tachos de residuos	61
Figura 29	Proceso de implementación Seiketsu	62
Figura 30	Diagrama comparativo de tiempos.....	67
Figura 31	Producción de pegas en abril del 2023	70
Figura 32	Producción de pegas en mayo del 2023.....	72
Figura 33	Producción de pegas en junio del 2023	74
Figura 34	Productividad de pegas antes y después de las 5s.....	76

Figura 35 Comparación de la productividad del tiempo de producción	78
Figura 36 Comparación de la tasa de pegas antes y después de las 5s.....	79
Figura 37 Inspección final 5s-abril 2023.....	80
Figura 38 Inspección final 5s- mayo 2023.....	80
Figura 39 Inspección final 5s – junio 2023	81
Figura 40 Análisis comparativo de los criterios 5s.....	82

RESUMEN

El principal propósito de la investigación fue mejorar la tasa de pegas de tubería HDPE en una unidad minera por medio de la aplicación de las 5s, el método de estudio se definió como mixto arraigado a una investigación aplicada cuasi experimental y correlacional, el conjunto población fue conformada por el área de proyectos con un análisis de medición pre y post test de 3 meses respectivos cual muestra se enfocó en el área de trabajo de tuberías HDPE, el proceso de investigación se procesó con el empleo de entrevista, observación y análisis de documentos permitiendo diagnosticar el problema.

Se identificó que el área de tubería HDPE y el personal de trabajo no estaba completamente involucrado, desconocía las normativas de trabajo técnico, existía desorden en el ambiente y los protocolos no estaban actualizados, estas causas se reflejaron en la baja tasa de pegas del área por ende se planteó aplicar la metodología 5s. Una inspección inicial evaluó un cumplimiento del 24% y con la formulación de la eliminación de los materiales innecesarios, distribución del área de trabajo, práctica de limpieza, política de trabajo y acciones de control y seguimiento se logró mejorar el cumplimiento de los criterios de las 5s a un 72% final.

Se logró mejorar la tasa de pegas de un 0.4661 a un 0.7205 por lo que se determinó que la metodología mejora la tasa de pegas, dicho resultado se comprobó con un $p < 0.05$.

Palabras claves: tasa de pegas, productividad, presa de relaves, minería, construcción civil, metodología 5s.

ABSTRACT

The main purpose of the research was to improve the rate of gluing of HDPE pipe in a mining unit through the application of the 5s, the study method was defined as mixed rooted in a quasi-experimental and correlational applied research, the whole population was formed by the project area with a pre and post-test measurement analysis of 3 months respective which sample was focused on the work area of HDPE pipes, the research process was processed with the use of interview, observation and analysis of documents allowing to diagnose the problem.

It was identified that in the HDPE piping area the work personnel was not completely involved, they did not know the technical work regulations, there was disorder in the environment and the protocols were not updated, these causes were reflected in the low gluing rate of the area, therefore it was proposed to apply the 5s. An initial inspection evaluated a compliance rate of 24% and with the formulation of the elimination of unnecessary materials, distribution of the work area, cleaning practices, work policy and control and follow-up actions, compliance with the 5s criteria was improved to a final rate of 72%.

It was possible to improve the sticking rate from 0.4661 to 0.7205, so it was determined that the methodology improves the sticking rate, this result was verified with a $p < 0.05$.

Key words: sticking rate, productivity, tailings dam, mining, civil construction, 5s methodology.

INTRODUCCIÓN

La investigación formula generar un efecto de mejora sobre la tasa de pegas del área de tuberías HDPE, debido a que en los últimos periodos se ha presentado un bajo nivel de cumplimiento de producción diaria que no está relacionada con el nivel de riesgo del trabajo en minería, dado que en la unidad minera se prevé y adecua las diligencias necesarias para el desarrollo del trabajo, por lo que se determinó que existen otros elementos que intervienen con el cumplimiento de la meta planificada.

El objetivo se centró en mejorar la tasa de pegas a través del desarrollo de un diagnóstico situacional del área, para describir específicamente los inconvenientes y plantear una herramienta adecuada de mejora, posterior a ello se determinó que aplicación de las 5s sería una herramienta adecuada para la baja tasa de pegas, que en función a los nuevos resultados se evaluó y validó los hallazgos presentados de mejora.

La investigación se justifica en que la mejora dispondrá de efectos sobre el desempeño laboral de los colaboradores, así mismo, genera un impacto en el uso responsable de los materiales que representa un beneficio para la condición ambiental del proyecto de trabajo en minería que está arduamente regularizado legalmente, adicional a ello, la investigación se justifica en el marco empresarial por la optimización de la producción que genera mayores beneficios económicos y competitivos.

Por ende, el estudio se ha desplegado en los siguientes capítulos:

Capítulo I, trata del desarrollo general y específico del problema planteando y describiendo las variables principales a estudiar.

Capítulo II, abarca la presentación de los principales antecedentes de investigación relacionados al tema de fondo del estudio en relación a las variables, así mismo presenta los principales preceptos teóricos que respaldan la aplicación del proyecto.

Capítulo III, alcanza la descripción del método de investigación presentando el tipo, nivel, diseño, marco poblacional y las técnicas e instrumentos para la compilación y estudio analítico de la información.

Capítulo IV, comprende el análisis comparativo de los resultados y hallazgos alcanzados presentados en estadísticos descriptivos e inferenciales, que así mismo son discutidos con resultados encontrados por investigadores en estudios con la misma línea de investigación.

En el acápite final se plantean las conclusiones a las cuales alcanza la investigación y las principales recomendaciones como precedentes para futuros estudios.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y Formulación del Problema

1.1.1. Planteamiento del Problema.

Un estudio publicado en el año 2021 realizado por Unzueta *et al.* (2022) se calcula que para el 2026 la demanda de minerales más usados crecería al doble concluyendo que América Latina y el Caribe tienen la oportunidad de posicionarse como abastecedor global de metales debido a la abundancia del recurso en la región impactando positivamente en la recaudación fiscal, generando mayor empleo y un acelerado mercado de servicios (1).

El Perú no es ajeno a este crecimiento ya que en las últimas décadas entraron en producción nuevas unidades mineras desarrollando sus actividades bajo normativas que regulan sus operaciones; la minería en el Perú ha impactado en la economía de todo el país y fue definido como segundo productor mundial de zinc en el 2019 (2). Es de conocimiento e importancia del titular minero cumplir con los requisitos implantados por el MINEM para modificar, ampliar o cancelar sus operaciones de manera que las mineras están comprometidas con la normativa que los rige, se entiende que realizan esfuerzos para consolidar su producción responsable teniendo como visión realizar más estudios en búsqueda de nuevos yacimientos que pueda alargar su vida útil y el mismo les genere rentabilidad para mantenerse en el mercado (3).

Los proyectos de construcción en general que desarrollan las unidades mineras sea en pequeña, mediana o gran magnitud tienden a tener falencias y en algunos casos complicaciones por distintos factores (4), desde la elaboración del plan de trabajo hasta lidiar con imprevistos en el frente, en esa línea las organizaciones se ven inducidas a desarrollar nuevas estrategias

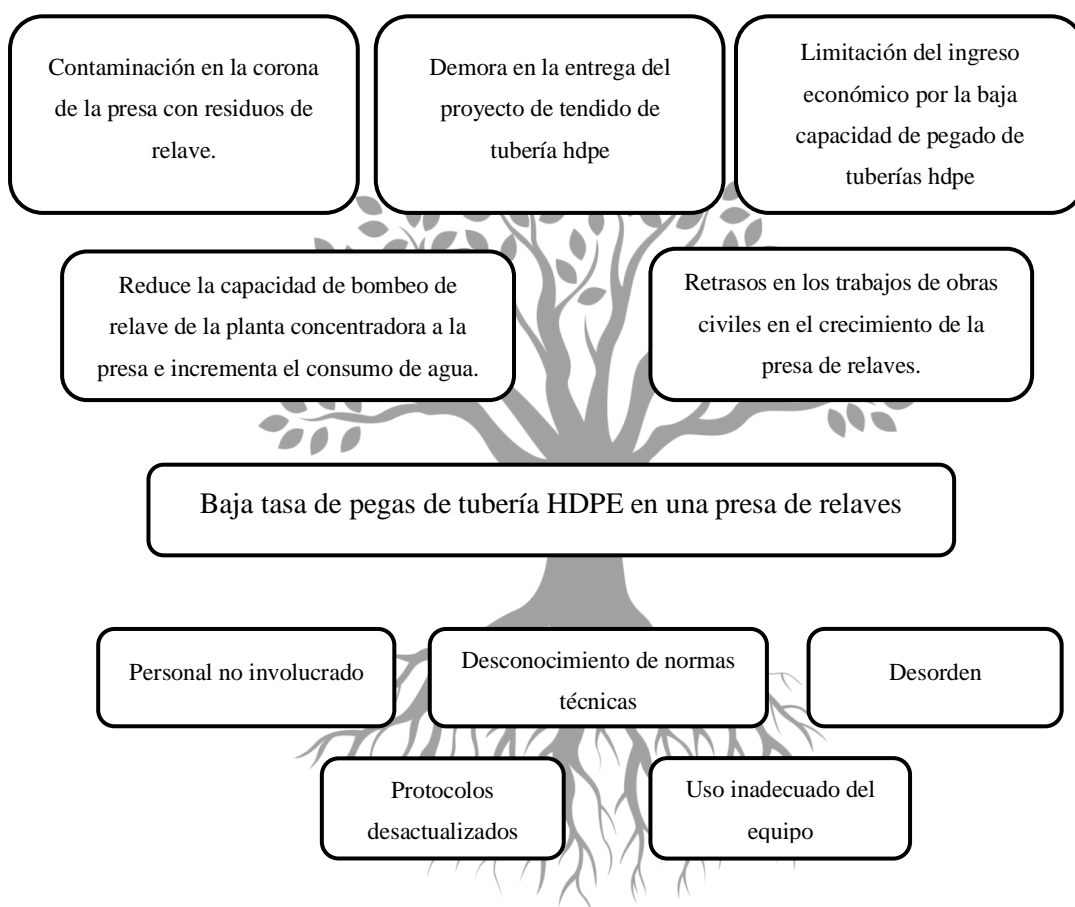
para optimizar sus recursos y ser más eficientes en su operación ya que en el sector minero todos ponen su granito de arena para no interrumpir el proceso.

El presente estudio está orientado a las deficiencias que se viene dando en el área de tuberías HDPE del área de Proyectos de una unidad minera que ejecuta distintos trabajos de construcción, equipamiento, mantenimiento y soporte a distintas áreas; donde se identificó problemas en la presa de relaves con el pegado de tuberías HDPE ya que los clientes reportan demoras en el trabajo de pegas de tubería HDPE en la corona de la presa de relaves de un centro minero, asimismo se viene incumpliendo reglamentos establecidos por parte de la minera.

Las causas principales al problema que enfrenta el área de tubería HDPE están enfocadas en el desorden, desconocimiento de normas técnicas, personal no involucrado en el proceso y protocolos desactualizados, cada una de estas es más significativa, sin embargo, se logró identificar 17 causas de las cuales las mencionadas inicialmente conforman el 78% de una ponderación final. En el área de proyectos se trabaja a disposición del cliente que en este caso son los relaves de una entidad minera, la función recae en la estructuración de tuberías que transportan el relave a la presa de relaves, la baja tasa de pegado genera una limitación en la capacidad de bombeo del relave que al no completar el requerimiento mínimo de pegas diarias del cliente (relaves) excede su capacidad en ciertos casos generando contaminación, así mismo, el área de proyectos trabaja en conjunto a la construcción civil de crecimiento de la presa y requiere coordinar avances para entregar el proyecto a un tiempo determinado tanto como construcción y como proyecto de termofusión de tuberías. En la Figura 1 se presenta el árbol de problemas con las causas y problemas más significativos definidos.

Figura 1

Árbol de problema



Nota: Elaboración propia

Se abordó el presente estudio, dado que en la zona de la presa de relaves se concentra un alto índice de problemas registrados por el departamento de proyectos con su división de área de tuberías hdpe que realiza pegas por termofusión. El problema de la baja tasa de pegas es significativo debido a que tiene un impacto en el ámbito ambiental, empresarial, económico y social, debido a que se ubica en una unidad minera que contrata al área de proyectos para gestionar los residuos sólidos de sus operaciones mineras, así mismo, las condiciones de trabajo son adversas por las variaciones climáticas, el problema representa una limitación indirecta en la capacidad operativa que involucra el área de relaves y las obras civiles de la presa de relaves, de igual forma, el proyecto no logra cumplir con los requerimientos de pegados diarios del cliente que significa una pérdida económica para el proyecto y una disminución del avance operativo para el cliente.

Por todo ello es de necesidad implementar una metodología que mejore los puntos débiles, en esta línea, la investigación permitirá responder la siguiente pregunta.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Pregunta Principal.

¿Cómo mejorar la tasa de pegas de tubería HDPE mediante el uso de la metodología de las 5s en una presa de relaves del sector minero?

1.2.2. Preguntas Específicas.

- ¿Cuál es la situación actual del área de tubería HDPE de la presa de relaves de una unidad minera?
- ¿La implementación de la metodología 5s mejorará la tasa de pegas en el área de tubería HDPE de la presa de relaves de una unidad minera?
- ¿Cuál es el resultado de las mejoras implementadas?

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivo General.

Mejorar la tasa de pegas de tubería HDPE mediante el uso de la metodología de las 5s en una presa de relaves del sector minero.

1.3.2. Objetivos Específicos.

- Diagnosticar la situación actual del área de tubería HDPE de la presa de relaves de una unidad minera.
- Implementar la metodología 5s en el área de tubería HDPE de la presa de relaves de una unidad minera.
- Validar los resultados del proceso planteado.

1.4. Justificación e Importancia

1.4.1. Justificación

1.4.1.1. Justificación Social.

Es muy importante que en el Perú avancemos en el planteamiento de proyectos de todo tipo priorizando a las personas que son el eje principal de toda organización ya que en la actualidad aún hay barreras que obstaculizan el desempeño laboral como por ejemplo, paradigmas que no ayudan al desarrollo de mejoras, con la implementación de las 5s nos permitirá tener mayor desempeño en nuestro trabajo y actuar con mayor rapidez, aportará nuevas ideas para reestructurar las áreas de trabajo, hará más placentero el tiempo de trabajo, se reforzará el trabajo en equipo, se reducirá el índice de accidentes ocupacionales y se formará una cultura de buenas prácticas; siendo esta metodología adaptable a cualquier panorama de nuestra vida diaria.

1.4.1.2. Justificación Ambiental.

En el desarrollo de un proyecto de construcción de cualquier rubro, pero en especial del sector minero que mueve volúmenes considerables de material, involucra la transformación y modificación de un determinado lugar, al implementar estrategias del uso responsable de materiales, estas ayudarán a tomar mejores decisiones para: Clasificar, ordenar, limpiar y señalar el área de trabajo, teniendo como principales desechos la viruta de HDPE, combustibles, aceites, grasas, relaves, tyvek, aditivos, entre otros. Recordemos que no solo es el producto en sí lo que más importa, sino el proceso que pasa para conseguir el mismo, ya que es vital minimizar todo impacto que pueda implicar un trabajo de construcción, para que en adelante no repercuta esta situación, asimismo, evitará grandes multas en consecuencia, estos antecedentes pueden limitar a la organización en futuros proyectos.

1.4.1.3. Justificación Empresarial.

La razón de estudio tiene que ver en cómo el sector empresarial minero viene incrementando su operación y producción en la última década, debido a los costos de los minerales principalmente del cobre, sin embargo, este crecimiento no se interioriza en los proyectos de construcción en específico, trabajos relacionados a tubería HDPE donde el cliente no está conforme con los trabajos que viene ejecutando el área, ya que existe retrasos de entregables y altos índices de actos y condiciones subestándar, por lo que es importante desarrollar el presente estudio puesto que contribuirá a identificar puntos débiles que generan el cuello de botella, ocasionando pérdidas económicas al sector minero. Al reforzar e incrementar el desenvolvimiento del área, dinamizará y optimizará sus recursos reflejando mejoría, crecimiento organizacional en conjunto e impulsándolo a una sostenibilidad y permanencia en el mercado.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis General.

Ha: La aplicación de la metodología 5s mejora la tasa de pegas de tuberías HDPE en la presa de relaves de una unidad minera.

Ho: La aplicación de la metodología 5s no mejora la tasa de pegas de tubería HDPE en la presa de relaves de una unidad minera.

1.5.2. Hipótesis Específica.

- Ha1: Diagnosticando la situación actual mejora el área de tubería HDPE de la presa de relaves de una unidad minera.
- Ho1: Diagnosticando la situación actual no mejora el área de tubería HDPE de la presa de relaves de una unidad minera.
- Ha2: Implementando la metodología 5s mejora el área de tubería HDPE de la presa de relaves de una unidad minera.
- Ho2: Implementando la metodología 5s no mejora el área de tubería HDPE de la presa de relaves de una unidad minera.
- Ha3: Validando los resultados mejora el proceso planteado.
- Ho3: Validando los resultados no mejora el proceso planteado.

1.5.3. Descripción de Variables.

Independiente: Metodología de las 5s

Dependiente: Tasa de pegas de tubería HDPE

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores
Independiente: Metodología 5S	Compuesta por 5 etapas en la que cada una representa una palabra en japonés y su técnica de gestión se basa en la mejora continua (5).	<ul style="list-style-type: none"> – Clasificación – Orden – Limpieza – Estandarización – Disciplina 	% lista de inspección de 5s
Dependiente: Tasa de pegas de tubería HDPE	Unión de extremos de tubería fundida bajo cierta presión tal, que al enfriar conserva sus propiedades y características originales.	Productividad	Pegas reales / pegas planificadas <hr/> Tiempo real de producción / Tiempo total de producción

Nota: Elaboración propia

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

2.1.1. Antecedentes Internacionales.

Duarte *et al.* (2019) en un artículo formulado como “Valoración e implementación de la camisa de polietileno de alta densidad”. Hace un análisis comparativo respecto a la reacción que tendría el revestimiento del HDPE y acero al carbono, en esa línea el desgaste ocasionado por corrosión y elementos abrasivos como la arena redujeron la vida útil de las líneas de flujo y colectoras; en el caso Antioquía Colombia solicitando una intervención efectiva, el mismo que las muestras que se tomaron de laboratorio se adaptaron y acondicionaron al fluido de la producción en campo con el objetivo de estudiar la resistencia de desgaste abrasivo así como el desgaste por corrosión por el CO₂ en tubería HDPE y tubería de acero API 5L - X65 donde se llegó a la conclusión que: El polietileno de alta densidad conocido como PEAD es superior hasta en tres veces al desgaste abrasivo y desgaste por corrosión por el CO₂ con respecto al acero debido a sus propiedades de ductilidad y tenacidad, con estos datos se condujo a realizar una prueba piloto para estudiar la reacción del encamisado del polietileno de alta densidad durante 6 y 9 meses de vida en servicio con el designio de alcanzar información de fluidos distintos y líneas de flujo. Después de un año de servicio de prueba piloto de encamisado se realizó la inspección de manera visual y con pruebas DCS esta prueba se expuso a condiciones de fluidos multifacéticos encontrándose estable y sin sufrir deformaciones o alteraciones en su geometría finalizando que la mejor opción en el encamisado en estudio llegó a ser el polietileno de alta densidad ya que solo se tenía proyectado hasta 9 meses de vida la prueba piloto y lleva 6 años operando con éxito (6).

López y Toapanta (2019) en la tesis “Evaluación del rendimiento de la soldadura por fusión en caliente de tubos de polietileno en comparación con la soldadura por adherencia y fricción”. Al hacer un análisis comparativo de tres técnicas de soldeo de tubería PE 80 de $\frac{3}{4}$ de pulgada, siendo estos de termofusión, adhesión, fricción para identificar la técnica adecuada en el transporte de gas, los autores del presente estudio elaboraron muestras de las tres técnicas de soldeo mencionadas considerando procedimientos de soldeo, resistencia a la presión del gas transportado, resistencia a la tracción, temperatura mínima y tiempo de uso en el proceso, según la certificación ASME estas pruebas no destructivas fueron inspeccionadas visualmente para evitar desalineación, poros, errores de parámetros entre otros, cumpliendo estándares de calidad en el proceso, por cuanto las pruebas destructivas que se aplicaron en las muestras fueron de doblado, de tracción e hidrostática, verificando que las pruebas de doblado lograron aprobar satisfactoriamente las muestras de fricción y termofusión al mismo tiempo el resultado de las pruebas de tracción demostraron ser muestras más fuertes las de fricción, y finalmente al realizar la prueba hidrostática mediante la termofusión se logra obtener mayor resistencia de presión 500 psi; concluyendo que el procedimiento ideal y óptimo para el presente estudio es la soldadura por termofusión (7).

Quintana *et al.* (2020) de acuerdo al artículo “Determinación de los procesos de rotura de las tuberías de polietileno y cómo pueden evitarse”. Debido a la mezcla especial de sus elementos del polietileno se está posicionando en el mercado de forma evidente, ya que en la actualidad se encuentran reemplazando de modo significativo los materiales tradicionales usados en la elaboración de tuberías de toda clase de fluidos dado que las ventajas con las que cuenta su diseño se acomodan a las exigencias del mercado por su flexibilidad, durabilidad y bajo costo. Con respecto a las fallas que este producto pueda presentar se evaluó el crecimiento pausado ocasionado por fisuras y generado mayormente desde superficie externa hacia la pared interna de la tubería llamado falla dúctil, asociada a la deformación y alteración plástica ocasionando adelgazamiento de pared y falla por fragilidad este último podría darse de fábrica por la cavitación acelerada que sufre. En cuanto al crecimiento rápido ocasionado por fisuras, su origen podría darse por una unión defectuosa, por el incremento del diámetro externo del tubo, aumento de presión y tensión de la tubería, al disminuir la temperatura de operación incrementa la posibilidad de crecimiento rápido de fisuras. Resistencia a la propagación rápida ocasionada por fisuras, en este punto se confirma que la estandarización es quien define el triunfo de la industria de tubería HDPE teniendo como base las normas ISO y a la vez haciendo participar a la toda la cadena de suministros de materias primas, así como también a usuarios finales generando el crecimiento de materiales y productos de alto desempeño (8).

Orihuela (2019) en la tesis “Aplicación del reglamento técnico de construcción de redes de gas natural para la calificación de fusionistas para uniones por electrofusión en redes de

polietileno”. El uso del polietileno como componente principal en las construcciones de redes de gas natural se han incrementado en el país altiplánico dado que el objetivo del proyecto estuvo enfocado en la integración, cumplimiento y ejecución de criterios del reglamento técnico de construcción de redes de gas natural, teniendo como finalidad calificar a fusionistas mediante soldeo por electrofusión, puesto que la varianza de condiciones presentadas en campo o lugar del trabajo podrían incidir en no conformidades desde uniones rechazadas, hasta procedimientos equívocos; el técnico soldador tiene que trabajar bajo normativas básicas para garantizar las uniones llegando a la conclusión que el postulante deberá realizar ensayos destructivos y no destructivos para demostrar la calidad que la unión requiere según principios básicos del reglamento técnico en ese entender esta organización sería la responsable en definir si el mismo es apto o no como fusionista, asimismo resalta que con relación a los precios lo establecerá directamente la organización en mención fomentando de esta manera el acceso de profesionales en electro fusión de polietileno (9).

Velasco y Acosta (2021), en su proyecto de “Propuesta de implementación de la metodología de las 5S para el almacén de segundas de la empresa VECOL SA”, el problema principal identificado por los autores es del manejo deficiente de los inventarios en el área de logística de la empresa en estudio, así también notaron que hay tiempos muertos en el desarrollo de los procesos que realizan puesto que las diferentes áreas de estudio se encuentran muy separadas, el área de trabajo está muy desorganizada por lo que los operarios se ven en la obligación de rodear estos espacios o tratar de caminar por encima de ellos, de esta manera realizan la propuesta de implementación de las 5S para optimizar los procesos y eliminar los tiempo muertos, después de la propuesta realizan un análisis de los beneficios existentes, con un orden de las áreas con la clasificación de los procesos, se tiene un mejor ambiente de trabajo, los operarios se desplazan de la mejor manera, ya no hay pérdida de tiempo en el desarrollo de las actividades, por lo que la empresa cumple a tiempo con sus actividades (10).

2.1.2. Antecedentes Nacionales.

Cuellar (2022) en el proyecto científico determinada como: “Ejecución de las 5s y optimización de la producción del área de termofusión en una compañía empresarial en Lima” definió como principal propósito determinar cómo la herramienta aplicada produce un efecto de mejora en la productividad de las actividades de termofusión, el estudio fue aplicado, pre experimental por el análisis pre y post a la 5s. La productividad inicial fue medida en un 66.96% conjunto a la medición de eficiencia de 77.85% y eficacia de un 86%, posterior a ello evaluó de forma preliminar el cumplimiento de las 5s en un 24% y procedió a aplicar las estrategias de selección, orden y limpieza en la determinación de los materiales innecesarios, organización de áreas, materiales y herramientas, y planificación de la limpieza, así mismo integró la estandarización a través de señalización, procedimientos de trabajo y estándares visuales,

finalmente realizó actividades de disciplina en función a programas de revisión e informes. Los resultados alcanzados en la productividad fueron de un 82.57%, eficiencia 89.11% y eficacia 92.67% por lo que llegó a concluir que la ejecución de las 5s optimiza el trabajo a través de una prueba de hipótesis ($p < 0,05$) con el estadístico Wilcoxon (11).

Jaramillo (2022) en la tesis “Reducción del tiempo de expedición implantando las 5S en la gestión de almacenes de una empresa de distribución con énfasis en la minería.” Orientada a una empresa abastecedora de principales productos al sector minero donde busca reducir tiempo en sus despachos, mejorar su gestión de almacenaje y aumentar espacio en su almacén mediante la metodología de las 5s, para obtener resultados realizó una encuesta de un antes y después para comparar datos adquiridos y ver la diferencia considerando que el estudio en mención duró 6 meses para implementar cada S, el resultado fue que el operador redujo tiempo en ubicar los productos, se redujo errores en los pedidos, se consiguió ampliar el área del almacén y se consiguió reducir el tiempo de atención; concluyendo que implementando las 5s en el almacén disminuye considerablemente en tiempo y atención, recomendando que toda implementación que genere beneficios a la organización deberá reflejarse en capacitaciones y mucho compromiso por parte de los colaboradores (12).

Bustamante (2022) en su estudio “Estrategia de mejora para incrementar la producción y el ensamblaje de tuberías en Most Industrial S.A.C.” planteó como propósito general formular un plan para perfeccionar la productividad de la manufactura de tuberías cual tipo de investigación fue definida como aplicada cuyo rango poblacional fueron 28 empleados del área de producción. El plan estuvo constituido por la herramienta TPM, VSM y 5s, se planteó la variación de la productividad de 15 a 20 pulgadas soldadas lo que representaba una variación del 33% para un calibre de $\frac{3}{4}$ a $1 \frac{1}{2}$, mejora de la productividad de 22 a 30 pulgadas montadas para un calibre de 2 a 30 pulgadas cuya variación será del 36%, mejora de la productividad de 20 a 25 pulgadas soldadas para un calibre de 2 a 30 pulgadas cuál variación fue del 25%. El estudio concluyó que las herramientas planificadas tiene la posibilidad de incrementar la productividad en medida se logren implementar adecuadamente (13).

Barja (2021) en la tesis “Empleo de las 5s para acrecentar la producción en la sección de molienda de una planta concentradora.”. Busca optimizar la producción del área de molinos de una planta procesadora de minerales teniendo como objetivo hacer un diagnóstico situacional para luego evaluar los resultados, donde se tuvo que implementar inspecciones, auditorías cruzadas con ayuda de metodologías y teorías que se utilizaron según plan de implementación, su trabajo de investigación representa una metodología descriptivo, explicativo y cuasi experimental teniendo como instrumento la recolección de datos. El autor concluyó que se logró incrementar en un 5,30% en la productividad de la planta concentradora, en el área de molienda se incrementó 3.70% y en eficiencia de ambos incrementó 2,0% logrando

identificar suciedad en el área y definiéndose como la principal causa del problema en esa línea recomienda seguir usando las tarjetas, seguir ejecutando el calendario y limpieza, darle continuidad con capacitaciones al personal del área (14).

Maza *et al.* (2021) en la tesis “Utilización de las 5s en la sección de mantenimiento de la empresa Volcán 2020 para prevenir los riesgos laborales”. El sector minero está considerado como un trabajo de alto riesgo por las condiciones que presentan el mismo que condujo a desplegar la investigación para mejorar la gestión de seguridad con relación a la prevención de riesgos laborales por medio de las 5s, esta proyecto contó con una población de 34 colaboradores del área, 15 registros de eventos los mismo que servirá para hacer un análisis cualitativo ya que tienen como objetivo definir si las 5s tendrá un impacto en el estudio; la investigación fue aplicada, correlacional, causal, transversal y no experimental, obteniendo como resultado que de toda su población la mitad se encuentran en un nivel inicial-básico y la otra mitad en condiciones óptimas asimismo la mayor parte de los trabajadores tienen una percepción sobre la existencia de prevenir los riesgos en el trabajo; habiendo llegado a la conclusión que las 5s si ayuda a mejorar y reducir los riesgos laborales (15).

Huisa (2021) en el estudio científico “Implementación de las 5s para incrementar la actividad productiva de ensayos en una empresa minera de Arequipa”. Resalta en su estudio que el objetivo es mostrar cómo al implementar las 5s incide positivamente la productividad de un laboratorio en una unidad minera en la región Arequipa, dado que el presente estudio es de tipo aplicada, por su ahondamiento es explicativa, cualitativa, pre experimental y longitudinal, el autor consideró ensayos de relaves como población de estudio realizado por 31 días, la proporción de información recolectada tiene la misma escala que su población, llegando a la conclusión que el resultado de ejecutar las 5s mejoró la producción y la eficiencia, quedando la eficacia con el mismo nivel dado que cumple el 100% de su cronograma, en esa dirección nos recomienda el fomento a hacer participar a todo el personal en talleres y charlas motivacionales con el diseño de nutrir las 5s y mejorar el desempeño de los colaboradores (16).

Herrera (2018), en su estudio “Cuyo objetivo principal es aplicar las 5s en un taller de un centro minero en Piura”, se consideró la población al área de maestranza, no habiendo muestra dado que en el presente estudio no existe técnicas de muestra debido a que se está utilizando como referencia al total de la población por ser un pequeño grupo, obteniendo información de los inventarios de las áreas involucradas donde propone técnicas para la selección y ordenamiento de los objetos como también de los materiales de las áreas involucradas en el taller; técnicas que consiga estandarizar procedimientos y técnicas para ejecutar y evaluar la disciplina en el taller; concluyendo en su estudio que el área de reparaciones mecánicas tiene gran porcentaje de objetos necesarios y el área de reparaciones eléctricas gran porcentaje de objetos innecesarios al mismo tiempo propone eliminar residuos

que no sirven dando cumplimiento al cronograma de limpieza del taller y asignando un responsable a cada área de trabajo siendo estos los responsables de inspeccionar dichas tareas donde se pudo hacer un análisis con toda la información brindada y se logró establecer una propuesta para aplicar las 5s en el taller del centro minero (17).

2.1.3. Antecedentes Regionales.

Según Medina (2021), en su proyecto “Empleo del SMED para minimizar el tiempo de permuta de molde en una planta de inyección de plástico.”, se tuvo como diseño fundamental la contracción de tiempos en el modelado de la línea de inyección, esto se logró determinar dado que había problemas en el aspecto de optimización de proceso, por eso aplicó el SMED, donde empezó con la caracterización y desintegración de las acciones operativas tanto internas como externas, para estudiar los tiempos empleados para llevar a cabo todos los procesos; con la ejecución se logró la reducción de 48.6% de los tiempos, así como un incremento de la productividad del 11.6%, determinando así que la metodología empleada es buena (18).

Según Velarde (2023), en su estudio “Incremento de la productividad con el implemento del lean manufacturing en una compañía de producción de tuberías pvc”, se identificó diversas problemáticas en la planta cuales se caracterizaban por la carencia de automatización en el área de acampanado, ausencia de disciplina en limpieza, exceso de inventario posterior al proceso y desorden en el ambiente de producción, así mismo, se determinó demoras en la permutación del formato de extruido. Las deficiencias definidas impactan directamente en la producción por lo que la investigación planteó estudiar una estrategia que coadyuvara a optimizar la productividad, y en base a ello se planteó definir las herramientas del lean manufacturing (19).

Reyes (2021) en una investigación enfocada en una “Propuesta de mejora referente a la producción de tubos en Arequipa” planteaba como objetivo central formular la propuesta a través del lean manufacturing con el propósito de optimizar la productividad. El tipo y diseño fue definido como aplicada y descriptivo tomando como población el proceso de producción y sus características y la línea ZRP 120 como muestra. La propuesta se enfocó en desarrollar las herramientas 5s, kaizen y mantenimiento en función al diagnóstico de las vitales dificultades de la sección de manufactura. A través de las 5s el estudio logró plantear la reducción de tiempos en un 43.6%, con el kaizen se mejoró el rendimiento de trabajo en un 4.887% y el mantenimiento autónomo mejoró las horas de mantenimiento en un 28.75%. En desenlace, se estipula que las 5s influye en la mejora de la producción de la línea estudiada siendo el valor p inferior a 0.05, así mismo, las demás estrategias del lean manufacturing influyen en el progreso de la producción por lo que la propuesta fue efectiva (20).

Según Mallqui (2020) en el estudio de “Proceso de optimización del espacio de almacenamiento y entrega de mercancías terminadas en los depósitos de una planta de tuberías

de pvc” en este estudio el autor trata de incrementar los procesos y optimizar la gestión de cada uno de ellos, de esta manera logra estudiar los factores que intervienen de forma negativa, alargando el proceso de fabricación, en este caso opta por una metodología similar a las Lean Manufacturing, la cual consiste en la clasificación, ordenar, limpiar, etc., cada espacio de trabajo de manera de eliminar los desperdicios y las pérdidas de tiempo en la gestión de procesos, en este caso trabaja con una compañía consagrada a la obtención de tuberías por lo que es importante mantener los espacios de trabajo limpios, con la implementación se logró obtener dichos resultados (21).

En función a Rodríguez (2019) en su trabajo de “Investigación sobre la evaluación de las propiedades mecánicas de la tubería HDPE por soldadura de termofusión” en este caso plantea el análisis de las tuberías de dicho material planteando también para que actividades son más eficientes y en qué otras podrían requerir de otros elementos, en las instalaciones son las tuberías más usadas puesto que económicamente no implica mucho costo, las características de estas tuberías aportan a la elección de los usuarios, plantea también que estos elementos pueden ser usados en todo tipo de rubro, en cuanto a la soldadura por termofusión es una de las técnicas más empleada en los últimos tiempos por su fácil realización y la durabilidad que implica este tipo de unión (22).

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Visión General de las 5s.

Según Hiyoruki (1990) esta técnica fue desarrollada por los años 50 y 60 en su inicio fue aplicado en la fábrica Toyota Motor específicamente en el sector manufacturero teniendo como objetivo principal mejorar su producción, encauzadas al orden y la limpieza, buscaron ser una fábrica que pueda producir productos de calidad con costos bajos teniendo como dinámica las 5s rompieron fronteras al consolidar la calidad en los procesos. Llegaron a implementar empresas de diferentes segmentos a nivel mundial, esta herramienta de gestión nace con la finalidad de comprometer a las organizaciones y a sus colaboradores a desarrollar cualidades, garantizando una industrialización cuantificada basada en la filosofía de las 5s cambiando la percepción del mercado donde los clientes llegaron a ser más exigentes respecto al producto, con detalles generales y más profundos es así como empezó el interés por obtener características distintas y mucho más personalizadas evolucionando la demanda, transformando los mercados progresivamente dado que anteriormente se manejaba según su preferencia de la organización mas no la del cliente (23).

2.2.2. Definición de 5s.

Según Rey (2005) para comenzar a definir las “Cinco S” es necesario comprender e interiorizar el concepto de disciplina ya que estará directamente relacionado en la mejora de la

producción de un área de trabajo en específico, mediante un estándar de buenas prácticas relacionadas al orden y limpieza, se logrará implementar cambios en el desarrollo de las 5s donde cada una de las etapas se valdrá de la otra para mantener sus bondades a largo plazo, existen casos de empresas que implementaron la metodología 5s y no les funcionó se dice que implantar otra técnica estará destinada a fracasar esto se debe a su practicidad y sencillez, no requiere de tecnología ni estudios especiales para implementarlas, solo compromiso y mucha disciplina (5).

2.2.3. Beneficios de las 5s.

Según Hiroyuki (1990) el sector industrial de los negocios y las exigencias de los clientes siempre ha sido cambiante, hoy en día se desarrolla con mayor fuerza tecnologías innovadoras y productos nuevos que aparecen de generación en generación endureciendo la competitividad en el mercado obligando a las organizaciones a duplicar su esfuerzo con el propósito de obtener productos innovadores a un costo bajo. Como organizaciones vivas necesitan encontrar caminos que los conduzcan al cambio y para ello deberán borrar costumbres anteriores que les permita adaptarse a nuevas oportunidades de mejora (23).

A las empresas les es un poco complejo depurar o emplazar las costumbres arraigadas en su organización sin embargo es aquí donde las 5s juega un papel importante teniendo como principio básico la organización, orden, mejoras en seguridad, reducción de costos, cero incidentes y accidentes.

Beneficio 1. Esta metodología permite identificar el despilfarro de elementos u objetos que parecen contribuir dentro de una organización y su aplicación está orientada a eliminarlas con la finalidad de reducir costos.

Beneficio 2. Las empresas que vienen aplicando las 5s se encuentran virtualmente exentos de demoras y defectos, esto implica que también se encuentran exentos de reclamos por parte del cliente sobre la calidad de servicio o producto, dando lugar a una mayor confianza.

Beneficio 3. Los equipos deben ser inspeccionados, evaluados de forma adecuada y ordenada todos los días antes, durante y después de su uso dando lugar a un orden común diario; de tal forma que el mantenimiento diario se integre en las actividades diarias de inspección obteniendo equipos aptos para su operación e incrementando la predisposición de los mismos.

2.2.4. Resistencia de 5s.

Según Hiroyuki (1990) las empresas que logran introducir o implantar las 5s probablemente tengan que atravesar varios tipos de resistencias dentro de ellos se encuentran los colaboradores de planta o del área logístico administrativo, casi siempre va a existir una negativa de empezar algo nuevo, de aprender técnicas nuevas que ayude a mejorar a la organización de modo que si no se dirigen en un solo sentido lo más probable es que se ponga

más pesado, aún si la línea de mando no toma la iniciativa de impulsar la actividades y realizar un seguimiento continuo, hay creencias vagas para impedir que las 5s se desarrolle con éxito cómo (23):

- **¿Por qué hacer tanto ruido para algo que ya conocemos?** oh ¡nos tratan como si fuéramos alumnos del colegio a los que se les pide limpiar su aula! Esta rebeldía personal proviene de la humillación que perciben los colaboradores de una organización cuando sienten que se les trata como adolescentes; en consecuencia, antes de implementar las 5s se debe eliminar tal humillación para interiorizar mejor la metodología.
- Los integrantes del directorio como presidentes, gerentes, superintendentes son los que direccionan una organización, es común escucharlos decir: **¿realmente esperan que asigne recursos en algo tan improductivo para organizar y ordenar un área de trabajo?** Dado el concepto que perciben los líderes asignan la dirección de las 5s a un colaborador de rango medio, puesto que aluden que tienen que hacer cosas mucho más importantes como enfocarse en temas políticos de la empresa.
- Para ser precisos los trabajadores operativos están íntimamente ligados con el trabajo siendo estos responsables en normalizar la suciedad de su área de trabajo, aludiendo que la condición es inevitable ya que el paradigma que los domina es **¡la limpieza no entrará en su reporte de producción y que de todas formas se ensucia de nuevo!** En esa línea los colaboradores expresan indiferencia respecto a las mejoras y no es una sorpresa saber que los defectos de la organización sigan arriba y que la producción sea baja o no mejore y para cambiar sus ideologías o creencias se necesita eliminar la normalización de la condición sucia en que laboran en su frente o área de trabajo.
- Frecuentemente se escucha decir que al implementar **¡la organización y el orden no incrementará la producción!**, esta creencia suele suceder en fábricas o áreas con mucha carga de trabajo, debido a que el argumento proviene de colaboradores que están acostumbrados a laborar en un ambiente desordenado, donde afirman que ¡su labor es producir! Pero no se dan cuenta que pierden tiempo todos los días al lidiar con el desorden así que tenemos que saber distinguir entre movimiento / trabajo.

2.2.5. Descripción de las 5S.

Según Aldavert *et al.* (2018) son iniciales compuestas por cinco palabras que van a influir en el desarrollo e implementación de una organización o proyecto donde cada letra se definirá con una palabra japonesa (24).

Las 5s, están interconectadas en el proceso de mejora continua de las empresas, y para alcanzar dicho diseño, los resultados deben alcanzarse bajo la dirección del alto mando de las organizaciones, con el apoyo y la implicación de cada empleado, colaboración y dedicación en conjunto. Las estrategias concertadas por cinco componentes de selección, ordenar, limpiar, estandarizar y sostener, tienen como propósito disminuir los recursos de empleados en la manufactura o actividades dentro de un proceso por lo que hacen énfasis en suprimir las mermas y desechos, así mismo, minimiza tiempos en el proceso. Esta herramienta inició su aplicación en empresas japonesas generando un alto impacto sobre la agilidad y cambio en el personal, ambiente de trabajo y producción (25).

Las 5s son cruciales para las compañías que quieren destacar entre la competencia. Para aplicar este enfoque sistemático del trabajo, los empleados deben demostrar un desarrollo continuo de sus capacidades y el apoyo de toda la organización. Entre los principales propósitos de la metodología está alcanzar la mejora continua, calidad y productividad para producir mejores indicadores de competitividad (26).

2.2.5.1. Seiri.

La primera "S" trata de clasificar e identificar los elementos necesarios de los innecesarios en el área de trabajo. El objetivo es eliminar todo lo que no sea esencial y mantener solo lo que se necesita para realizar las tareas de manera efectiva y eficiente. Seiri ayuda a reducir el desorden y el exceso de inventario, lo que conduce a un ambiente de trabajo más organizado y seguro (27).

En seiri también se analizan las actividades por lo que se eliminan aquellas que no generan valor en el proceso de acciones cotidianas debido a que se debe crear un ambiente en dónde se facilite el trabajo sin la presencia de obstáculos (25).

2.2.5.2. Seiton.

Se enfoca en colocar cada elemento esencial en un lugar designado y fácilmente accesible. Se trata de tener un lugar para todo y asegurarse de que todo esté en su lugar. Esta práctica ayuda a ahorrar tiempo y reduce la pérdida de productividad debido a la búsqueda de herramientas o materiales (28).

Seiton comprende la formulación de los espacios para los elementos necesarios de acuerdo a la accesibilidad, uso y frecuencias con el fin de evitar la merma en el tiempo de búsqueda e inspección de los materiales y la merma es desplazamientos innecesarios. Entre las

oportunidades que ofrece ordenar, está la mejora en la disposición de los materiales, mejor ejecución de las actividades, eliminación de desperdicios y materiales perdidos, y un ambiente adecuado de trabajo (25).

2.2.5.3. Seiso.

La tercera “s” hace referencia a mantener la limpieza y el orden en el lugar de trabajo. No se trata solo de limpiar el área de trabajo, sino también de mantenerla en condiciones óptimas. Seiso promueve un lugar laboral más seguro, productivo y atractivo para los empleados (27).

El ideal es evitar contaminar las áreas de trabajo con desorden, suciedad por lo que se limpia periódicamente los ambientes, materiales y herramientas de trabajo con el propósito de incrementar la eficiencia del mismo y mantener un adecuado ambiente organizacional en función al seguimiento de normativas y reglamentos de responsabilidad y compromiso de limpieza (26).

2.2.5.4. Seiketsu.

En esta etapa, la cuarta S implica establecer estándares y procedimientos consistentes para mantener las tres primeras "S" (Clasificar, Ordenar y Limpiar). Se trata de crear pautas claras para que todos los empleados sigan, lo que garantiza la sostenibilidad del sistema 5s a lo largo del tiempo (29).

Se considera como el mantenimiento de la limpieza y el orden, repercute positivamente en la mejora de la reputación de la empresa e imagen de la empresa debido a que, en producción los productos finales deben cumplir con criterios estrictos de calidad para su ofrecimiento al mercado (30).

2.2.5.5. Shitsuke.

Se refiere a mantener la disciplina y la continuidad en la implementación de las 5s. Implica la creación de una cultura organizacional donde todos los empleados se comprometan a practicar las 5s de manera constante y busquen mejorar continuamente. Shitsuke promueve la autodisciplina y la responsabilidad individual y grupal para mantener un lugar de trabajo eficiente y ordenado (31).

Es la disposición a realizar las tareas correctamente, lo que amplía el alcance de las cuatro "S" mencionadas. Es crucial porque se convierte en un hábito, produciendo no sólo un área adecuada y organizada, sino también fomentando el crecimiento personal y humano (30).

2.2.6. Consideraciones Generales de Tubería HDPE.

Según Contreras (2005) el campo de mayor acción para la instalación de tuberías HDPE sin duda es el industrial, en este sector se realiza una mayor demanda dado que el producto no

tiene un uso específico y limitado para el transporte de líquidos, siempre y cuando se tenga que considerar el cumplimiento cabal de parámetros de fusión, unión de tubos HDPE, este procedimiento podría hacerse simples y rápidos (32).

2.2.7. Definición.

Las tuberías de PEAD o HDPE se emplean para la conducción de agua potable en redes y en la conexión domiciliaria, además se emplea para la conducción de residuos industriales y químicos de unidades mineras, se emplea para el transporte aguas servidas, transporte de petróleo y gas, así como también sirven para la protección de cables eléctricos (33).

La tubería tiene un diámetro y espesor variado, la fabricación de la tubería HDPE obedece a la demanda que existe en el sector industrial y está orientada para transportar principalmente líquidos tales como: Relaves, agua potable, agua ácida, gas natural, agua servida considerado un producto rentable en relación costo/beneficio dentro del mercado.

2.2.8. Características.

Dentro de la más importante se encuentra su fortaleza química, su flexibilidad y su peso que es relativamente baja, debido a la flexión que los caracteriza el polietileno nos posibilita curvar bajo cualquier circunstancia, cambiarlas de dirección, montarlas, adaptarlas y más. Según Williams Brothers Engineering Company (Tulsa, Oklahoma) en sus pruebas realizadas entre tubería de polietileno y tubería de acero concluyó que la tubería HDPE es superior al acero en el manejo de sólidos en suspensión ya que logró demostrar un excelente desempeño para manejar materiales abrasivos como lodos, rocas de dragado, cenizas volcánicas, fango y residuos mineros.

El polímero HDPE está compuesto en mayor cantidad por polietileno determinado como un termoplástico semicristalino que se caracteriza por su facilidad de procesamiento y capacidad de reciclado, entre las principales aplicaciones sobre productos está la elaboración de tuberías, sillas, tapas y botellas (34).

2.2.9. Diseño.

Las tuberías HDPE respecto a tuberías convencionales, recae en la baja rugosidad con las que cuentan ya que presentan una superficie o borde muy lisa que permite escurrir y fluir a tope considerando que esta última se mantiene durante todo el tiempo de uso.

Las tuberías de HDPE pueden colocarse de diversas formas, como enterradas directamente, con métodos de instalación sin zanjas o mediante perforación direccional, tienen robustas uniones fusionadas a tope y su ductilidad a largo plazo, las tuberías de HDPE son resistentes y duraderas (35).

2.2.10. Tipos de Uniones.

De acuerdo a Barreneche (2017) las tuberías HDPE tienen diferentes tipos de uniones las cuales son:

Termofusión: La unión se genera al calentar las paredes del tubo sin el empleo de accesorios, la unión se produce a tope.

Figura 2

Unión por termofusión



Nota: Extraído de Instalaciones sanitarias disponibles. Barreneche (33)

Electro fusión: La unión es posible mediante un dispositivo con una resistencia eléctrica que, cuando se le aplica tensión, crea la unión a la temperatura adecuada en un tiempo determinado.

Figura 3

Unión por electrofusión



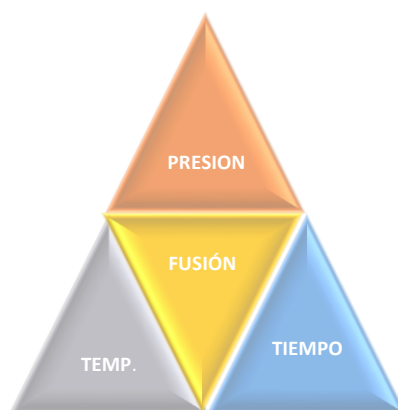
Nota: Extraído de Instalaciones sanitarias disponibles. Barreneche (33)

2.2.11. Principios Básicos de Pegado.

El polietileno es básicamente un polímero, estos materiales al calentarlos dan origen a reblandecer la tubería y antes de entrar a un punto de fusión estos no dejan de perder su estructura molecular sin que el proceso altere sus propiedades químicas de la tubería ya que al ablandar o endurecer en repetidas ocasiones se tiene la seguridad que el mismo no reduce ni pierde sus propiedades, asimismo precisar que esta práctica más bien ayuda en la soldadura por termofusión.

Figura 4

Principio básico de termofusión



Nota: Tomado de Isco industries (35).

Para la unión de dos tubos HDPE se requiere un sistema generalmente de tipo hidráulico cuyo propósito es poner en contacto o separar los tubos según se requiera, esta a su vez cuenta con accesorios como el elemento calefactor, refrendadora, mordazas para acomodar la tubería y conseguir la fundición de la tubería.

2.2.12. Términos y Definiciones.

- **SPONSOR:** Persona o empresa que aporta recursos para financiar un proyecto, con el único fin de obtener un beneficio.
- **DAP:** Diagrama analítico del proceso.
- **Proceso:** Actividades organizadas secuencialmente que cumplen un propósito productivo de un bien material o servicio con el empleo de diversos recursos como físicos y humanos (36).
- **Distribución:** Ubicación de los diferentes recursos que intervienen en un proceso de producción en correctos espacios físicos (36).
- **Producción:** Actividad que produce como resultado un artículo o servicio a través del empleo de herramientas, recursos, equipos y el trabajo humano (37).
- **Mejora continua:** Filosofía de mantenerse en la innovación del uso de los servicios, recursos y tecnología de acuerdo a las nuevas exigencias de la expansión de la satisfacción y consumo para el alcance de mejores índices de producción y competitividad (37).
- **Productividad:** Grado de eficacia en que se mide cada elemento empleado en la fabricación de un bien o servicio (13).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método, Tipo y Diseño de la Investigación

3.1.1. Método de la Investigación.

La investigación fue mixta mediante un método cualitativo y cuantitativo tomando opiniones personales, criterios, diagramas; puesto que existen aspectos que no se pueden representar únicamente en valores numéricos y cuantitativos a través de un análisis más profundo de la situación de trabajo del área de tuberías HDPE en el sector minero.

Una estrategia de investigación denominada metodología mixta, a veces denominada enfoque mixto o triangulación, combina aspectos de métodos cuantitativos y cualitativos en un solo estudio científico. Con este método, un tema de investigación puede abordarse desde varios ángulos, lo que conduce a un conocimiento más profundo de los fenómenos estudiados (38).

3.1.2. Tipo de la Investigación.

El tipo fue aplicado ya que se orienta a encontrar una articulación de estrategias que permita alcanzar un objetivo real.

Este tipo de investigación tiene como objetivo resolver problemas o abordar cuestiones prácticas del mundo real. A diferencia de la investigación pura o básica, que se enfoca en la generación de conocimiento por sí misma, la investigación aplicada busca aplicar ese conocimiento para resolver situaciones concretas o mejorar prácticas y procesos en diversos campos (38).

3.1.3. Nivel de Investigación.

El estudio fue correlacional ya que permite correlacionar las variables: dependiente e independiente, que se mencionan en la matriz de operacionalización.

El nivel correlacional tiene como designio general determinar si existe una asociación o relación estadística entre las variables, y cómo se comportan entre sí (38).

3.1.4. Diseño de Investigación.

El diseño fue cuasi experimental correspondiente a que la investigación no desarrolló una selección aleatoria de los elementos de estudio, determinó por conveniencia las unidades a analizar, comparó datos de la variable tasa de pegas pre y post del experimento conformado por las 5s, así mismo la investigación buscó contrastar si las 5s logra optimizar la tasa de pegas de tubería HDPE a través de la comprobación de hipótesis.

Un estudio cuasi experimental es aquel que manobra intencionalmente una variable con el objetivo de analizar su efecto y el grupo seleccionado está predefinido anteriormente al experimento (38).

3.2. Población y Muestra

3.2.1. Población.

La población está conformada por 52 colaboradores del grupo HDPE del área de proyectos de una unidad minera en estudio.

La población es el cúmulo de casos que se describen con similares características sobre los cuales se realizará el estudio (38).

3.2.2. Muestra.

La muestra está compuesta por el área de tuberías HDPE liderada por el área de proyectos de una unidad minera, considerándola una muestra no probabilística por conveniencia ya que se tomará al área de tuberías HDPE integrada por dos guardias a-b que suman 52 colaboradores siendo este el grupo tratado y no el área de proyectos en conjunto.

$$n = \frac{p \cdot q \cdot N \cdot Z^2}{e^2 \cdot N + p \cdot q \cdot Z^2} = \frac{0.50 \cdot 0.50 \cdot 52 \cdot 1.96^2}{0.05^2 \cdot 52 + 0.50 \cdot 0.50 \cdot 1.96^2} = 46$$

Parámetro	Valor
N:	52
z:	1.96
p:	50.00%
q:	50.00%
e:	5.00%

La muestra es la subdivisión representativa del conjunto población que sirve para generalizar hallazgos en la población total (38).

El muestreo fue no probabilístico, definido como una muestra por conveniencia debido a que se estudió el caso de tubería HDPE a la cual se tuvo disposición y accesibilidad el investigador.

3.2.3. Unidad de Análisis.

Proceso de pegado de tubería HDPE de 24 pulgadas SDR 17, analizada durante 3 meses de observación durante el año 2022 para el pre test y 3 tres meses en el año 2023 para el post test posterior a la integración de la metodología.

La unidad de análisis es el elemento del cual se obtienen y recaban los datos para el tratamiento de información que requiere el estudio para alcanzar sus objetivos (38).

3.3. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.3.1. Técnicas en la Recolección de Datos.

- Entrevista al supervisor senior
- Observación del proceso
- Análisis documental

3.3.2. Instrumentos en la Recolección de Datos.

- Guía de entrevista (Ver Anexo 4).
- Guía de observación (Ver Anexo 2).
- Guía de análisis documental (Ver Anexo 3).

3.4. Diagnóstico Inicial del Grupo HDPE en la Presa de Relaves del Sector Minero

Es necesario entender y conocer el estado actual del que se está partiendo para tener un mejor panorama antes de implementar la metodología 5s, dado que el objetivo es resaltar las mejoras obtenidas con el grupo tratado por ello se decidió realizar previamente un análisis actual así como precisar y aplicar indicadores relacionados al tiempo y producción, con herramientas objetivas orientadas al presente estudio como una entrevista al jefe de grupo de trabajo, diagrama causa efecto, matriz de Vester, Pareto, DAP y lista de inspección de las 5s.

3.4.1. Entrevista al Líder del Grupo HDPE.

Se indagó acerca de las prácticas de trabajo en el área de tubería HDPE a través de una entrevista al responsable del grupo que lidera en las diferentes guardias las actividades laborales (Anexo 7).

Se analizó el cumplimiento de las pegas programadas y la determinación del incumplimiento de las metas. La actividad tiene una meta diaria de 9 pegas y realiza acciones complejas por el uso de maquinarias y equipos, sin embargo, no alcanza la meta al producir un

promedio de 5 pegas diarias (Pregunta N.º7). La labor presenta un alto riesgo y de acuerdo al responsable de grupo el incumplimiento de la meta no es causado por el tipo de trabajo debido a que la organización considera todos los puntos de seguridad para la actividad laboral y planifica adecuadamente metas objetivas y razonables (Pregunta N.º6).

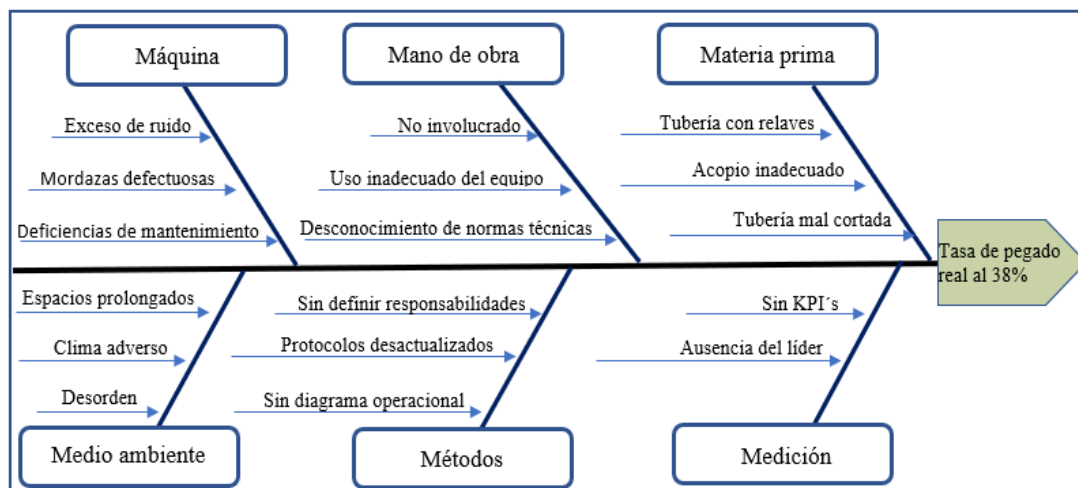
Acerca de la productividad, la falta de compromiso por parte de los colaboradores incide en la producción debido a que a pesar de cumplir con el horario de trabajo no reflejan su actividad laboral en la producción diaria (Pregunta N.º8), así mismo, se pierde tiempo en el traslado del tubo HDPE desde el acopio hasta el centro de trabajo, pérdida de tiempo en el recorrido de la excavadora y pérdida de tiempo por el personal en el olvido o equivocación de herramientas de trabajo (Pregunta N.º5).

Respecto al cumplimiento de estrategias 5s en la actividad laboral del área de tuberías HDPE, el área difunde actividades de ordenamiento y limpieza, no obstante, no se cuenta con una planificación y seguimiento debido a la falta de delegación de responsabilidades (Pregunta N.º1), así mismo, la gestión de los residuos del área cuenta con escasos implementos para el almacenamiento de residuos, aspecto que les fue observado en materia de seguridad y salud en el trabajo y medio ambiente (Pregunta N.º2). Estos aspectos determinan que el área no cumple adecuadamente con los criterios de las 5s.

3.4.2. Diagrama de Ishikawa.

Figura 5

Diagrama causa – efecto aplicado en el grupo de HDPE



Nota: Elaboración propia

El diagrama nos muestra un mejor panorama de los problemas existentes por el que viene atravesando el grupo HDPE en la presa de relaves, donde el problema evidencia una baja tasa de pegas real con 38% respecto al 100% asimismo se agrupó las causas en seis categorías, máquina, mano de obra, materia prima, medio ambiente, métodos, medición como se muestra

en la Figura 5, ya que encontramos algunas causas alineadas a la metodología de las 5s en dar solución al desorden, personal no involucrado, protocolos desactualizados entre otros.

Dado que las causas que dan origen a la baja tasa de pegas de tubería de HDPE son muchas, se realizará un análisis más profundo procediendo a enlistarlas y codificarlas en la tabla.

Tabla 2

Codificación de causas

Cod.	Causa
A1	Deficiencia de mantenimiento
A2	Mordazas defectuosas
A3	Exceso de ruido
A4	Clima adverso
A5	Espacios prolongados
A6	Desorden
A7	Personal no involucrado
A8	Uso inadecuado del equipo
A9	Desconocimiento de normas técnicas
A10	Sin definir responsabilidades
A11	Protocolos desactualizados
A12	Sin diagrama operacional
A13	Tubería con relaves
A14	Acopio, almacenamiento inadecuado
A15	Tubería mal cortada
A16	Sin KPIs
A17	Ausencia del líder

Nota: Elaboración propia

Como se observa las causas se encuentran codificadas, ello nos permitirá determinar la causa raíz o causas de mayor impacto negativo en la baja tasa de pegas de tubería HDPE con la finalidad de facilitarnos la construcción de la matriz de Vester ya que en él se mostrará una correlación entre causas de mayor valoración.

Tabla 3

Matriz de Vester para cusas

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	Total
A1		5	3	0	0	3	1	5	3	0	1	3	0	0	3	0	3	30
A2	1		0	0	0	1	1	3	3	0	1	0	0	3	1	0	1	15
A3	1	0		0	0	0	1	3	3	0	1	0	0	0	0	0	0	9
A4	0	0	0		1	3	3	0	0	0	1	0	0	0	3	0	0	11
A5	0	0	0	3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4
A6	3	3	0	0	5		3	5	1	5	3	5	3	5	5	1	0	47
A7	5	3	1	0	3	5		5	5	5	3	3	3	5	3	3	3	55
A8	3	5	3	0	1	3	3		5	1	1	0	0	3	3	3	5	39
A9	3	5	3	0	3	5	5	5		1	3	3	1	5	5	3	3	53
A10	1	3	0	0	5	5	3	1	3		3	3	3	1	5	0	3	39
A11	3	1	0	0	3	5	5	1	3	3		3	1	5	3	1	3	40
A12	1	1	1	0	3	3	3	1	1	0	1		3	1	1	1	3	24
A13	0	0	0	0	0	5	3	1	5	1	1	1		1	3	3	0	24
A14	0	0	0	5	1	3	5	3	5	3	3	1	1		1	1	3	35
A15	0	0	0	0	0	5	5	1	3	3	1	1	3	0		0	3	25
A16	1	1	0	0	0	3	1	0	0	0	1	3	1	3	1		1	16
A17	1	1	0	0	0	5	3	1	3	5	3	1	1	3	1	3		31

Nota: Elaboración propia

Una vez obtenido los valores de Vester se efectuó la asignación de frecuencias que se muestran en la Tabla 4 y 5, permitiéndonos construir el diagrama de Pareto debido a la identificación de las principales causas como son el A7, A9, A6, A11 estas en su conjunto contribuyen al 80% del problema en la baja tasa de pagas de tubería HDPE en la presa de relaves.

Tabla 4

Asignación de frecuencias en base a la matriz de Vester

Causas de la baja tasa de pagas	Puntaje	Frecuencia	Ponderación
Personal no involucrado	55	5	275
Desconocimiento de normas técnicas	53	5	265
Desorden	47	5	235
Protocolos desactualizados	40	3	120
Uso inadecuado del equipo	39	1	39
Sin definir responsabilidades	39	1	39
Acopio, almacenamiento inadecuado	35	1	35
Ausencia del líder	31	1	31
Deficiencia de mantenimiento	30	1	30
Clima adverso	25	1	25
Sin diagrama operacional	24	1	24
Tubería con relaves	24	1	24
Sin KPIs	16	1	16
Mordazas defectuosas	15	1	15
Tubería mal cortada	11	1	11
Exceso de ruido	9	1	9
Espacios prolongados	4	1	4

Nota: Elaboración propia

Tabla 5

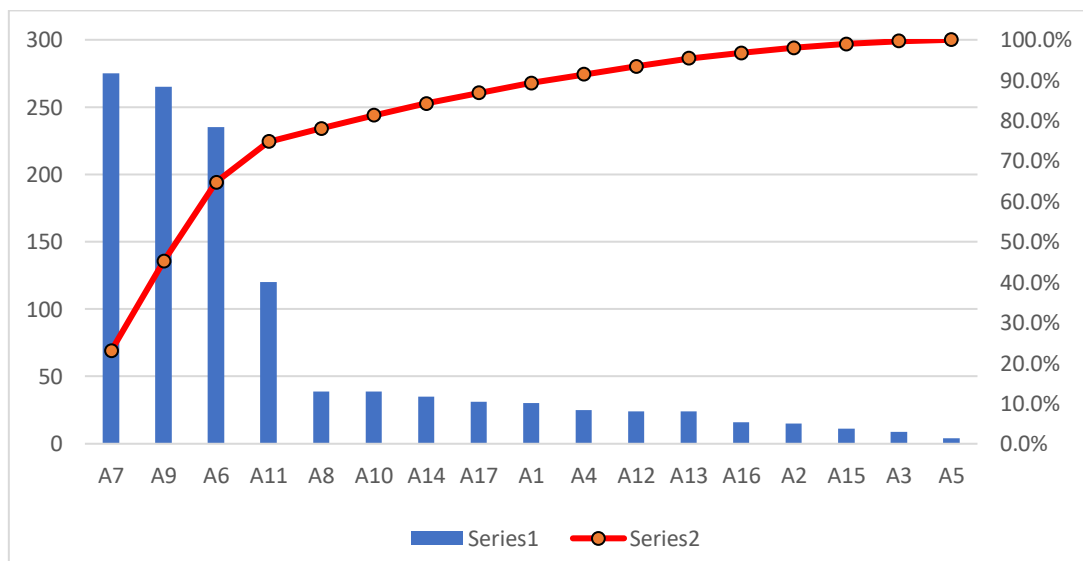
Frecuencia de causas

Causas de la baja tasa de pegas	Ponderación	%	Acumulado	%
Personal no involucrado	275	23%	275	23.0%
Desconocimiento de normas técnicas	265	22%	540	45.1%
Desorden	235	20%	775	64.7%
Protocolos desactualizados	120	10%	895	74.8%
Uso inadecuado del equipo	39	3%	934	78.0%
Sin definir responsabilidades	39	3%	973	81.3%
Acopio, almacenamiento inadecuado	35	3%	1008	84.2%
Ausencia del líder	31	3%	1039	86.8%
Deficiencia de mantenimiento	30	3%	1069	89.3%
Clima adverso	25	2%	1094	91.4%
Sin diagrama operacional	24	2%	1118	93.4%
Tubería con relaves	24	2%	1142	95.4%
Sin KPIs	16	1%	1158	96.7%
Mordazas defectuosas	15	1%	1173	98.0%
Tubería mal cortada	11	1%	1184	98.9%
Exceso de ruido	9	1%	1193	99.7%
Espacios prolongados	4	0%	1197	100.0%

Nota: Elaboración propia

Figura 6

Diagrama de Pareto



Nota: Elaboración propia

El diagrama de Pareto nos muestra un mayor contexto de cómo los factores claves del proceso afectan negativamente la baja tasa de pegas de tubería HDPE en la presa de relaves debiendo poner un mayor énfasis en las causas primarias sin descuidar las secundarias que también contribuyen al problema.

Tabla 6

Clasificación de causas

Causas de la baja tasa de pegas	Ponderación total	Área
Personal no involucrado	275	Gestión
Desconocimiento de normas técnicas	265	
Protocolos desactualizados	120	
Desorden	235	Operación
Uso inadecuado del equipo	39	
Sin definir responsabilidades	39	
Acopio, almacenamiento inadecuado	35	
Ausencia del líder	31	
Clima adverso	25	
Sin diagrama operacional	24	
Tubería con relaves	24	
Sin KPI's	16	
Tubería mal cortada	11	
Espacios prolongados	4	
Deficiencia de mantenimiento	30	Mantenimiento
Mordazas defectuosas	15	
Exceso de ruido	9	

Nota: Elaboración propia

El siguiente paso es asignar frecuencias a todas las causas para agruparlas y segmentarlas según correspondan como se aprecia en la Tabla 7, dado que la distribución ayudará a identificar mejor los puntos críticos asimismo tener un horizonte claro que nos permita manejarlo objetivamente.

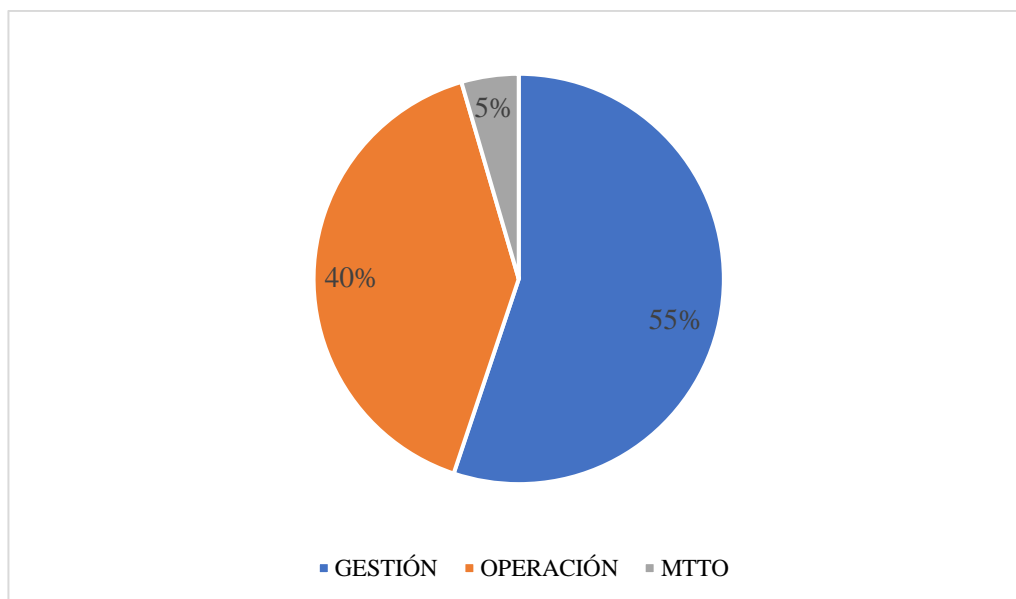
Podemos darnos cuenta en el extracto de la Figura 7 que el área de gestión es el que agrupa mayor número de causas obteniendo el 55%, Operación con 40%, mantenimiento 5%.

Tabla 7
Identificación de áreas

Área	Peso	%
Gestión	660	55%
Operación	483	40%
Mantenimiento	54	5%
Total	1 197	100%

Nota: Elaboración propia

Figura 7
Identificación de áreas



Nota: Elaboración propia

Identificadas las áreas y agrupadas las causas, nos enfocaremos a los de mayor criticidad como gestión del área, operación y mantenimiento debido que estos tres puntos representan el grueso de problemas por el que viene atravesando el área de tuberías HDPE. Se visualiza que la herramienta de ingeniería industrial para dar solución a las causas principales que originan la baja tasa de pegas de tubería HDPE en la presa de relaves del sector minero es la implementación de las 5s.

Tabla 8

Causa solución a la baja tasa de pegas de tubos HDPE

Causas	Origen	Solución	Herramienta de Ing. Industrial
Personal no involucrado	Entorno del trabajo	Involucrar	
Desconocimiento de normas técnicas	Falta de compromiso	Retroalimentación	
Desorden	Acumulación de objetos	Ordenar	5s
Protocolos desactualizados	Carga laboral	Estandarización	

Nota: Elaboración propia

Luego de hacer un diagnóstico en el área de tuberías HDPE con la finalidad de alcanzar los progresos enfocados al objetivo del presente estudio dado que las causas que originan la baja tasa de pegas por termofusión se encuentran vinculadas directa e indirectamente a la metodología japonesa 5s ya que el método se ajusta a cumplir los objetivos planteados, siendo así se realizó una auditoría inopinada respecto a la clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina basado en la 5s este será nuestro punto de partida en lo cual se procedió a realizar una guía de observación inicial con una serie de ítems por cada elemento de las 5s.

3.4.3. Lista de Inspección 5s Inicial.

La lista de inspección contiene cinco categorías que corresponden a la metodología de las 5s donde la revisión será independiente a cada categoría con un criterio de evaluación para asignar valores. En la Tabla 9 presentada a continuación se detalla la asignación de valores inicial.

Tabla 9

Guía de Observación inicial del proceso

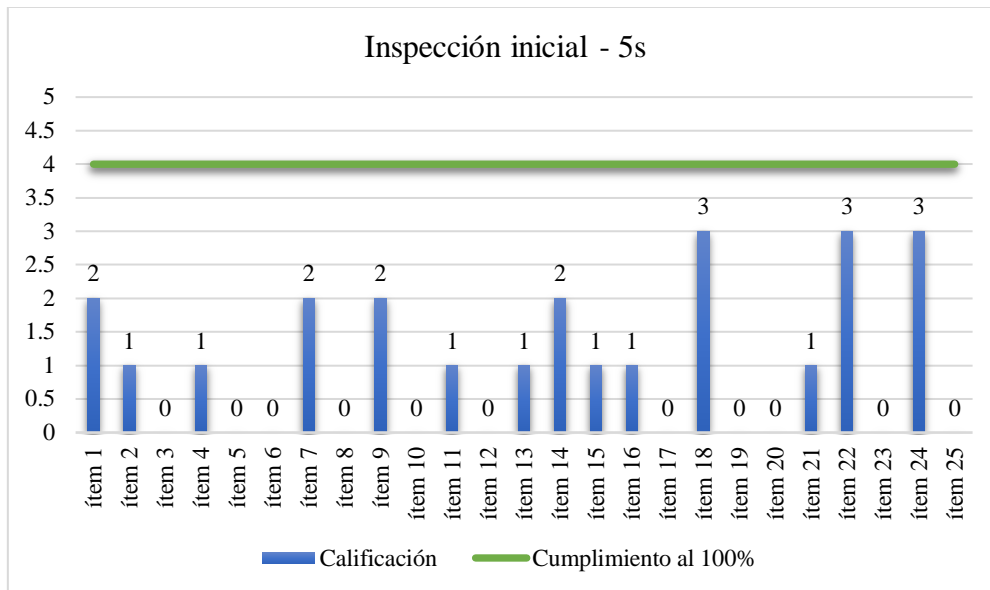
FICHA DE EVALUACIÓN							
UBICACIÓN		ÁREA DE TERMOFUSION – PRESA DE RELAVES	FECHA: 15/05/2023				
EVALUADOR		SAMAN CACERES BARNABY					
S	N.º	CRITERIOS	CALIFICACIÓN				
			0	1	2	3	4
CLASIFICAR	1	El frente de trabajo cuenta con materiales y equipos requeridos			x		
	2	Las herramientas en uso cuentan con un lugar de almacenaje		x			
	3	No existe presencia de objetos inservibles o en mal estado en el área de trabajo	x				
	4	Accesorios del maniobrista se encuentran debidamente inspeccionados y organizados		x			
	5	Los residuos son separados según su clase o tipo	x				
	Puntaje		4	20%			
ORDENAR	6	Se encuentran los puestos de trabajo bien identificados	x				
	7	No existe objetos como viruta u otros que limiten el tránsito de los trabajadores			x		
	8	Los tachos de basura se encuentran en un punto designado y al alcance de todos	x				
	9	El frente de trabajo se encuentra señalizada (delimitación del área, conos, cintas, etc.)			x		
	10	Los materiales tienen un fácil acceso cuando estos son requeridos	x				
	Puntaje		4	20%			
LIMPIAR	11	La carpa de la máquina de termofusión libre de lodo, polvo, humo		x			
	12	Los equipos no evidencian residuos de aceites, grasa, combustibles	x				
	13	Frente de trabajo limpio de residuos de tubería hdpe, relaves, aceites		x			
	14	Dentro del radio de trabajo no existe presencia de restos de madera, metales, bolsa, sacos			x		
	15	Existe personal asignado para la limpieza de forma diaria o periódica		x			
	Puntaje		5	25%			
ESTANDARIZAR	16	Se practica estrategias de mejora continua en el área		x			
	17	Se practica estrategias para el sostenimiento de las 3s (clasificación, orden, limpieza)	x				
	18	Los procedimientos de trabajo se encuentran actualizados y son entendibles				x	
	19	Existe instructivos o guías para una adecuada ejecución de los trabajos	x				
	20	Se realiza un plan de acción sobre origen de la suciedad	x				
	Puntaje		4	20%			
DISCIPLINA	21	Las condiciones y el ambiente son las adecuadas para trabajar		x			
	22	Los Procedimientos de trabajo en conjunto son conocidos y aplicados				x	
	23	El frente de trabajo es evaluado temporal o periódicamente	x				
	24	Los reglamentos internos de trabajo se llevan a cabo				x	
	25	Los colaboradores demuestran tener conocimiento de cada una de las 5s	x				
	Puntaje		7	35%			
Puntaje Total						24	
Calificación final						24%	

Nota: Elaboración propia

En la Figura 8 está representada la evaluación de los 25 criterios de las 5s de acuerdo a la ficha de evaluación (Ver Anexo 2) cuáles valores de calificación poseen una escala de 0 a 4, dónde cero corresponde a no cumple y 4 a cumplimiento del 100%. La calificación criterios tiene una calificación máxima de 3 que determina un cumplimiento del 66 al 99%, sin embargo, predomina una calificación de 0 debido a que en varios aspectos el área de trabajo de tuberías HDPE no cumple con los criterios de las 5s sobre todo en orden y estandarización.

Figura 8

Inspección inicial por criterios de las 5s



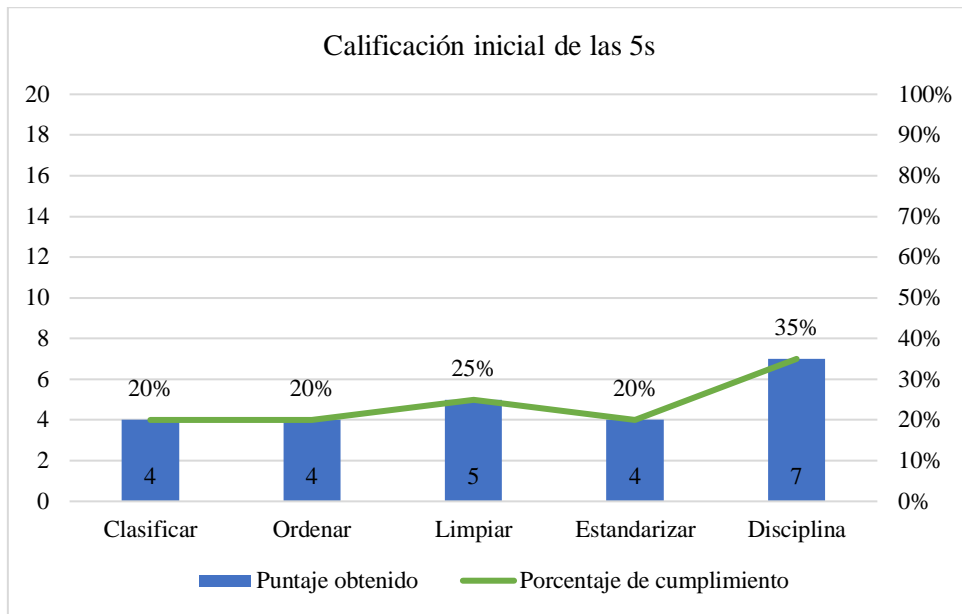
Nota: Elaboración propia

Se analiza que la etapa de mayor puntaje corresponde a la disciplina dado que los colaboradores están sujetos a cumplir reglamentos y políticas de trabajo implantadas por la empresa siendo un buen antecedente para la implementación de las 5s ya que nos ayudará en hacer cumplir cada etapa sin que esté presente resistencia o negativa.

En la Figura 9 se presenta el nivel de cumplimiento por cada componente de las 5s (clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y disciplina), de acuerdo a la inspección por criterios presentada en la Figura 8. La calificación de los ítems 1 al 5 determinó un puntaje 4 para la primera S (Seiri-clasificar), la calificación de los ítems 6 al 10 determinó un puntaje de 4 para la segunda S (Seiton-orden), la calificación de los ítems 11 al 15 determinó un puntaje de 5 para la tercera S (Seiso-limpiar), la calificación de los ítems 16 al 20 determinó un puntaje de 4 para la cuarta S (Seiketsu-estandarizar) y la calificación de los ítems 21 al 25 determinó un puntaje de 7 para la última S (Shitsuke-disciplina). Estos puntajes tienen un nivel de cumplimiento debajo del 50% lo que determina que el área de trabajo de tuberías HDPE no cumple con los criterios de las 5s debido a que alcanza un nivel de cumplimiento total del 24%.

Figura 9

Inspección de las 5s inicial



Nota: Elaboración propia

La lista de inspección de las 5s realizado inicialmente obtuvo 24% lo que nos indica que el grupo HDPE requiere de la implementación de las 5s siendo este indicador negativo con relación al entorno de trabajo que presentan.

Tabla 10

Evaluación inicial de las 5s

Metodología 5s	Puntaje obtenido	Puntaje esperado	Cumplimiento
Clasificación	4	20	20%
Orden	4	20	20%
Limpieza	5	20	25%
Estandarización	4	20	20%
Disciplina	7	20	35%
Total	24	100	24%

Nota: Elaboración propia

3.4.4. Reporte de Pegas de Tubería HDPE 2022, Antes de las 5s.

La producción de pegas fue recolectada a través de un análisis documental y observación de la producción de pegas en el área de tuberías HDPE. Se identificó los meses de abril a junio del 2022 como los meses para el análisis pre test antes de la aplicación, de los cuales se presentó el reporte diario de la producción de pegas.

En la Tabla 11 se muestra el reporte de pegas diario del mes 1 (abril) del 2022 con un valor mensual de 147 pegas al mes.

Tabla 11

Reporte de pegas de abril del 2022

N° DIAS	FECHA	NUMERO DE PEGA	SISTEMA	ISOMETRICO	DIAMETRO	SDR	TEM. AMBIENTE	TEMP. PLANCHA °C	PRESION DE FUSION psi	TIEMPO DE CALENTAMI	TIEMPO DE ENFIAMIEN
1	1/04/2022	3	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
2	2/04/2022	5	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
3	3/04/2022	5	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
4	4/04/2022	4	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
5	5/04/2022	6	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
6	6/04/2022	6	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
7	7/04/2022	4	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
8	8/04/2022	4	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
9	9/04/2022	6	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
10	10/04/2022	5	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
11	11/04/2022	4	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
12	12/04/2022	3	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
13	13/04/2022	5	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
14	14/04/2022	6	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
15	15/04/2022	6	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
16	16/04/2022	5	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
17	17/04/2022	4	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
18	18/04/2022	4	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
19	19/04/2022	5	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
20	20/04/2022	5	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
21	21/04/2022	5	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
22	22/04/2022	5	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
23	23/04/2022	6	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
24	24/04/2022	5	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
25	25/04/2022	5	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
26	26/04/2022	4	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
27	27/04/2022	6	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
28	28/04/2022	6	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
29	29/04/2022	6	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
30	30/04/2022	4	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
TOTAL		147									

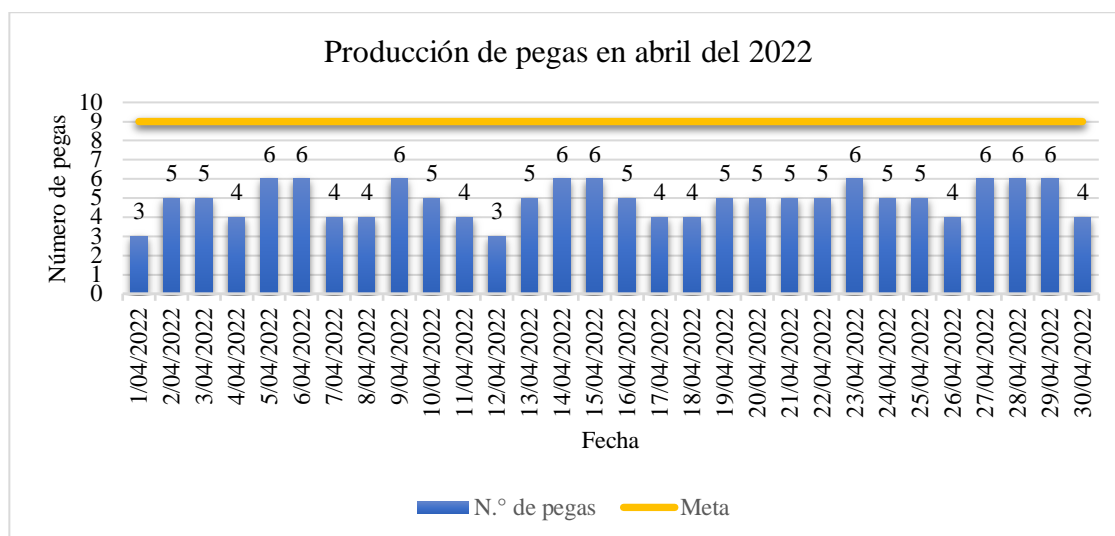
Nota: Recuperado de la empresa

En la Figura 10 se visualiza la comparación gráfica de la producción de pegas de tuberías HDPE en comparación con la planificación diaria de pegas en donde se puede apreciar que existe un amplio rango de incumplimiento de producción.

En la Tabla 12 se exhiben los estadísticos descriptivos del reporte de producción de pegas del área de tubería HDPE, la capacidad mínima de producción del área es de 3 unidades llegando a completar una tercera parte de la planificación diaria.

Figura 10

Diagrama de cumplimiento de producción de pegas en abril 2022



Nota: Elaboración propia

Tabla 12

Principales estadísticos de producción de pegas abril 2022

Estadística descriptiva	Valor
Media	4.9000
Error típico	0.168495711
Mediana	5
Moda	5
Desviación estándar	0.922889017
Varianza de la muestra	0.851724138
Curtosis	-0.735720231
Coefficiente de asimetría	-0.355335492
Rango	3
Mínimo	3
Máximo	6
Suma	147
Cuenta	30

Nota: Análisis de datos en Excel

En la Tabla 13 se presenta el reporte de pegas diario del mes 2 (mayo) del 2022 con un valor mensual de 150 pegas al mes, su nivel de producción fue 3 unidades más al mes 1.

Tabla 13

Reporte de pegas de mayo del 2022

N° DIAS	FECHA	NUMERO DE PEGA	SISTEMA	ISOMETRICO	DIAMETRO	SDR	TEM. AMBIENTE	TEMP. PLANCHA °C	PRESION DE FUSION psi	TIEMPO DE CALENTAMI	TIEMPO DE ENFIAMIEN
1	1/05/2022	4	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
2	2/05/2022	6	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
3	3/05/2022	6	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
4	4/05/2022	6	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
5	5/05/2022	6	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
6	6/05/2022	6	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
7	7/05/2022	5	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
8	8/05/2022	5	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
9	9/05/2022	6	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
10	10/05/2022	4	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
11	11/05/2022	3	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
12	12/05/2022	3	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
13	13/05/2022	6	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
14	14/05/2022	6	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
15	15/05/2022	6	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
16	16/05/2022	5	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
17	17/05/2022	5	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
18	18/05/2022	4	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
19	19/05/2022	5	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
20	20/05/2022	3	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
21	21/05/2022	5	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
22	22/05/2022	4	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
23	23/05/2022	4	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
24	24/05/2022	6	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
25	25/05/2022	5	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
26	26/05/2022	3	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
27	27/05/2022	4	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
28	28/05/2022	7	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
29	29/05/2022	3	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
30	30/05/2022	5	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
31	31/05/2022	4									
TOTAL		150									

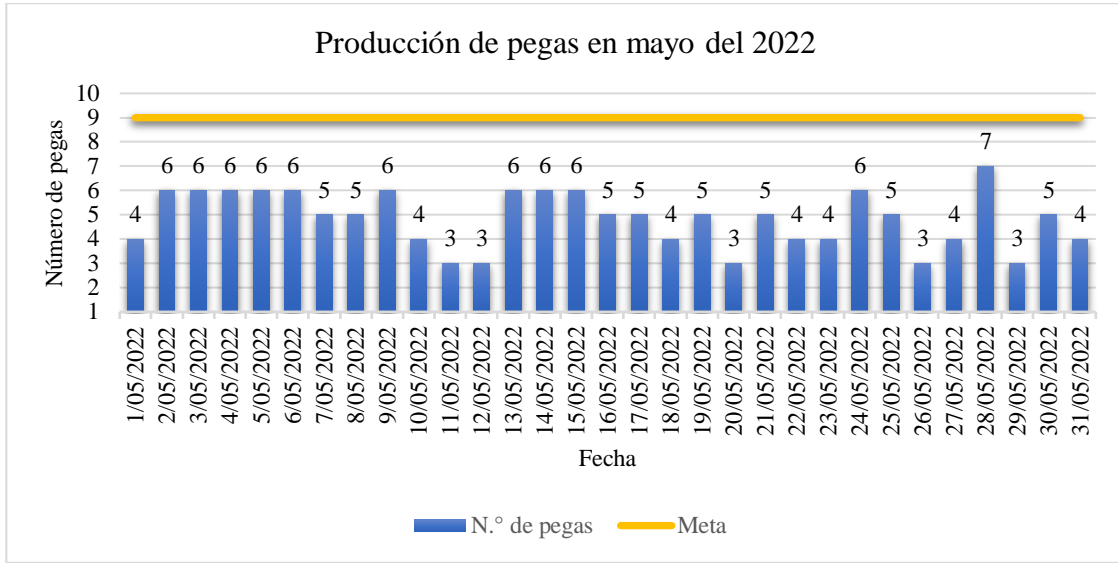
Nota: Recuperado de la empresa

En la Figura 11 se visualiza la comparación gráfica la producción de pegas del mes 2 y la meta de pegas diarias, donde se aprecia que existe un amplio rango de incumplimiento lo que representa una pérdida de ingresos para la unidad minera.

En la Tabla 14 se presentan los estadísticos descriptivos del reporte de producción de pegas del mes 2, la capacidad mínima de producción del área es de 3 unidades llegando a completar una tercera parte de la planificación diaria, así mismo la capacidad máxima de pegas diarias del mes es de 7 unidades.

Figura 11

Diagrama de cumplimiento de producción de pegas en mayo 2022



Nota: Elaboración propia

Tabla 14

Principales estadísticas de producción de pegas mayo 2022

Estadística descriptiva	Valor
Media	4.8387
Error típico	0.207891484
Mediana	5
Moda	6
Desviación estándar	1.157490797
Varianza de la muestra	1.339784946
Curtosis	-1.042266786
Coefficiente de asimetría	-0.216474579
Rango	4
Mínimo	3
Máximo	7
Suma	150
Cuenta	31

Nota: Análisis de datos en Excel

En la Tabla 15 se presenta el reporte de pegas diario del mes 3 (junio) del 2022 con un valor mensual de 145 pegas al mes, su nivel de producción fue 5 unidades menos al mes 2 (mayo) y 2 unidades menor a comparación del primer mes observado (abril).

Tabla 15

Reporte de pegas de junio del 2022

N° DIAS	FECHA	NUMERO DE PEGA	SISTEMA	ISOMETRICO	DIAMETRO	SDR	TEM. AMBIENTE	TEMP. PLANCHA °C	PRESION DE FUSION psi	TIEMPO DE CALENTAMI	TIEMPO DE ENFIAMIEN
1	1/06/2022	4	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
2	2/06/2022	5	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
3	3/06/2022	5	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
4	4/06/2022	5	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
5	5/06/2022	5	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
6	6/06/2022	4	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
7	7/06/2022	5	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
8	8/06/2022	4	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
9	9/06/2022	6	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
10	10/06/2022	4	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
11	11/06/2022	4	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
12	12/06/2022	4	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
13	13/06/2022	4	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
14	14/06/2022	6	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
15	15/06/2022	6	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
16	16/06/2022	5	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
17	17/06/2022	5	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
18	18/06/2022	4	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
19	19/06/2022	5	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
20	20/06/2022	4	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
21	21/06/2022	4	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
22	22/06/2022	4	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
23	23/06/2022	6	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
24	24/06/2022	5	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
25	25/06/2022	5	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
26	26/06/2022	5	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
27	27/06/2022	6	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
28	28/06/2022	5	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
29	29/06/2022	6	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
30	30/06/2022	5	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
TOTAL		145									

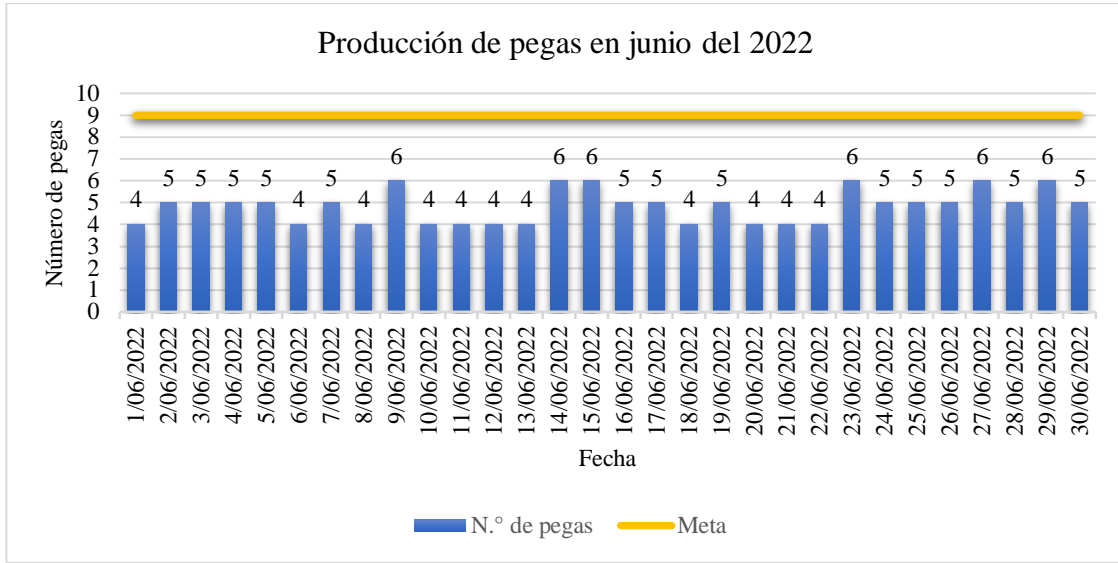
Nota: Recuperado de la empresa

En la Figura 12 se visualiza la comparación gráfica de la producción de pegas del mes 3 y la meta de pegas diarias, donde se aprecia que aún persiste un rango de incumplimiento de la meta planificada de pegas diario, este efecto persiste en las diversas situaciones de desorganización de las actividades operativas en el área de tuberías HDPE.

En la Tabla 16 se presentan los estadísticos descriptivos del reporte de producción de pegas del mes 3, la capacidad mínima de producción del área es de 4 unidades teniendo un mínimo superior a los dos primeros meses, sin embargo, la capacidad máxima de pegas diarias del mes es de 6 unidades.

Figura 12

Diagrama de cumplimiento de pegas en junio del 2022



Nota: Elaboración propia

Tabla 16

Principales estadísticos de producción de pegas junio 2022

Estadística descriptiva	Valor
Media	4.8333
Error típico	0.136317187
Mediana	5
Moda	5
Desviación estándar	0.746639983
Varianza de la muestra	0.557471264
Curtosis	-1.094605469
Coefficiente de asimetría	0.286013798
Rango	2
Mínimo	4
Máximo	6
Suma	145
Cuenta	30

Nota: Análisis de datos en Excel

A continuación, se puede evidenciar imágenes del estado en que se encontró al área de tuberías HDPE en la presa de relaves, tomados en la etapa inicial de la evaluación, contrastando situaciones que no generan ningún aporte positivo en el área de trabajo y que más bien genera malas prácticas que inciden en la baja tasa de pegas de tubería HDPE así mismo conlleva a un alto nivel de riesgos de incidentes laborales.

En la Figura 13 se observa que en la corona de la presa de relaves (punto de trabajo), donde se realiza las pegas de tubería HDPE se puede apreciar que no está delimitada su área, no está presente el maniobrista, asimismo se encuentra accesorios y herramientas en el piso como: El plato calefactor, estrobo, bolsa de viruta, extintor sin demarcación todo lo mencionado genera un ambiente de trabajo no grato y que a su vez podría ocasionar accidentes.

Figura 13

Vista N°1 del grupo HDPE en la presa de relaves



Nota: Recopilación propia del autor

En la Figura 14 se observa el desorden del acopio temporal de tubería HDPE, no está encintada o delimitada con conos los tubos, personal desorientado, área desordenada, lo que podría conllevar a un reporte por seguridad u ocasionar un accidente laboral.

Figura 14

Vista N°2 del grupo HDPE en el acopio de tubería



Nota: Recopilación propia del autor

En la Figura 15 se observa la máquina de termofusión sin personal, existiendo un riesgo evidente con el equipo ya que la tubería HDPE es maleable y este podría ocasionar daños materiales o inclusive personales y además no está demarcada ni señalizada el área.

Figura 15

Vista N° 3 pegas en presa de relaves



Nota: Recopilación del autor

En la Figura 16 se puede observar cómo se viene utilizando los tachos de residuos, vemos comida, cartones, vidrios, plásticos entre otros esto es perjudicial para los colaboradores ya que se podría generar alguna enfermedad ocupacional y contaminación al medio ambiente o ambas; por situaciones como estas nos programan charlas de inducción perdiendo horas de trabajo, en efecto no se tiene cultura de segregar correctamente los residuos.

Figura 16

Vista N° 4 Tacho de residuos



Nota: Recopilación propia del autor

3.4.5. Tasa de Pegas de Tubería HDPE.

La tasa de pegas se determinó en base a la productividad del cumplimiento de pegas planificadas y la razón de tiempo improductivo perdido sobre el tiempo total de producción.

3.4.5.1. Productividad Inicial de Pegas.

En el área de tuberías HDPE, se tiene un promedio diario de producción de 5 pegas, cuya meta planificada es de 8 a 9 pegas diarias.

En la Tabla 17 se resume el diagnóstico de productividad de las pegas reales producidas en los meses de estudio determinando un valor promedio de 0,5397 pre test.

Tabla 17

Producción inicial de pegas en el área de tuberías HDPE 2022

Característica	Producción mes	Media diaria	Pega diaria planificada	Productividad
Pegas reales producidas mes 1	147	4,900	9	0,5444
Pegas reales producidas mes 2	150	4,8387	9	0,5376
Pegas reales producidas mes 3	145	4,8333	9	0,5370
Promedio	147	4,8573	9	0,5397

Nota: Elaboración propia

Estos indicadores determinan que la productividad en relación al número de pegas producidas es del 53.97% lo que representa un amplio rango de incumplimiento para el área de tuberías HDPE.

$$\text{Productividad de pegas} = \frac{\text{N.º de pegas producidas}}{\text{N.º de pegas planificadas}}$$

$$\text{Productividad de pegas} = \frac{4,85 \text{ pegas}}{9 \text{ pegas}}$$

$$\text{Productividad de pegas} = 0,53$$

3.4.5.2. Productividad Inicial del Tiempo Real de Producción.

En las actividades del área de tuberías HDPE se encontró diversas actividades que no agregan un valor añadido a la producción de pegas, tales como al abastecimiento de combustible, engrase, demora en el traslado de tuberías por la excavadora y llenado de documentos.

En la Tabla 18 se presenta la determinación de la productividad del tiempo real de producción del área de tubería HDPE calculando un valor promedio de 0.8636 pre test, las actividades descritas generan una pérdida de tiempo promedio de 90 minutos que representa un 13.64% del tiempo total de producción.

Tabla 18

Tiempo real de producción inicial (min) en el área de tuberías HDPE

Ítems	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Promedio
Llenado de documentos	15	14	16	15
Traslado prolongado de excavadora	45	43	47	45
Abastecimiento de máquinas	30	31	29	30
Tiempo perdido	90	88	92	90
Tiempo total de producción	660	660	660	660
Tiempo real de producción	570	572	568	570
Productividad	0,8636	0,8667	0,8606	0,8636

Nota: Elaboración propia

En una jornada diurna de trabajo de 11 horas, el proceso posee 9.5 horas (570 minutos) reales de producción para la obtención de pegas en el área de tuberías HDPE, lo que representa el 86.36% de las horas totales de producción.

$$\text{Productividad del tiempo de producción} = \frac{\text{Tiempo real de producción}}{\text{Tiempo total de producción}}$$

$$\text{Productividad del tiempo de producción} = \frac{570 \text{ minutos}}{660 \text{ minutos}}$$

$$\text{Productividad del tiempo de producción} = 0,8636$$

3.4.5.3. Tasa de Pegas de Tubería HDPE Inicial.

En la Tabla 19 se presenta la tasa de pegas de tubería HDPE en la presa de relaves antes del despliegue de las 5s, que tuvo una valoración de 46,61% debido al bajo cumplimiento de la planificación de producción.

Tabla 19

Tasa de pegas inicial

Ítems	Índice de pegas reales	Índice de tiempo real de producción	Tasa de pegas inicial
Mes 1	0,5444	0,8636	0,4702
Mes 2	0,5376	0,8667	0,4659
Mes 3	0,5370	0,8606	0,4622
Promedio	0,5397	0,8636	0,4661

Nota: Elaboración propia

3.4.6. Diagrama de Análisis de Proceso Inicial.

En el DAP, nos muestra las actividades realizadas dentro del área de tuberías HDPE para las pegas de tubería HDPE en la presa de relaves del sector minero.

- Inspección de la tubería HDPE para ser movida por la excavadora
- Maniobra e izaje de la tubería HDPE
- Transporte del tubo HDPE a la máquina de termofusión
- Montaje y alineación del tubo en la máquina de termofusión
- Refrendado de extremos de los tubos HDPE a soldar
- Termofusión de tubería HDPE y enfriamiento
- Transporte de la excavadora a la extensión del tubo HDPE para jalar la manga
- Maniobra y jalado de la manga HDPE
- Transporte de regreso al punto inicial

El diagrama analítico del proceso del área de tuberías HDPE presenta una secuencia operativa de 9 actividades, lo cual están definidas primordialmente por actividades misceláneas de operación e inspección, este proceso demora un espacio de 105 minutos, es decir, 1,75 horas en realizar una pega.

Figura 17

DAP inicial

Diagrama de análisis del proceso									
Empresa:	Sector minero								
Departamento//Área:	Proyectos								
Responsable:	Saman Cáceres Barnaby								
Lugar de trabajo	Presa de relaves								
Actividad	Mét. Actual	Mét. Mejorado	Diferencia	Observador		Saman Cáceres Barnaby			
Inspección	□	1	0	0	Fecha		Marzo-2023		
Combinado	◻	4	0	0	Método		Actual	X	
Transporte	⇒	3	0	0	Tipo		Mejorado		
Operación	○	1	0	0			Operación	X	
Espera	⊔	0	0	0			Maquinaria		
Total	9	0	0	0			Material		
Tiempo (min)	105								
N.º	Descripción	□	◻	⇒	○	⊔	Tiempo (min)	Observaciones	
1	Inspección de la tubería	●					5		
2	Maniobra e izaje		●				15		
3	Transporte de tubo a la máquina de termofusión			●			10		
4	Montaje alineación		●				10		
5	Refrendado (limpieza de los extremos a soldar)				●		10		
6	Termofusión y enfriamiento		●				20		
7	Transporte para jalado de tubo (manga)			●			10		
8	Maniobra y jalado de tubo (manga)		●				15		
9	Transporte (retorno al punto inicial)			●			10		
Total		1	4	3	1	0	105		

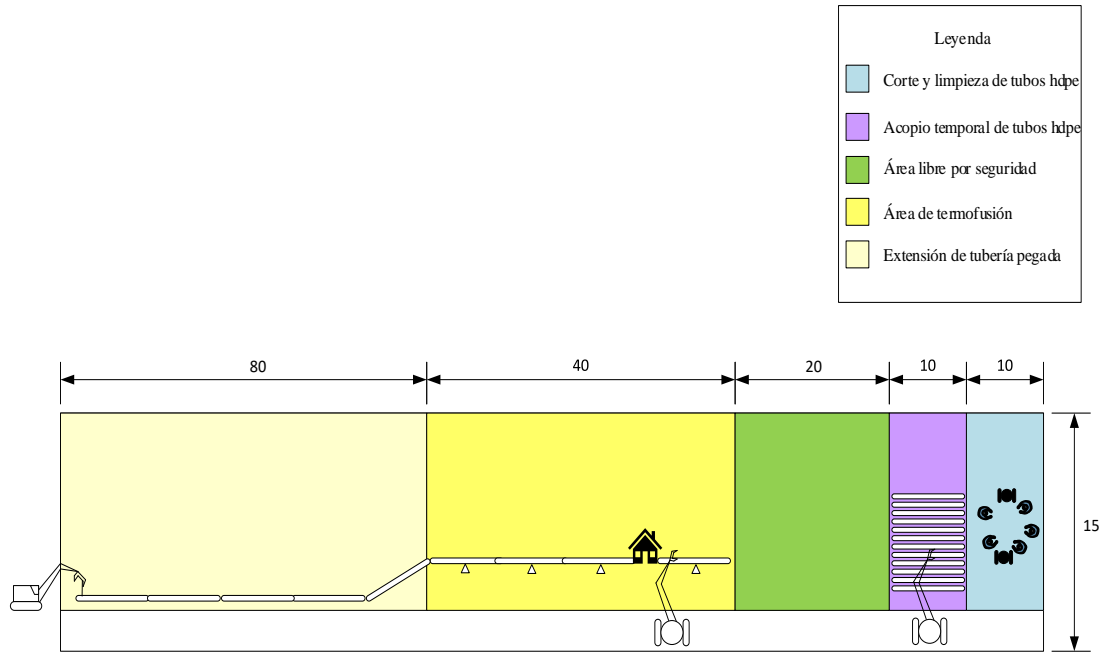
Nota: Elaboración propia

3.4.8. Distribución Inicial del Área de Trabajo.

Luego de realizar el DAP es necesario contar con un diagrama de distribución inicial para darnos cuenta cómo viene trabajando el área de tuberías HDPE en la presa de relaves.

Figura 18

Plano de distribución inicial del grupo HDPE en la presa de relaves



Nota: Elaboración propia

En la Figura 18 se visualiza que el gran problema es la prolongación de recorrido principalmente para la excavadora quien es el encargado de alimentar a la máquina de termofusión ubicándose en tres puntos diferentes por cada pega o unión de tubos HDPE. Como primer punto es en el acopio temporal de tubos, segundo punto en el montaje, presentación, alineación de tubos a la máquina de termofusión y tercer punto en el jalado de la extensión de tubería pegada.

En el primer punto del proceso se inspecciona el acopio temporal de tubería HDPE de 24" el mismo que se ubica a 20 metros con relación a la máquina de termofusión, donde la excavadora tiene que hacer tres movimientos por cada pega y la secuencia es como sigue:

- Maniobra de izaje (15 min)
- Transporte del tubo a la máquina de termofusión (10 min)
- Montaje y alineación (10 min)

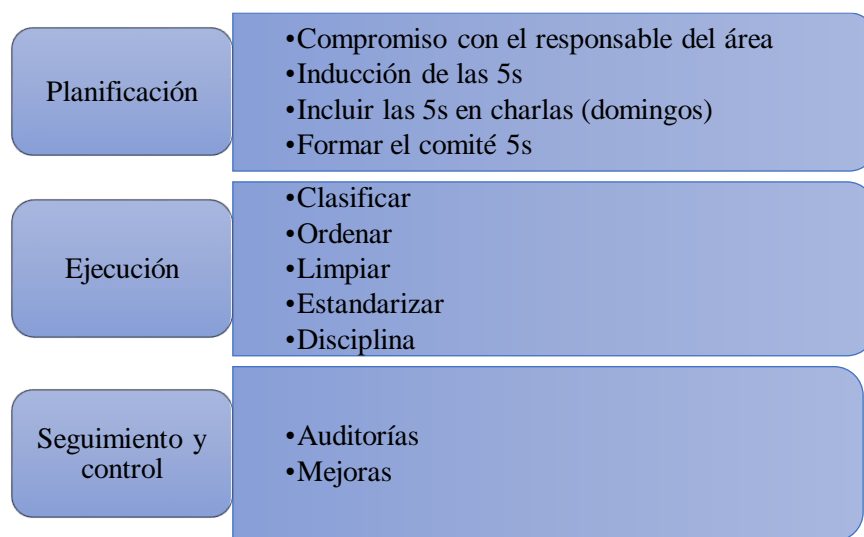
3.5. Implementación de la Metodología 5s

Según lo analizado de las causas solución en las frecuencias observadas de la tabla 6 y seguido los pasos que preceden la propuesta será la puesta en marcha de las 5s.

Para tal efecto se plantea lo siguiente:

Figura 19

Etapas de implementación



Nota: Elaboración propia

En cumplimiento a la implementación esta se realizará según el criterio planteado en la Figura 19, dado que primero se gestionó con el área para poner en marcha la propuesta; asimismo se efectuó un plan de trabajo para organizar de mejor manera los tiempos tal como se muestra en la Tabla 20.

Tabla 20

Cronograma de implementación de las 5s

Cronograma de implementación 5s	2023											
	Abril				Mayo				Junio			
	Semanas											
Etapas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Planificación	■	■	■	■								
Ejecución				■	■	■	■	■	■			
Seguimiento y control									■	■	■	■

Nota: Elaboración propia

3.5.1. Sostenimiento de la Implementación 5s.

El grupo HDPE actualmente viene realizando trabajos de soldadura por termofusión en la presa de relaves siendo una división más del área de proyectos, ya que cuenta con diferentes servicios en distintas disciplinas de la unidad minera. De manera que no se requerirá generar o solicitar un presupuesto para dicha implementación en vista que cualquier requerimiento se hace por intermedio del cliente al cual se presta el servicio, en nuestro caso corresponde al área de relaves, usamos su código de partida para cualquier requerimiento de almacén por ello no se generará o gestionará un presupuesto económico para el presente trabajo.

3.5.2. Desarrollo de Etapas.

3.5.2.1. Planificación.

La primera etapa corresponde a los preparativos que se hizo desde el 02 de abril del 2023 con el área de tuberías HDPE y también se hizo partícipe al cliente como se detalla en adelante.

3.5.2.2. Compromiso con el responsable del Área.

Se efectuó una reunión para lanzar oficialmente la implementación de las 5s donde se convocó al responsable del área de tuberías HDPE, así mismo se invitó al cliente donde tuvo la predisposición de brindarnos el apoyo en el proceso, al mismo tiempo felicitó la iniciativa al área puesto que se tiene que cumplir objetivos y metas específicamente en la presa de relaves por lo que resaltó el compromiso no solo de los líderes sino de todos los involucrados en el proyecto.

3.5.2.3. Inducción de las 5s.

Se realizó la inducción el domingo 2 de abril a las 19:00 hrs del presente año contando con la asistencia del personal de ambas guardias del área de tuberías HDPE que viene realizando trabajos en la presa de relaves, para pedirles el apoyo e involucramiento de objetivos trazados dado que se les explicó que el resultado permitirá un trabajo más grato y mejor desempeño en las pegas de tubería por termofusión; pues la finalidad es brindarles conocimientos, conceptos y estrategias a fin de que los trabajadores comprendan, la perciban como propia, lo interioricen y apliquen como una cultura laboral permitiéndoles incluir el orden y limpieza en sus labores diarias de trabajo. Teniendo como principal pilar los valores como la pertenencia, responsabilidad, compañerismo, trabajo en equipo, conduciéndolos a dejar prácticas inadecuadas de trabajo.

Se puede apreciar el registro de inducción en el Anexo 8.

3.5.2.4. Inclusión de las 5s en Charlas.

Con el propósito de tener continuidad con la implementación en marcha se quedó en la reunión del 2 de abril que debido al régimen atípico que tenemos en el sector minero y con la finalidad de no saturar y estresar al personal se incluya en la charla diaria de seguridad las 5s solo los domingos se realizará sesiones de 30 minutos y cada fin de mes se hará una parada de 01 hora fuera del horario de trabajo de 19:00 a 20 hrs para reforzar y hacer recuento de cómo se viene dando los resultados, dado que el compromiso es por parte de todos los colaboradores de la guardia A y B del área de tuberías HDPE.

3.5.2.5. Formar Comité de las 5s.

En la reunión que se llevó a cabo el 2 de abril se asignó a tres personas que estarán a cargo de direccionar, observar, guiar y dar soporte al desarrollo del proyecto considerando que nuestro grupo es relativamente pequeño, se presentó a los integrantes.

- Residente del área de tuberías HDPE
- Encargado de la termofusión
- Técnico mecánico

3.5.3. Ejecución de las 5s.

3.5.3.1. Clasificar (Seiri).

A fin de desarrollar la primera etapa de la implementación se efectuó un recorrido por el almacenamiento de materiales, equipos y herramientas, así como en la presa de relaves, ya que es donde se encuentra la producción de las uniones de tubería HDPE por termofusión donde se tomó fotografías con la finalidad de determinar qué elementos eran innecesarios y que elementos ocupaban espacio en el almacén, pero principalmente en la corona de la presa.

Posteriormente el técnico termo fusionista y técnico mecánico en conjunto con su personal de apoyo definieron acciones apropiadas para el uso correcto de los espacios libres para la colocación de materiales o herramientas necesarias en el área de trabajo, seguidamente se reportó al residente los objetos que resultaron como reciclajes ya que estos serán reemplazados en almacén general de mina, por otra parte se dispuso con el camión grúa la reubicación del patio 3 y en el caso de elementos a eliminar se dieron de baja llevándolos conjuntamente con la viruta del tubo HDPE a Disal, con la finalidad de identificar rápidamente los objetos, éstos requerirán un tratamiento particular en adelante colocando una etiqueta roja (ver Tabla 21) a cada elemento antes de mover a un depósito temporal.

A continuación, se muestra el diseño de la tarjeta.

Tabla 21

Tarjeta roja

TARJETA ROJA	
FECHA:	NUMERO:
ÁREA	
NOMBRE DEL ELEMENTO:	CANTIDAD:
DISPOSICIÓN	
DEFECTUOSO	
ELIMINAR	
INSPECCIONAR	
RECICLAR	
REUBICAR	
EMITIDO POR	

Nota: Elaboración propia

De acuerdo a la aplicación de seiri, se presenta la cantidad de objetos innecesarios y en ello se puede ver el estado en el que se encontró y la medida que se tomó frente a tales hallazgos en el área de tuberías HDPE que viene haciendo trabajos en la presa de relaves.

Tabla 22

Lista de materiales y herramientas con tarjeta roja

N.º	Descripción	Cantidad	Estado	Medida
1	Conos	9	Inoperativo	Reciclar
2	Cachacos	5	Inoperativo	Reciclar
3	Alicate	1	Inoperativo	Reciclar
4	desarmador	2	Inoperativo	Reciclar
5	Combas de 12 libras	2	Inoperativo	Defectuoso
6	Eslinga de 2 Tn	4	Desecho	Eliminar
7	Estrobo 1 1/2 "	1	Inoperativo	Reciclar
8	Estrobo de 1"	1	Inoperativo	Reciclar
9	Pala	2	Desecho	Eliminar
10	Amoladora	1	Inoperativo	Reciclar
11	Grillete 1 1/2	1	Inoperativo	Reciclar
12	Wincha de 50 mts	1	Inoperativo	Reciclar
13	Epp usados	2	Desecho	Eliminar
14	Caballete	1	Innecesario	Reubicar
15	Extensión eléctrica	2	Desecho	Eliminar
16	Tubería de 8"	9	Innecesario	Reubicar
Total		44		

Nota: Elaboración propia

De acuerdo a lo expuesto en la Tabla 22, existían 44 objetos inutilizables que se encontraron en el área, de los cuales 22 son para reciclar, estos se intercambian con nuevos en almacén general, 10 son para eliminar ya que estos corresponden a contratistas que nos dan soporte en los trabajos, otros 10 son para reubicarlos puesto que no se usan, además están en malas condiciones y por último 2 objetos defectuosos que requieren mantenimiento (cambio de mango).

3.5.3.2. Ordenar (Seiton).

Luego de tener identificado los objetos que no se usan en el área y disponiendo de los que realmente son útiles y necesarios se actuó a organizar mejor al área de tuberías HDPE donde se hizo un análisis de distribución viendo de qué manera influyen los movimientos de los empleados y máquinas durante la jornada en un flujo normal de los procesos.

- **Systematic Layout Planning**

Para desarrollar un mejor orden en el área de trabajo con relación a las pegas de tubería hdpe se realizó una redistribución del área de trabajo por medio de la herramienta systematic layout planning (SLP).

En el desarrollo de la herramienta se empleó la tabla relacional y el diagrama relacional de espacios de acuerdo al análisis del proceso y sus actividades.

En la Figura 20 se muestra la Tabla relacional de actividades, de acuerdo a la distribución inicial encontrada en el área de trabajo presentada en la Figura 18 anteriormente. Por medio de valores de proximidad y motivos de proximidad entre las áreas de trabajo se determinó las relaciones entre las áreas de trabajo las cuales se resumen en la Tabla 23.

Figura 20

Tabla relacional de actividades

1	Corte y limpieza de tubos hdpe	I			
2	Acopio temporal de tubos hdpe	1	O		
3	Área libre por seguridad	O	3	O	
4	Área de termofusión	3	E	2	U
5	Extensión de tubería pegada	A	1,2	I	
		3	U	2	
		A			
		1			

Nota: Valor de proximidad: A (Absolutamente necesario) E (Especialmente importante) I (Importante) O(Ordinario) U (Sin importancia). Motivo de proximidad: 1 (Flujo de trabajo) 2 (Espacios y/o equipos) 3 (Seguridad e higiene) 4 (Personal común) 5 (Contacto necesario).

En la Tabla 23 se presentan las relaciones encontradas en la Figura 20 ordenadas de acuerdo al valor de proximidad. El diagrama relacional en donde se define la mejor disposición de las áreas de trabajo es formulado de acuerdo a los valores de proximidad entre las áreas.

Tabla 23

Tabla resumen de relaciones

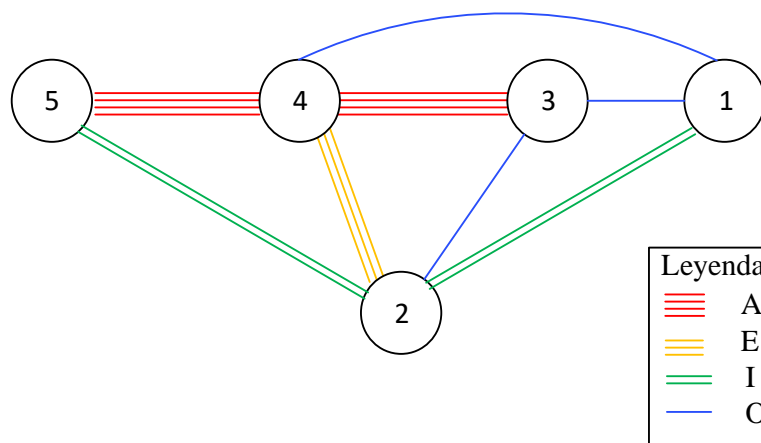
Proximidad	Relaciones
A	(3,4) (4,5)
E	(2,4)
I	(1,2) (2,5)
O	(1,3) (2,3) (1,4)
U	(1,5) (3,5)
X	-

Nota: Elaboración propia

En la Figura 21 se presenta el diagrama relacional de espacios del área de trabajo de pegado de tuberías hdpe. Se determinó la importancia de cercanía entre el área de acopio de tuberías hdpe y el área de termofusión debido a que la cercanía mejora el flujo de trabajo y se optimiza la movilización de las maquinarias empleadas para el traslado al área de termofusión.

Figura 21

Diagrama relacional de espacios

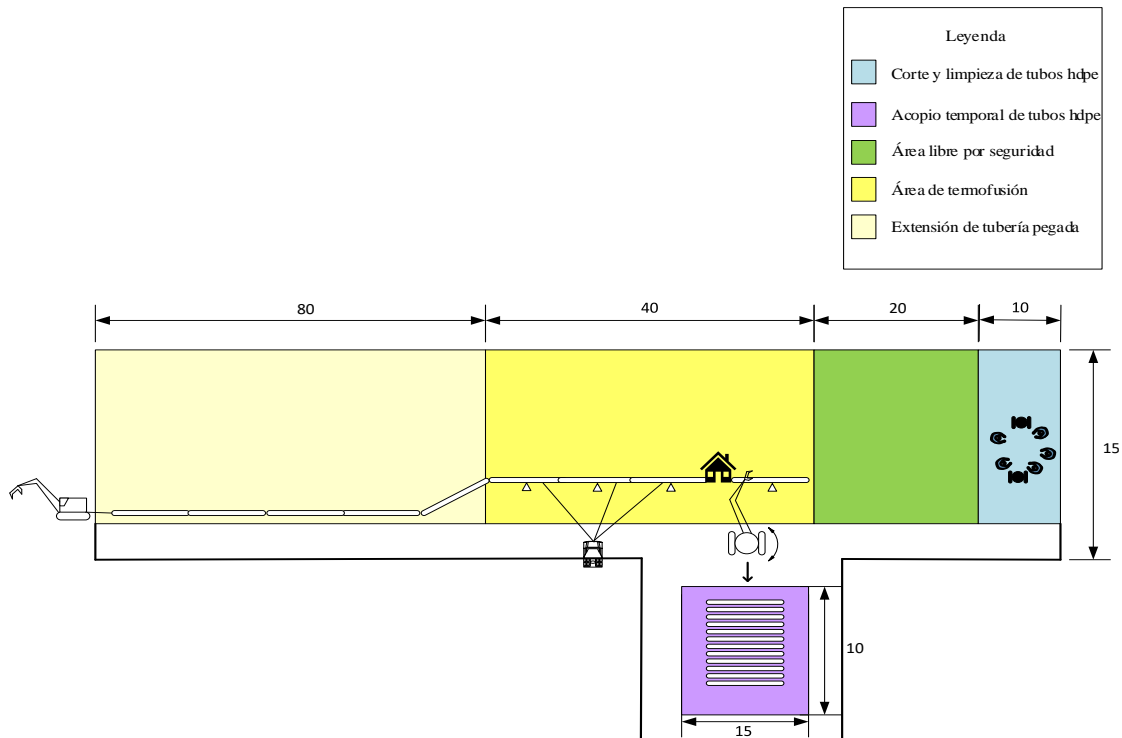


Nota: Elaboración propia

La nueva distribución del frente de trabajo ha representado para el área de tuberías HDPE de proyectos una optimización de los espacios como se observa en la Figura 23, el acopio de tubería se ubica casi paralelo con la excavadora y esta con la máquina de termofusión de modo que la excavadora solo hará giros de 180°, como segunda mejora se tiene al camión grúa apoyando al jalado de los 5 primeros tubos y por último está relacionado con el modo de jalado de la excavadora en la extensión de tubería dado que reduce el tiempo de maniobra en 10 min.

Figura 22

Disposición final del proceso de trabajo en el área de tuberías HDPE



Nota: Elaboración propia

Podemos darnos cuenta en la Figura 23 que existe una diferencia entre la distribución inicial y final que tiene el área de trabajo del área de tuberías HDPE en la presa de relaves implementando la segunda “S” (seiton).

Cabe resaltar que en la implementación de la primera “S” se aprovechó en hacer gran parte de orden, inclusive nos permitió mejorar la distribución y minimizar los tiempos de pegado ya que se logró organizar mejor el frente de trabajo.

Debido a la nueva distribución y compromiso del cliente se logró reubicar el acopio temporal de la tubería asimismo se tuvo el soporte de mantenimiento gestionado por la jefatura para revisar las especificaciones técnicas de las máquinas en actividad en el lugar de trabajo instruyendo y aclarando a los operadores de la capacidad real de sus máquinas respecto a tonelajes y pesos de carga.

A través de la orientación técnica que se tuvo respecto a las máquinas se efectuó pruebas con métodos diferentes de maniobra para levantamiento de carga, izaje y arrastre dando un resultado positivo en el proceso.

Figura 23

Redistribución del área de trabajo



Nota: Elaboración propia

En otros aspectos del orden en el área de trabajo se realizaron las siguientes actividades:

Como se aprecia en la Figura 24 se encontraron herramientas de trabajo que estaban prácticamente a la intemperie y que estaban expuestas al deterioro prematuro ya que son fundamentales para realizar las juntas por termofusión en la presa de relaves.

Figura 24

Vista N.º 05 Área del grupo HDPE



Nota: Recopilación propia del autor

En la Figura 25 se aprecia el acopio de tubería donde se procedió a ordenar la tubería según su diámetro y espesor para facilitarle el trabajo al camión grúa y reducir tiempos en su despacho.

Figura 25

Área del grupo HDPE



Nota: Recopilación propia del autor

En la Figura 26 se visualiza como venía trabajando el área de tuberías HDPE sin ninguna barrera de seguridad ni orden lógico, ahora se demarca el área de trabajo por más pequeño que sea este y de esa manera se reduce cualquier riesgo de un incidente o accidente.

Figura 26

Área del grupo HDPE



Nota: Recopilación propia del autor

3.5.3.3. Limpiar (Seiso).

Como parte de la implementación de las 5s, ahora nos corresponde la limpieza con el objetivo de contar con un ambiente agradable y seguro para trabajar, bajo ese principio podemos concluir que esta actividad se considera propia del trabajo y que a su vez debe integrarse como parte de una cultura en cada colaborador del área.

En busca de mejorar el aspecto del área de tuberías HDPE se organizó con el comité de las 5s, diligencias diarias de limpieza al inicio y al final de cada jornada todos los días de la semana como se ve en la Tabla 24.

Tabla 24

Responsabilidades de limpieza

LIMPIEZA DEL GRUPO HDPE EN PUNTOS DE MAYOR FRECUENCIA			
DIA	PRESA DE RELAVES	ACOPIO DE TUBERÍA	ALMACEN
1	T. minero y contratistas	Camión grúa	Titular minero
2	T. minero y contratistas	Camión grúa	Titular minero
3	T. minero y contratistas	Camión grúa	Titular minero
4	T. minero y contratistas	Camión grúa	Titular minero
5	T. minero y contratistas	Camión grúa	Titular minero
6	T. minero y contratistas	Camión grúa	Titular minero
7	T. minero y contratistas	Camión grúa	Titular minero

Nota: Elaboración propia

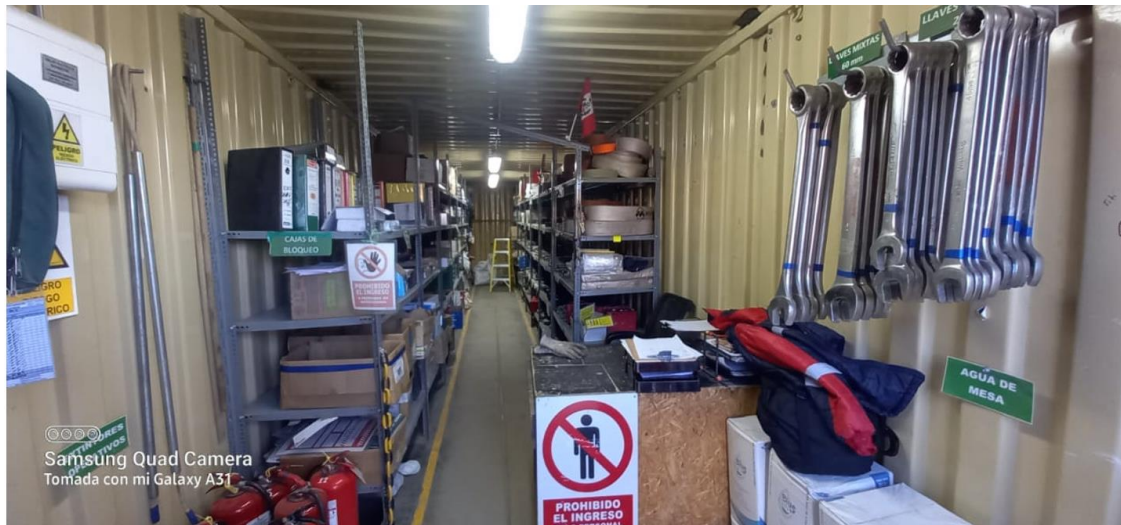
Teniendo en cuenta que el área de tuberías HDPE está conformado por personal en su mayoría contratistas se decidió por acuerdo mutuo que la limpieza en la presa de relaves la realicen todos, titular minero y contratistas (A, B, C, D), en el acopio de tubería los responsables de la limpieza será el camión grúa y su equipo y por último el almacén es responsabilidad del titular minero debido a políticas de la empresa.

En vista que se trabaja 11 horas diarias solo turno diurno la limpieza se desarrolla 30 minutos por jornada de trabajo, 10 min antes de iniciar la labor y 20 min después de la jornada, cabe recalcar que como el trabajo es en campo abierto el área de tuberías HDPE está expuesto a lluvia, barro, nevada, relave, así que la limpieza de fondo son los residuos que se genera como parte del proceso, por ejemplo: Viruta del tubo HDPE, residuos de tubo en corte con motosierra entre otros.

En la limpieza, se tiene que asegurar el retiro de toda evidencia de barro principalmente en las eslingas y grilletes con las que hace maniobras la excavadora y camión grúa, limpiar residuos de barro y grasa en los máquinas y accesorios ello con relación al proceso de pegado de tubos HDPE de manera que se pueda evidenciar cualquier condición de riesgo para el personal inmerso en la operación, asimismo mantener el orden y limpieza en el acopio de tubería, en el almacén de herramientas con la finalidad de no perder tiempo en el recojo de los mismo y salir al frente de trabajo a hora.

Figura 27

Contenedor de herramientas grupo HDPE



Nota: Recopilación propia del autor

En la Figura 27, se observa el contenedor de herramientas del área de tuberías HDPE después de la limpieza quedando ordenado y limpio ya que se usó adecuadamente los anaqueles y no tener objetos en el piso.

Figura 28

Implementación de tachos de residuos



Nota: Recopilación propia del autor

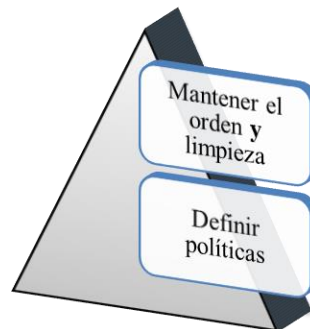
La Figura 28 presenta el estado de orden de la disposición de los residuos, se observa la integración que se hizo con relación a los tachos de residuos y como quedó después de la limpieza.

3.5.3.4. Estandarización (Seiketsu).

A fin de darle continuidad, la estandarización es la columna vertebral de la implementación de las 5s debido a que tiene que mantenerse el mismo, a continuación, se establecieron los pasos.

Figura 29

Proceso de implementación Seiketsu



Nota: Elaboración propia

El objetivo principal de esta etapa es conservar los logros obtenidos hasta ahora, es necesario que estos se mantengan fuertes y firmes, para ello los colaboradores deben aplicar las tres primeras S como en un trabajo rutinario, con ese fin se hizo de conocimiento la cuarta S donde se les recordó e invocó a mantener el área en buenas condiciones ya que este debía permanecer siempre así o mejor. Con apoyo de toda el área de tuberías HDPE se logró definir y establecer los siguientes puntos:

- Concluida la jornada, todos los días se llevaban los residuos de los puntos de trabajo al almacén del titular minero.
- Se deja limpio el área de trabajo para el día siguiente
- Se mantiene la clasificación y orden en los acopios de tubería HDPE
- Toda herramienta, accesorio, máquina después de su uso y previa limpieza deberá ser devuelto a su lugar de origen.

En el área de trabajo se definió con SSOMA nuevos protocolos de izaje y jalado de tuberías hdpe, asimismo se validó con el cliente la versión actual del documento. Dentro de los resultados se obtuvo mayor área para el personal que se encarga de cortar, limpiar la tubería, así como otros accesorios necesarios para las pegas por termofusión, embridado y válvulas de manera que se pone a buen recaudo al personal puesto que están más alejados de la excavadora y de las maniobras que este realiza alimentando a la máquina de termofusión, con el fin de garantizar un óptimo desarrollo se tiene la seguridad de utilizar los estándares correctos, en ese sentido también se recibió las felicitaciones por cumplir con los protocolos de seguridad.

- **Elaboración de Políticas para el Área de tuberías HDPE.**

Con el objetivo de que permanezca las buenas prácticas se elaboró políticas orientadas al trabajo que realiza el área de tuberías HDPE en la presa de relaves, ello incluye a todos los involucrados en el desarrollo de las actividades que realiza el área.

- Es responsabilidad del mantenimiento y soporte apropiado de las 3s, el residente del área de tuberías HDPE, es la persona indicada en dar seguimiento y velar que se efectúe la aplicación respecto a las 3s, es necesario analizar el frente de trabajo con periodicidad y sin aviso anticipado con el designio de validar que el mantenimiento se ejecute según lo establecido.
- El encargado de termofusión tiene como rol establecido, evaluar periódicamente el frente de trabajo asimismo comunicará oportunamente observaciones que puedan perjudicar el proceso y que exponga al personal, para aplicar medidas correctivas y evitar que se debilite las 5s.
- El encargado de termofusión tiene la responsabilidad de brindar detalles con relación a la ejecución de las 3s, dado que está facultado para liderar el grupo.
- El comité de las 5s tiene el deber de orientar al personal nuevo para asegurar que reciba la inducción de las 5s y monitorearlo en las actividades.
- El comité de las 5s deberá mantener nutrida y en buenas condiciones las 3s al mismo tiempo deberá realizar un mantenimiento oportuno.
- Es responsabilidad del comité de las 5s hacer cumplir las fechas y tiempos establecidos para el reforzamiento y paradas 5s.
- Es obligación del comité de las 5s hacer seguimiento diario a los residuos generados en el frente de trabajo, a dejar en óptimas condiciones el frente de trabajo para el día siguiente, a ser devuelto los recursos utilizados previa limpieza a sus lugares designados y a pedir información al camión grúa de cómo viene manejando el acopio de tubería, a fin de que no decaiga lo implementado.

3.5.3.5. Disciplina (Shitsuke).

Los colaboradores del grupo HDPE, han demostrado disciplina acorde a la empresa y como muestra de ello ha sido el respeto brindado cuando se ejecutó la implementación de la 5s, así como acatar todas las normas y reglamentos, manteniendo procedimientos adecuados de funciones. La atención continua de procesos y estándares instituidos promovió el acatamiento de la mejora continua para crear hábitos de disciplina en el personal involucrado.

Los informes que se registraron de fallas de máquinas, limpieza, segregación de residuos, categorización y orden de materiales, así como herramientas fueron determinantes, así como las

recomendaciones de los colaboradores del área fortalecieron las actividades del área de tuberías HDPE, los efectos fueron contundentes en la permutación del comportamiento debido al compromiso de cada uno de los involucrados en el proceso de implementación.

Esta última “S”, se mantiene con adoptar y ejecutar los procedimientos establecidos en la utilización de formatos; volviéndose parte del día a día de los colaboradores, asimismo el compromiso asumido por el área de tuberías HDPE con la nueva cultura.

3.5.3.5.1. *Paradas de motivación.*

Se está trabajando para que la 5s puedan sostenerse en el tiempo, por lo que se ha establecido tener paradas de 30 minutos cada domingo de cada semana y 01 hora cada mes durante todo el año con el optimismo de consolidar buenas prácticas que impacten positivamente al área, a fin de involucrar a todo el personal puesto que cualquiera debe estar preparado para afrontar el reto de liderar la implementación de la 5s. Se realizó un calendario donde la programación es para todo el año involucrando a todas las contratistas y por su puesto al titular minero que en conjunto conforman el área de tuberías HDPE que viene ejecutando trabajos en la presa de relaves de una unidad minera, a continuación, se muestra en la Tabla 25 lo programado.

Tabla 25

Paradas de retroalimentación de la 5s

PARADAS DE RETROALIMENTACIÓN				
N°	Grupo HDPE	T. Minero / Contratistas	Tema	Calendario
1	Termofusión	Presente	5s	Agosto
2	Termofusión	Presente	5s	Setiembre
3	Termofusión	Presente	5s	Octubre
4	Termofusión	Presente	5s	Noviembre
5	Termofusión	Presente	5s	Diciembre
6	Termofusión	Presente	5s	Enero
7	Termofusión	Presente	5s	Febrero
8	Termofusión	Presente	5s	Marzo
9	Termofusión	Presente	5s	Abril
10	Termofusión	Presente	5s	Mayo
11	Termofusión	Presente	5s	Junio
12	Termofusión	Presente	5s	Julio

Nota: Elaboración propia. Ver Anexo 9 para contemplar los registros de aplicación.

3.5.3.5.2. *Seguimiento y control.*

Con la finalidad de realizar un monitoreo que apoye y mantenga fuerte la implementación se fijó objetivos a cumplir por cada “S” y estas se puedan medir con los resultados; procedimos a realizar 03 auditorías durante los meses de abril, mayo, junio. El formato de la guía de observación lo podemos ver en la Tabla 26, siendo el puntaje máximo de cada “S” 20 puntos y todo el modelo 100 puntos, procediendo a evaluar y señalar posibles brechas que se puedan presentar y activar contingencias pertinentes con el fin de corregirlas.

Tabla 26

Observación final del mes de abril

FICHA DE EVALUACIÓN DE LAS 5S							
UBICACIÓN		ÁREA DE TERMOFUSIÓN – PRESA DE RELAVES	FECHA: 29/004/2023				
EVALUADOR		SAMAN CÁCERES BARNABY					
S	N.º	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	CALIFICACIÓN				
			0	1	2	3	4
CLASIFICAR	1	El frente de trabajo cuenta con materiales y equipos requeridos				X	
	2	Las herramientas en uso cuentan con un lugar de almacenaje			X		
	3	No existe presencia de objetos inservibles o en mal estado en el área de trabajo			X		
	4	Accesorios del maniobrista se encuentran debidamente inspeccionados y organizados				X	
	5	Los residuos son separados según su clase o tipo		X			
	Puntaje			11		55%	
ORDENAR	6	Se encuentran los puestos de trabajo bien identificados			X		
	7	No existen objetos como viruta u otros que limiten el tránsito de los trabajadores				X	
	8	Los tachos de basura se encuentran en un punto designado y al alcance de todos			X		
	9	El frente de trabajo se encuentra señalizado (delimitación del área, conos, cintas, etc.)				X	
	10	Los materiales tienen un fácil acceso cuando estos son requeridos					X
	Puntaje			14		70%	
LIMPIAR	11	La carpa de la máquina de termofusión libre de lodo, polvo, humo			X		
	12	Los equipos no evidencian residuos de aceites, grasa, combustibles		X			
	13	Frente de trabajo limpio de residuos de tubería HDPE, relaves, aceites				X	
	14	Dentro del radio de trabajo no existe presencia de restos de madera, metales, bolsa, sacos			X		
	15	Existe personal asignado para la limpieza de forma diaria o periódica			X		
	Puntaje			10		50%	
ESTANDARIZAR	16	Se practica estrategias de mejora continua en el área			X		
	17	Se practica estrategias para el sostenimiento de las 3s (clasificación, orden, limpieza)				X	
	18	Los procedimientos de trabajo se encuentran actualizados y son entendibles			X		
	19	Existe instructivos o guías para una adecuada ejecución de los trabajos			X		
	20	Se realiza un plan de acción sobre origen de la suciedad			X		
	Puntaje			11		55%	
DISCIPLINA	21	Las condiciones y el ambiente son las adecuadas para trabajar			X		
	22	Los Procedimientos de trabajo en conjunto son conocidos y aplicados				X	
	23	El frente de trabajo es evaluado temporal o periódicamente				X	
	24	Los reglamentos internos de trabajo se llevan a cabo			X		
	25	Los colaboradores demuestran tener conocimiento de cada una de las 5s				X	
	Puntaje			13		65%	
Puntaje Total						59	
Calificación final						59%	

Nota: Ver anexo 2 la escala de calificación

3.5.3.6. Mejoras en el área con las 5s.

Como podemos observar en la Tabla 26 los resultados fueron progresivos debido al compromiso de toda el área de tuberías HDPE a su vez se habían planteado algunas medidas correctivas.

a) Clasificar

- Mejorar la ubicación adecuada de las eslingas, grilletes, estrobos y demás elementos de izaje.
- Mejorar la ubicación adecuada de la máquina de termofusión y accesorios en la corona de la presa de relaves.
- Mejorar la ubicación adecuada de las herramientas en la corona de la presa de relaves
- Cerciorarse que no haya objetos pequeños sin identificar en el área.

b) Ordenar

- Ubicar correctamente todos elementos de izaje en la presa de relaves.
- Ubicar correctamente la máquina de termofusión en la corona de la presa.
- Ordenar adecuadamente las herramientas en el área.
- Inspeccionar que no haya objetos fuera de lugar.

c) Limpiar

- Cumplir con la limpieza después de la jornada de trabajo.
- Asegurar que el área de trabajo se encuentre limpio en todo momento.
- La máquina de termofusión se debe guardar limpia.
- Las herramientas se deben guardar limpias al término de la jornada.

d) Estandarizar

- Inspeccionar y cerciorarse del buen desarrollo de la clasificación, orden y limpieza en la zona de trabajo.
- Incentivar la mejora continua en el área.
- Constatar constantemente el cumplimiento de la 5s.

e) Conservar la disciplina

- Inspeccionar y validar el buen desarrollo de las primeras 4s.
- Asistir a las reuniones y paradas de la 5s.
- Supervisar y verificar que el personal cumpla con la normativa de trabajo.
- Monitorear y auditar la implementación de las 5s.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados del Tratamiento y Análisis de la Información

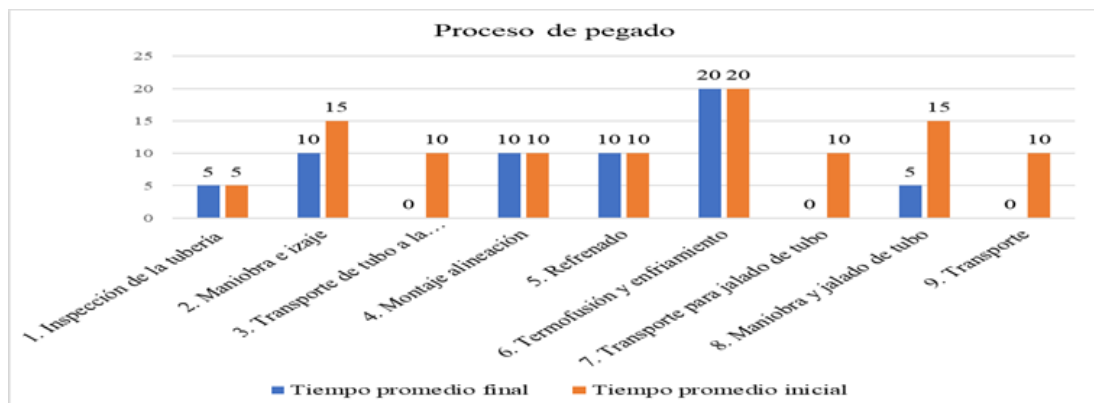
4.1.1. Mejoras en el Proceso y Distribución del Área de Tubería HDPE.

Posterior a la implementación de las 5s las operaciones lograron optimizar los tiempos de las operaciones del proceso, reduciendo el tiempo de pérdida de producción de pegas en 45 minutos debido a que se optimizaron las actividades del izaje de tubos y se movilizó el área de acopio de tubos próximo al área de termofusión.

La Figura 30 expone una comparación de los tiempos entre el método anterior y el método actual en dónde se plantea la minimización de 3 acciones de transporte como efecto de la redistribución de las áreas de trabajo generando una optimización en el tiempo del proceso (Ver Anexo 10).

Figura 30

Diagrama comparativo de tiempos



Nota: Elaboración propia

La metodología 5s redistribuye las áreas de trabajo con el fin de tener a disposición los materiales, equipos y elementos necesarios para la producción de pegas. El área de acopio fue dispuesta frente al área de termofusión generando que la excavadora ahorrara minutos valiosos en la maniobra de tuberías como se esquematiza en la Figura 30.

- **Medidas adoptadas en seguridad ocupacional producto de la reubicación temporal de tubos hdpe en la presa de relaves.**

- El área de tuberías hdpe cuenta con el permiso de trabajo diario emitido por el cliente, asimismo el cliente informará cualquier modificación o reubicación de la zona de trabajo esto debido al crecimiento de la presa de relaves donde el compromiso es entregar un área de terreno conformado, nivelado y compactado, a su vez el área de tuberías hdpe deberá responder vía correo electrónico las acciones que se tomará con relación a la demarcación del área como: Barricadas, conos, señalización, vigías, según corresponda.
- Las maniobras con tubería hdpe se realiza solo en turno diurno y el único responsable del izaje, arrastre, jalado, montaje es el riger para lo cual el área tendrá que estar libre y despejada en todo momento de la acción; si los trabajos se dieran en horas de la noche este deberá ser puntual y contar con iluminación al 100%.
- Con respecto al acopio temporal de tubería hdpe en el lugar de trabajo solo se podrá almacenar entre 8 y 10 unidades para mejor maniobrabilidad del riger y del operador de excavadora, asimismo estos deberán estar apoyados en listones de madera en todo momento. Todo personal involucrado en la operación deberá reportar cualquier situación que considere insegura y este deberá quedar documentado por el supervisor.

4.1.2. Reporte de Pegas de Tuberías HDPE 2023 después de las 5s.

Posterior a la aplicación se evaluó e inspeccionó los registros de producción para evaluar la tasa de pegas del área de tuberías HDPE en los meses de abril, mayo, junio del 2023 de los cuales se alcanzó los siguientes resultados:

En el mes 1 (abril) la producción de pegas tuvo un promedio de 5,7 pegas diarias que a diferencia del periodo anual 2022 con 4,9 pegas diarias, la producción posterior a ejecución de las 5s mejoró considerablemente.

La Tabla 27 presenta una ficha de registro de pegas diarias del mes de abril con las características de los materiales de trabajo, en este mes se logró producir un total de 171 pegas sobrepasando en 24 pegas al mes 1 del periodo 2022 anterior a la aplicación de las 5s lo que

infiere que la metodología alcanzó resultados significativos en la tasa de pegas del área de tubería HDPE.

Tabla 27

Reporte de pegas de abril del 2023

N° DIAS	FECHA	NUMERO DE PEGA	SISTEMA	ISOMETRICO	DIAMETRO	SDR	TEM. AMBIENTE	TEMP. PLANCHA °C	PRESION DE FUSION psi	TIEMPO DE CALENTAMI	TIEMPO DE ENFIAMIEN
1	1/04/2023	5	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
2	2/04/2023	7	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
3	3/04/2023	6	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
4	4/04/2023	6	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
5	5/04/2023	7	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
6	6/04/2023	5	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
7	7/04/2023	4	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
8	8/04/2023	6	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
9	9/04/2023	6	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
10	10/04/2023	5	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
11	11/04/2023	7	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
12	12/04/2023	5	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
13	13/04/2023	6	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
14	14/04/2023	5	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
15	15/04/2023	5	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
16	16/04/2023	5	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
17	17/04/2023	6	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
18	18/04/2023	7	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
19	19/04/2023	7	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
20	20/04/2023	5	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
21	21/04/2023	7	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
22	22/04/2023	4	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
23	23/04/2023	4	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
24	24/04/2023	6	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
25	25/04/2023	6	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
26	26/04/2023	5	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
27	27/04/2023	5	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
28	28/04/2023	6	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
29	29/04/2023	7	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
30	30/04/2023	6	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
TOTAL		171									

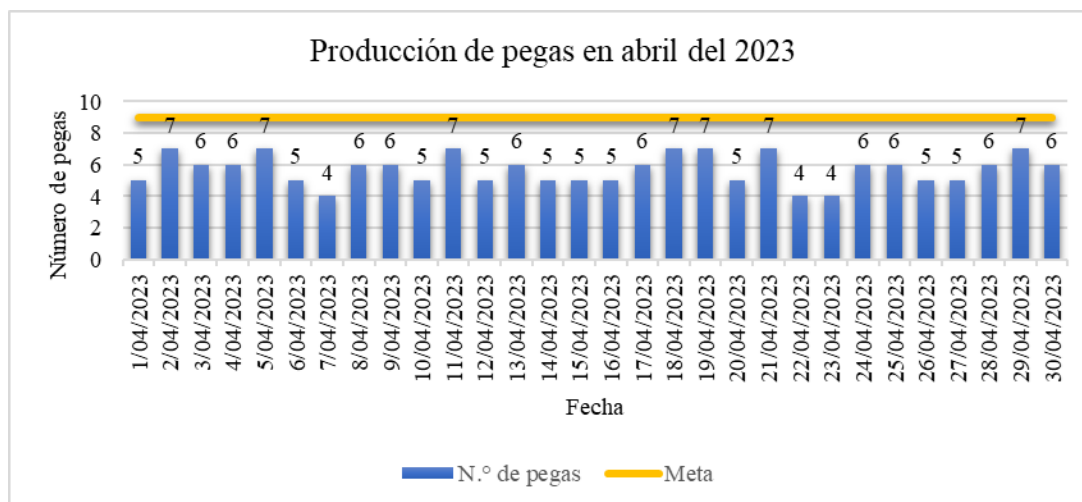
Nota: Elaboración propia

La Figura 31 muestra una representación gráfica de la capacidad de producción de pegas del mes 1 en comparación con la meta planificada de 8 a 9 pegas diarias posterior a la aplicación de las 5s, a diferencia del mes 1 del periodo 2022 en este periodo se logró mejorar el cumplimiento de la producción diaria planificada.

Así mismo, la Tabla 28 presenta los estadísticos descriptivos del mes 1 posterior a la aplicación de las 5s determinando que el valor mínimo de pegas diario es de 4 unidades cuya capacidad mínima es superior al mes 1 del periodo 2022, de igual forma la capacidad máxima de pegas diario ascendió a 7 unidades diarias. Estos indicadores demostrarían que la metodología logró mejorar la tasa de pegas.

Figura 31

Producción de pegas en abril del 2023



Nota: Elaboración propia

Tabla 28

Principales estadísticas de producción de pegas abril 2023

Estadística descriptiva	Valor
Media	5.7
Error típico	0.17386744
Mediana	6
Moda	5
Desviación estándar	0.95231116
Varianza de la muestra	0.90689655
Curtosis	-0.88584275
Coefficiente de asimetría	-0.10780258
Rango	3
Mínimo	4
Máximo	7
Suma	171
Cuenta	30

Nota: Elaboración propia

En el mes 2 (mayo) posterior a la aplicación de las 5s, la producción de pegas diarias tuvo un promedio de 6.8 pegas superando la producción del mes 1 del mismo año con 5.7, así mismo la producción total del mes fue de 212 pegas como se observa en la Tabla 29 que a diferencia del mes 2 del periodo 2022 con 150 pegas se logró superar en 62 pegas. En este mes las 5s se aplicaron en un 77% logrando que la producción mensual y diaria se maximice y reduzca la proporción de incumplimiento de producción planificada.

Tabla 29

Reporte de pegas de mayo del 2023

N° DIAS	FECHA	NUMERO DE PEGA	SISTEMA	ISOMETRICO	DIAMETRO	SDR	TEM. AMBIENTE	TEMP. PLANCHA °C	PRESION DE FUSION psi	TIEMPO DE CALENTAMI	TIEMPO DE ENFIAMIEN
1	1/05/2023	7	RM	T-T	24	17	14° 31"	232	285	7' 32"	20
2	2/05/2023	8	RM	T-T	24	17	14° 31"	232	285	7' 32"	20
3	3/05/2023	7	RM	T-T	24	17	14° 31"	232	285	7' 32"	20
4	4/05/2023	6	RM	T-T	24	17	14° 31"	232	285	7' 32"	20
5	5/05/2023	6	RM	T-T	24	17	14° 31"	232	285	7' 32"	20
6	6/05/2023	7	RM	T-T	24	17	14° 31"	232	285	7' 32"	20
7	7/05/2023	7	RM	T-T	24	17	14° 31"	232	285	7' 32"	20
8	8/05/2023	7	RM	T-T	24	17	14° 31"	232	285	7' 32"	20
9	9/05/2023	7	RM	T-T	24	17	14° 31"	232	285	7' 32"	20
10	10/05/2023	8	RM	T-T	24	17	14° 31"	232	285	7' 32"	20
11	11/05/2023	6	RM	T-T	24	17	14° 31"	232	285	7' 32"	20
12	12/05/2023	6	RM	T-T	24	17	14° 31"	232	285	7' 32"	20
13	13/05/2023	6	RM	T-T	24	17	14° 31"	232	285	7' 32"	20
14	14/05/2023	6	RM	T-T	24	17	14° 31"	232	285	7' 32"	20
15	15/05/2023	6	RM	T-T	24	17	14° 31"	232	285	7' 32"	20
16	16/05/2023	6	RM	T-T	24	17	14° 31"	232	285	7' 32"	20
17	17/05/2023	7	RM	T-T	24	17	14° 31"	232	285	7' 32"	20
18	18/05/2023	7	RM	T-T	24	17	14° 31"	232	285	7' 32"	20
19	19/05/2023	8	RM	T-T	24	17	14° 31"	232	285	7' 32"	20
20	20/05/2023	6	RM	T-T	24	17	14° 31"	232	285	7' 32"	20
21	21/05/2023	7	RM	T-T	24	17	14° 31"	232	285	7' 32"	20
22	22/05/2023	8	RM	T-T	24	17	14° 31"	232	285	7' 32"	20
23	23/05/2023	6	RM	T-T	24	17	14° 31"	232	285	7' 32"	20
24	24/05/2023	7	RM	T-T	24	17	14° 31"	232	285	7' 32"	20
25	25/05/2023	8	RM	T-T	24	17	14° 31"	232	285	7' 32"	20
26	26/05/2023	8	RM	T-T	24	17	14° 31"	232	285	7' 32"	20
27	27/05/2023	7	RM	T-T	24	17	14° 31"	232	285	7' 32"	20
28	28/05/2023	6	RM	T-T	24	17	14° 31"	232	285	7' 32"	20
29	29/05/2023	7	RM	T-T	24	17	14° 31"	232	285	7' 32"	20
30	30/05/2023	8	RM	T-T	24	17	14° 31"	232	285	7' 32"	20
31	31/05/2023	6									
TOTAL		212									

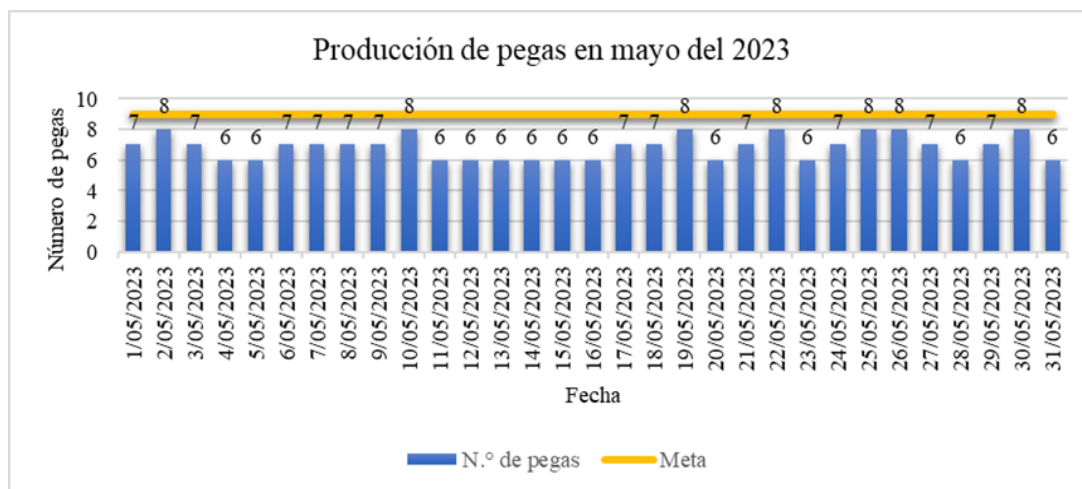
Nota: Elaboración propia

La Figura 32 analiza el cumplimiento de la producción planificada en el mes 2 que fue acercándose al nivel de producción de 8 a 9 pegas diarias, la meta fue cumplida en los casos que llegó a alcanzar una producción de hasta 8 pegas diarias, por lo que la tasa de producción del área de tuberías HDPE se logró optimizar en mayor rango en el mes 2 a comparación del mes 1 después de las 5s.

En la Tabla 30 se muestra los principales estadísticos descriptivos del número de pegas realizadas en el mes 2 después de la aplicación de las 5s cuál valor mínimo de pegas diarias es de 6 unidades que superó al mes 1 con 4 pegas, así mismo su capacidad máxima de pegas ascendió a 8 unidades acercándose al nivel de pegas planificadas.

Figura 32

Producción de pegas en mayo del 2023



Nota: Elaboración propia

Tabla 30

Principales estadísticas de producción de pegas mayo 2023

Estadística descriptiva	Valor
Media	6.838709677
Error típico	0.139867635
Mediana	7
Moda	7
Desviación estándar	0.778750032
Varianza de la muestra	0.606451613
Curtosis	-1.257138843
Coefficiente de asimetría	0.296767693
Rango	2
Mínimo	6
Máximo	8
Suma	212
Cuenta	31

Nota: Elaboración propia

En el mes 3 (junio) posterior a la aplicación de las 5s la producción diaria de pegas tuvo un promedio de 7.3 pegas superando la producción diaria del mes 1 y 2 del 2023, así mismo superó la producción diaria del mes 3 del 2022 anterior a la aplicación de las 5s con un promedio de 4.8 pegas. En este mes se logró producir 221 pegas totales como se observa en la Tabla 31 teniendo un excedente de 9 pegas respecto al mes 2 y un excedente de 50 pegas a comparación de la producción del mes 1 del 2023 posterior a las 5s.

Tabla 31

Reporte de pegas de junio del 2023

N° DIAS	FECHA	NUMERO DE PEGA	SISTEMA	ISOMETRICO	DIAMETRO	SDR	TEM. AMBIENTE	TEMP. PLANCHA °C	PRESION DE FUSION psi	TIEMPO DE CALENTAMI	TIEMPO DE ENFIAMIEN
1	1/06/2023	7	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
2	2/06/2023	7	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
3	3/06/2023	7	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
4	4/06/2023	7	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
5	5/06/2023	8	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
6	6/06/2023	8	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
7	7/06/2023	8	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
8	8/06/2023	7	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
9	9/06/2023	7	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
10	10/06/2023	8	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
11	11/06/2023	7	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
12	12/06/2023	7	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
13	13/06/2023	7	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
14	14/06/2023	7	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
15	15/06/2023	6	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
16	16/06/2023	8	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
17	17/06/2023	8	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
18	18/06/2023	8	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
19	19/06/2023	7	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
20	20/06/2023	6	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
21	21/06/2023	7	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
22	22/06/2023	7	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
23	23/06/2023	8	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
24	24/06/2023	8	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
25	25/06/2023	8	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
26	26/06/2023	8	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
27	27/06/2023	8	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
28	28/06/2023	7	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
29	29/06/2023	7	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
30	30/06/2023	8	RM	T-T	24	17	14' 31"	232	285	7' 32"	20
TOTAL		221									

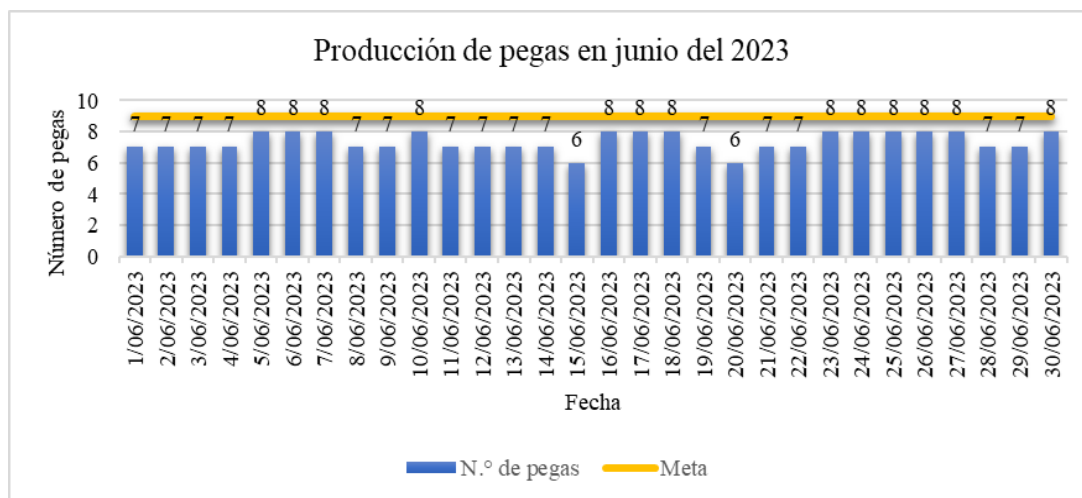
Nota: Elaboración propia

La Figura 33 expone una representación gráfica del cumplimiento de la planificación de la producción del área de tuberías HDPE en el mes 3 del 2023 posterior a la aplicación de las 5s determinando que existe un mayor rango de producción pegas diarias y un mayor nivel de cumplimiento, por lo que la metodología 5s estuvo logrando mejorar la tasa de producción de pegas en el área de tuberías HDPE.

En la Tabla 31 se presentan los principales estadísticos descriptivos del mes 3, cuya producción máxima de pegas fue de 8 unidades diarias y una producción mínima de 6 unidades diarias. Estos valores determinan que el nivel de aplicación de las 5s impacta sobre la producción de pegas puesto que existe una gran diferencia del registro de producción de los meses anteriores, así mismo se logró mejorar el nivel de implementación de los criterios de las 5s.

Figura 33

Producción de pegas en junio del 2023



Nota: Elaboración propia

Tabla 32

Principales estadísticas de producción de pegas junio 2023

Estadística descriptiva	Valor
Media	7.366666667
Error típico	0.112273612
Mediana	7
Moda	7
Desviación estándar	0.6149479
Varianza de la muestra	0.37816092
Curtosis	-0.566843565
Coefficiente de asimetría	-0.403890621
Rango	2
Mínimo	6
Máximo	8
Suma	221
Cuenta	30

Nota: Elaboración propia

En la Tabla 33 se presenta el nivel de mejora que alcanzó la producción de pegas en el área de tubería HDPE a través del despliegue de las 5s, anteriormente se presentaba un alcance del 50% antes de las 5s y así mismo un bajo cumplimiento de los criterios de las 5s con un 24%. Después de la aplicación el acatamiento de la meta fue ascendiendo a un 63% en el primer mes debido a que se integró mejoras en la distribución de las áreas, el ordenamiento de materiales y prácticas de limpieza en el área de tuberías HDPE, de igual forma el nivel de cumplimiento de los criterios de las 5s mejoró hasta un 59%. La última inspección determinó que se logró mejorar el cumplimiento de la meta en un 81% debido a que el cumplimiento de los criterios

de las 5s se mejoró hasta un 79%, este efecto se vio reflejado en el promedio de producción diaria y la capacidad de producción de pegas mensual.

Tabla 33

Nivel de alcance de la producción de pegas del área de tubería HDPE

Indicadores	2022			2023			Tasa de mejora M1 vs M3
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 1	Mes 2	Mes 3	
Media	4,90	4,84	4,83	5,70	6,84	7,37	52,588pp
Mediana	5	5	5	6	7	7	40,000pp
Moda	5	6	5	5	7	7	40,000pp
Mínimo	3	3	4	4	6	6	50,000pp
Máximo	6	7	6	7	8	8	33,333pp
Meta	9	9	9	9	9	9	-
Total	147	150	145	171	212	221	52,414pp
Nivel de cumplimiento 5s	-	-	24%	59%	77%	79%	229,167pp
Alcance de la meta	54,44%	53,76%	53,70%	63,33%	75,99%	81,85%	52,421pp

Nota: Elaboración propia

4.1.3. Tasa de Pegas de Tubería HDPE después de las 5s.

Posterior a la aplicación de la metodología se realizó diversos cambios en la disposición de los materiales, la distribución de las áreas de trabajo y actividades de limpieza, que lograron mejorar la tasa de pegas del área de tuberías HDPE, que así mismo dichas actividades fueron consolidadas a través de la estandarización y disciplina de las 5s formulando políticas de trabajo, seguimiento, control y retroalimentación en el área.

4.1.3.1. Productividad Final de Pegas.

En tres meses de análisis del 2023 los registros de producción determinaron un promedio diario de producción de 7 pegas lo que representó una mejora en el cumplimiento de la planificación de pegas.

En la Tabla 34 se presentan los resultados de productividad de las pegas reales producidas en los 3 meses posteriores a la aplicación de las 5s determinando un valor promedio post test de 0,7372.

Tabla 34

Producción final de pegas en el área de tuberías HDPE 2023

Característica	Producción mes	Media diaria	Pega diaria planificada	Productividad
Pegas reales producidas mes 1	171	5,700	9	0,6333
Pegas reales producidas mes 2	212	6,8387	9	0,7599
Pegas reales producidas mes 3	221	7,3667	9	0,8185
Promedio	201	6,6351	9	0,7372

Nota: Elaboración propia

Estos indicadores determinan que la productividad en relación al número de pegas producidas es de 73,72% lo que representa una mejora de la tasa de pegas.

$$\text{Productividad de pegas} = \frac{\text{N.º de pegas producidas}}{\text{N.º de pegas planificadas}}$$

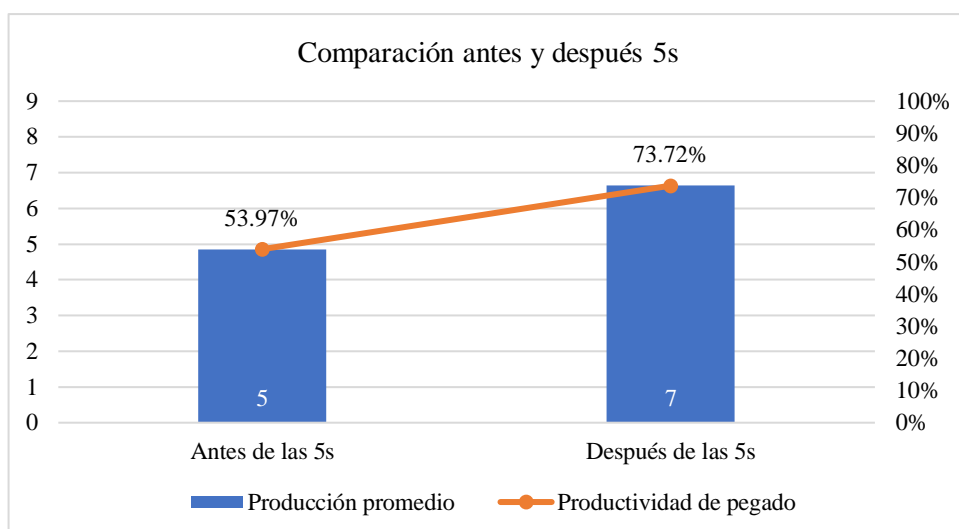
$$\text{Productividad de pegas} = \frac{6,63 \text{ pegas}}{9 \text{ pegas}}$$

$$\text{Productividad de pegas} = 0,7372$$

En la Figura 34 se puede apreciar una representación gráfica comparativa de la producción promedio de pegas diarias y la productividad de pegas antes y después de las 5s. Se logró mejorar la productividad de pegas en un 19,75% debido al incremento del promedio diario de producción de pegas.

Figura 34

Productividad de pegas antes y después de las 5s



Nota: Elaboración propia

4.1.3.2. Productividad Final del Tiempo Real de Producción.

En la aplicación de las 5s, las actividades improproductivas que no agregan valor al proceso fueron reducidas como el caso de la disminución del tiempo en el traslado de tuberías realizado por la excavadora debido a que se modificó la distribución de las áreas para optimizar el desplazamiento de la maquinaria, así mismo, se disminuyó el tiempo en el abastecimiento de combustible y engrase de las maquinarias.

Tabla 35

Tiempo real de producción final (min) en el área de tubería HDPE

Ítems	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Promedio
Llenado de documentos	15	16	14	15
Traslado prolongado de excavadora	0	0	0	0
Abastecimiento de máquinas	0	0	0	0
Tiempo perdido	15	16	14	15
Tiempo total de producción	660	660	660	660
Tiempo real de producción	645	644	646	645
Productividad	0,9773	0,9758	0,9788	0,9773

Nota: Elaboración propia

En una jornada diurna de trabajo de 11 horas, el proceso posee 10,75 horas reales (645 minutos) para la producción de pegas en el área de tuberías HDPE, lo que representa el 97,73% de las horas totales de producción.

$$\text{Productividad del tiempo de producción} = \frac{\text{Tiempo real de producción}}{\text{Tiempo total de producción}}$$

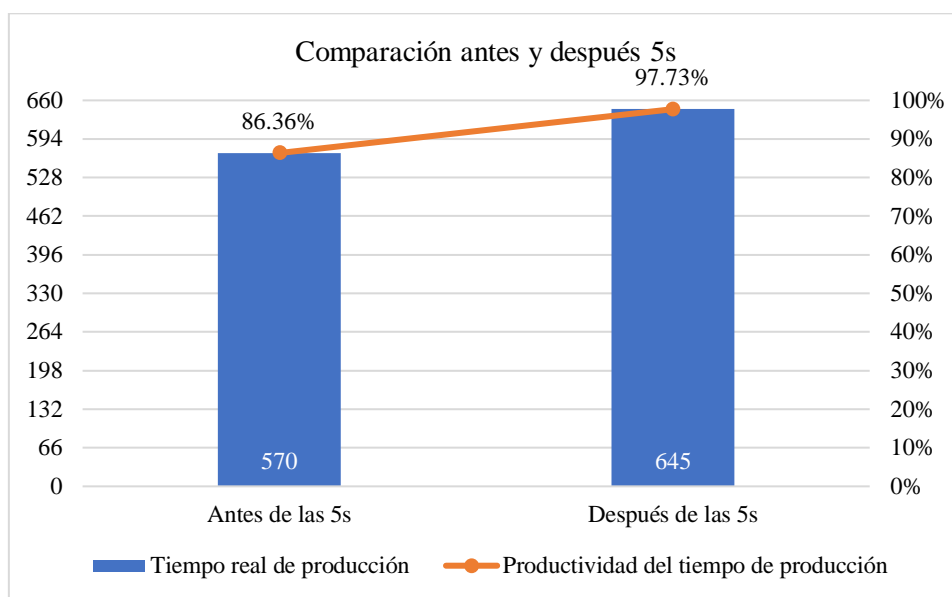
$$\text{Productividad del tiempo de producción} = \frac{645 \text{ minutos}}{660 \text{ minutos}}$$

$$\text{Productividad del tiempo de producción} = 0,9773$$

La Figura 35 presenta una visualización comparativa, inicialmente en el tiempo real de producción se tenía un tiempo de 570 minutos con una pérdida de 90 minutos desperdiciados en actividades de traslado por la distancia entre el área de acopio y termofusión, después de las 5s se alcanzó mejorar en un 11,36% la productividad del tiempo real de producción por lo que se deduce que la metodología es una herramienta eficiente para la mejora del desarrollo de los procesos.

Figura 35

Comparación de la productividad del tiempo de producción



Nota: Elaboración propia

4.1.3.3. Tasa de Pegas de Tubería HDPE Final.

En la Tabla 36 se presenta la tasa de pegas de tubería HDPE final después de las 5s alcanzando un valor de 72,05%, en este punto se determina que la metodología conquistó mejorar la tasa de pegas del área de tuberías HDPE por la optimización del área de trabajo y la disposición adecuada de los materiales de trabajo.

Tabla 36

Tasa de pegas final

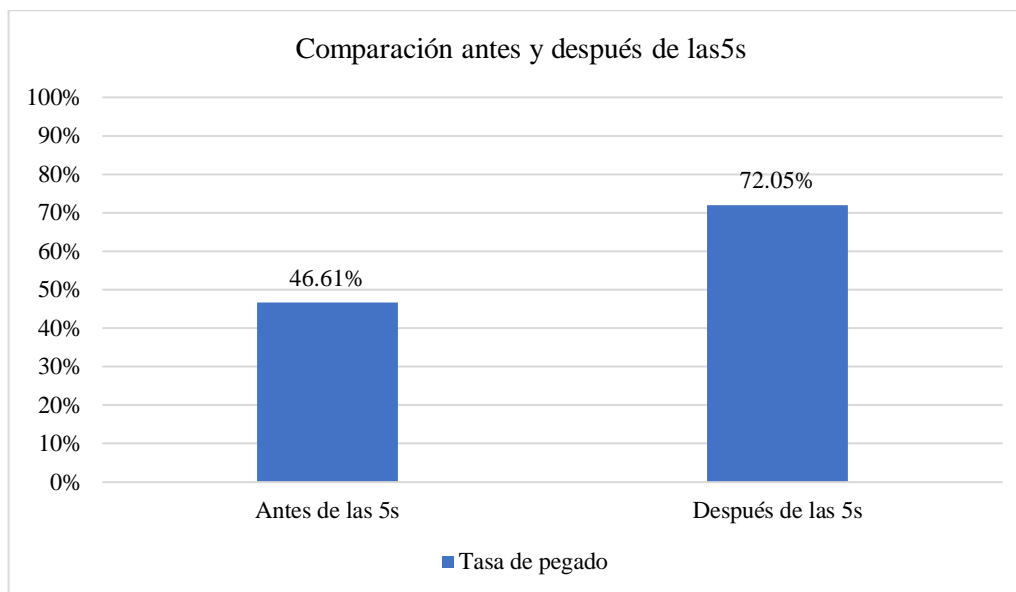
Ítems	Índice de pegas reales	Índice de tiempo real de producción	Tasa de pegas final
Mes 1	0,6333	0,9773	0,6190
Mes 2	0,7599	0,9758	0,7415
Mes 3	0,8185	0,9788	0,8012
Promedio	0,7372	0,9773	0,7205

Nota: Elaboración propia

En la Figura 36 se presenta la representación gráfica de la variación y mejora en la tasa de pegas del área de tuberías HDPE anterior y posterior a las 5s, de acuerdo a esta comparativa se estipula que las 5s logra mejorar la tasa de pegas en un 25,44 punto porcentual debido a una adecuada aplicación de las 5s en función al cumplimiento de los criterios de las 5s.

Figura 36

Comparación de la tasa de pegas antes y después de las 5s



Nota: Elaboración propia

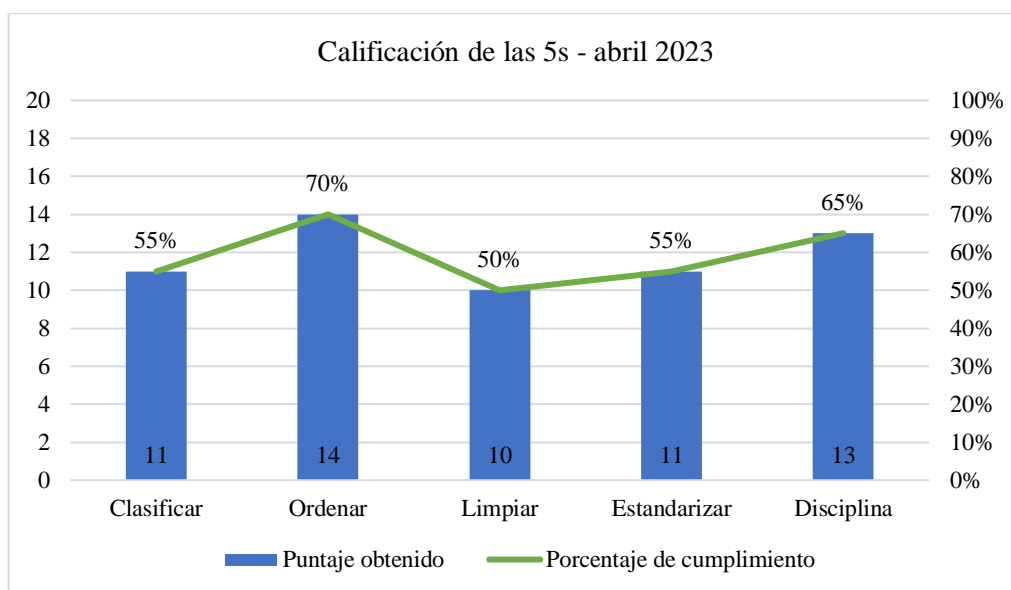
4.1.4. Inspección Final de las 5s.

La metodología fue evaluada mediante una ficha de evaluación (Anexo 2) para determinar el cumplimiento de los criterios con el diseño de analizar cuán adecuado es el grado de integración de la metodología en el área de tuberías HDPE y cómo este elemento afecta la producción de pegas, cada componente de las 5s tiene un puntaje máximo de 20 puntos cuando el cumplimiento de los criterios alcanza el 100%.

En la Figura 37 se presenta una evaluación de los criterios de las 5s en el mes 1 que a diferencia de la inspección inicial antes de aplicar las 5s el cumplimiento de los criterios era de 24% y en este periodo se elevó a un 59%.

Figura 37

Inspección final 5s-abril 2023

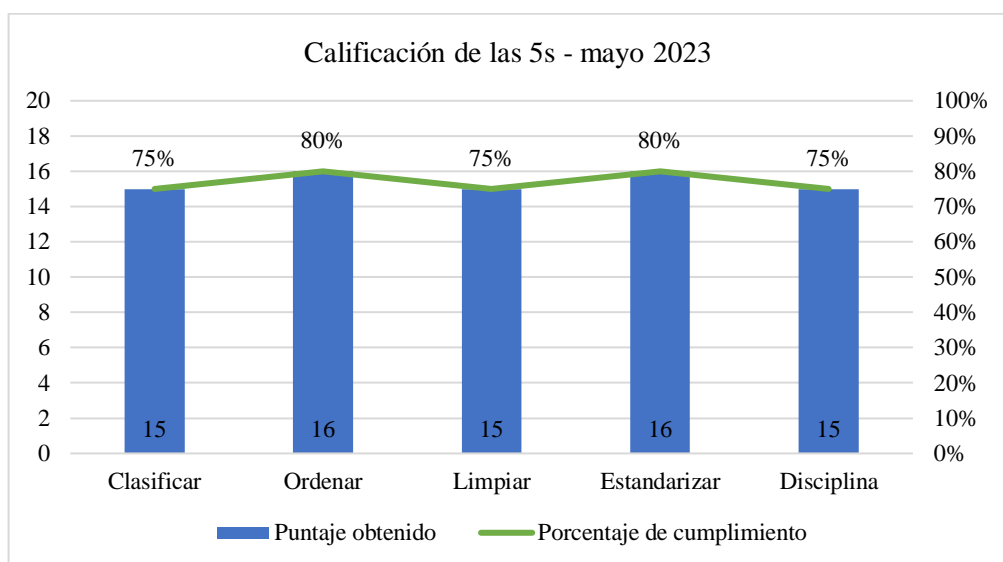


Nota: Elaboración propia.

En la Figura 38 se presenta los niveles de cumplimiento de los criterios de las 5s en el mes 2 que tuvo un mejor nivel de cumplimiento total de 77% a diferencia de la inspección inicial con un cumplimiento de 24%, así mismo en el mes 2 se mejoró el cumplimiento de los criterios en un 18% respecto al cumplimiento del mes 1.

Figura 38

Inspección final 5s- mayo 2023



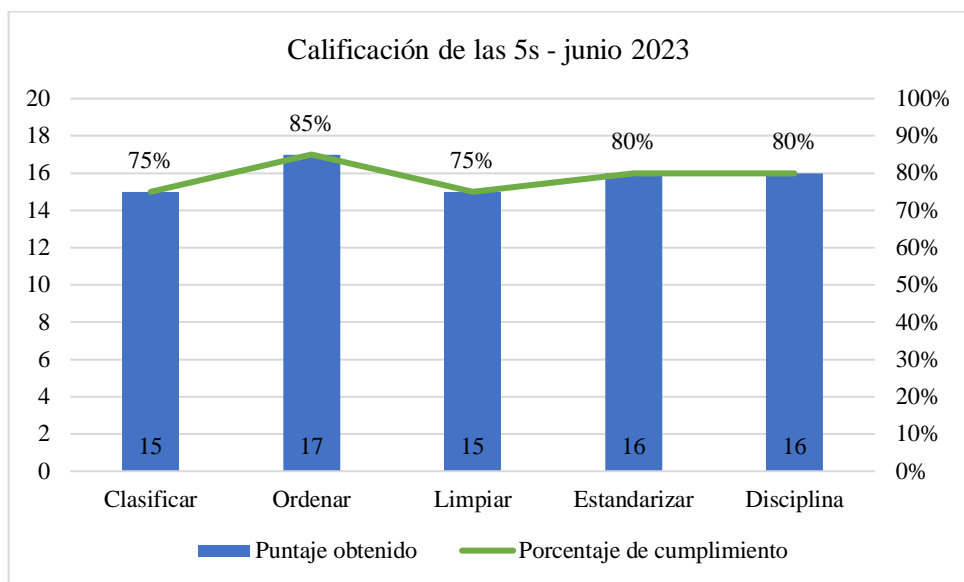
Nota: Elaboración propia

En la Figura 39 se presenta la inspección de los criterios de las 5s en el mes 3 posterior a la aplicación de las 5s, en este mes el nivel de cumplimiento de los criterios alcanzó un 79%

teniendo un incremento del 2% respecto al mes 2, 20% de incremento respecto al mes 1 y 55% respecto a la inspección inicial antes del desarrollo de la metodología.

Figura 39

Inspección final 5s – junio 2023



Nota: Elaboración propia

La inspección de las 5s en el área de tuberías HDPE planteó que se logró aplicar adecuadamente la metodología en un 72% como se presenta en la Tabla 37, la mejora se presentó mayormente en el orden debido a que se hizo un cambio en la distribución de las áreas y los materiales optimizando los tiempos y la capacidad de producción de pegas.

El consolidado de mejora que alcanzó las 5s fue de un 48% respecto a la inspección inicial y el promedio de inspecciones de los meses posteriores a la aplicación de las 5s.

Tabla 37

Resumen del nivel de cumplimiento de las 5s

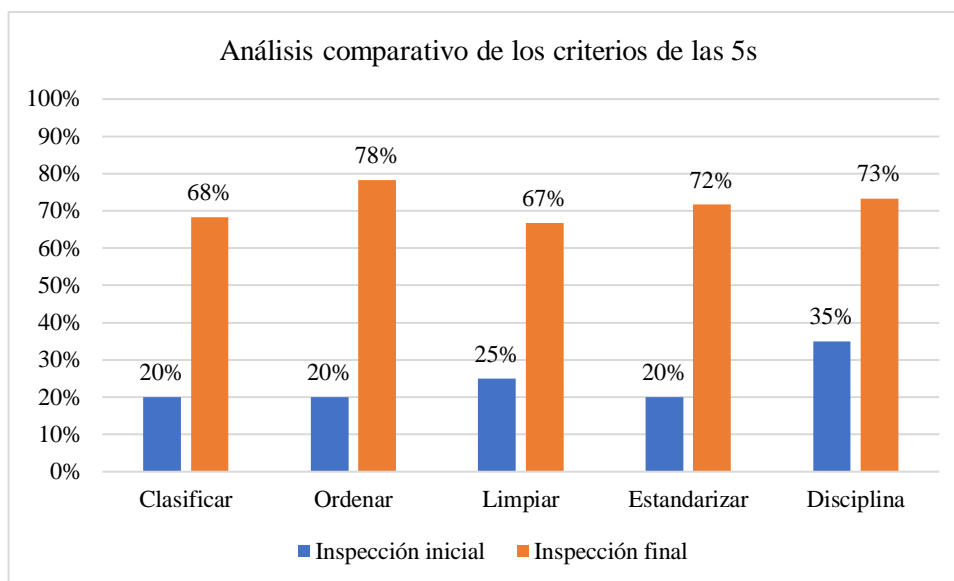
Metodología 5s	Inspección inicial	Abril 2023	Mayo 2023	Junio 2023	Promedio final	Mejora
Clasificar	20%	55%	75%	75%	68%	48pp
Ordenar	20%	70%	80%	85%	78%	58pp
Limpiar	25%	50%	75%	75%	67%	42pp
Estandarizar	20%	55%	80%	80%	72%	52pp
Disciplina	35%	65%	80%	80%	73%	38pp
Total	24%	59%	79%	79%	72%	48pp

Nota: Elaboración propia

En la Figura 40 se visualiza la permutación significativa entre el cumplimiento de los criterios antes y después de la aplicación. La integración de la herramienta de mejora continua apuntó a aportar mejoras relevantes en la tasa de pegas del área de tuberías HDPE debido a que solucionaron problemas respecto a la existencia de desorden, falta de involucramiento de los trabajadores, uso inadecuado de los equipos entre otros factores que afectan el cumplimiento de la meta planificada diaria de producción de pegas.

Figura 40

Análisis comparativo de los criterios 5s



Nota: Elaboración propia

4.1.5. Análisis Económico.

En la tabla siguiente (Tabla 38) se determinó el nivel de ingresos del área de tuberías HDPE de acuerdo al nivel de producción mensual; se determinó que las 5s produce que el área perciba mayores ingresos de producción con una ganancia de \$19 mil a \$ 60 mil dólares por mes durante los meses de abril a mayo en el 2023, el total de ganancia que contrajo el área de tuberías HDPE con la implementación de las 5s fue de \$ 128 mil dólares debido al acrecentamiento de la volumen de producción de pegas.

Tabla 38

Ganancia de la producción de pegas posterior a las 5s

Producción por mes	Costo por pega	Producción inicial	Producción final	Ingreso inicial	Ingreso final	Ganancia
Producción de pegas abril	\$792,00	147	171	\$116 424,00	\$135 432,00	\$19 008,00
Producción de pegas mayo	\$792,00	150	212	\$118 800,00	\$167 904,00	\$49 104,00
Producción de pegas junio	\$792,00	145	221	\$114 840,00	\$175 032,00	\$60 192,00
Total				\$350 064,00	\$478 368,00	\$128 304,00

Nota: Elaboración propia

4.2. Prueba de Hipótesis

El primer procedimiento es aplicar la prueba de normalidad para determinar si se va emplear una estadística paramétrica o no paramétrica para comprobar la hipótesis, la aplicación de la estadística depende de la variable si posee una distribución normal de sus datos.

Las hipótesis de la normalidad de los datos son las siguientes:

- *H₀*: Los datos tienen una distribución normal
- *H_a*: Los datos no tienen una distribución normal

En la Tabla 39 se expone el test de normalidad desarrollado en el programa SPSS que determina un nivel de significancia de 0,917 antes y 0,626 después en el test Shapiro-Wilk que es para mediciones menores a 50 unidades.

Tabla 39

Prueba de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Antes	,187	3	.	,998	3	,917
Después	,256	3	.	,962	3	,626

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota: Extraído del SPSS

Los criterios de decisión son los siguientes:

- Sí $p < 0,05$, rechazamos la *H₀* y aceptamos la *H_a*
- Sí $p \geq 0,05$, aceptamos la *H₀* y rechazamos la *H_a*

Los valores de significancia al ser mayores a 0.05 determinan que se rechaza la H_a y se acepta la H_o , por lo tanto, los datos de la tasa de pegas tienden a ser paramétricos.

Posterior a la prueba de normalidad se procede a aplicar la prueba de t-Student para muestras pareadas, esto quiere decir que se toma medición de la muestra en dos instancias de tiempo, antes y después de la implementación de las 5s.

Las hipótesis son las siguientes:

- $H_o: \mu_1 = \mu_2$, Sí las medias son iguales, las 5s no mejora la tasa de pegas de tubería HDPE en la presa de relaves de una unidad minera.
- $H_a: \mu_1 \neq \mu_2$, Sí las medias son diferentes, las 5s mejora la tasa de pegas de tubería HDPE en la presa de relaves de una unidad minera.

Tabla 40

Comparación de medias de la tasa de pegas

		Estadísticas de muestras emparejadas			
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Antes	,466100	3	,0040037	,0023116
	Después	,720500	3	,0929297	,0536530

Nota: Extraído del SPSS

En la Tabla 41 se muestran los resultados de la prueba para muestras pareadas también llamada muestras relacionadas con un valor $t = -4,548$ debido a que el valor de la media de la tasa de pegas después es mayor al valor de la media tasa de pegas antes.

Tabla 41

Prueba t-Student

		Prueba de muestras emparejadas			Sig. (bilateral)
		95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	
		Inferior	Superior		gl
Par 1	Antes - Después	-,4950850	-,0137150	-4,548	2

Nota: Extraído del SPSS

Las posibles interpretaciones de la significancia de la prueba son las siguientes:

- Sí $p < 0,05$, rechazamos la H_o y aceptamos la H_a
- Sí $p \geq 0,05$, aceptamos la H_o y rechazamos la H_a

El valor de $p = 0,045 < 0,05$, por lo tanto, rechazamos la H_0 y aceptamos la H_a , es decir, las medias entre el antes y después son diferentes, por consiguiente, consumamos que las 5s mejora la tasa de pegas de tubería HDPE en la presa de relaves de una unidad minera.

4.3. Discusión de Resultados

El área de tubería HDPE del área de proyectos de una unidad minera tenía un nivel de producción promedio de 5 pegas diarias y un tiempo real de producción de 570 minutos lo que representaba una baja tasa de pegas en el área de tuberías HDPE debido a que la productividad de pegas era de 53,97% y la productividad en el tiempo de producción era de 86,36% que determinaba una tasa de pegas de 46,61%.

En la implementación de las 5s a través de la eliminación de materiales innecesarios, distribución y ordenamiento de las áreas, equipos y materiales, aplicación de actividades ordenadas de limpieza, desarrollo de políticas de trabajo y actividades de motivación, seguimiento y control, se logró mejorar el promedio diario de pegas a 7 unidades mejorando la productividad de pegas a un 73,72%, así mismo se mejoró la productividad del tiempo real de producción a un 97,73%, obteniendo una tasa de pegas final de 72,05% formulando una mejora de la variable dependiente del 25,44 pp.

La investigación logró determinar que las 5s mejora la tasa de pegas, por lo que la metodología 5s es una herramienta eficaz. Este resultado es concordante con otras investigaciones debido a que han obtenido óptimos resultados sobre la productividad, el nivel de producción y disminución de tiempos improductivos, tal es el caso de Huisa (2021) que logró mejorar en un 12,5% la productividad de un laboratorio de ensayos de una unidad minera, similar al caso de estudio, del mismo modo Barja (2021) determinó que las 5s mejora la producción en un 5,3% eliminando los elementos no necesarios y planificando adecuadamente el área de trabajo. En termofusión del rubro de construcción también se encontró mejoras en la productividad de pegas de tuberías y accesorios debido a la aplicación de la metodología, tal es el caso de Cuellar (2022) que alcanzó una mejora del 15,6% en su productividad debido a que logró alcanzar un cumplimiento de la metodología hasta un 90%. En fabricación de tubos de plásticos concordante a la temática de investigación se encontró resultados similares en el estudio desarrollado por Reyes (2021) quién en el afán de plantear una propuesta de mejora aplicó las 5s obteniendo mayor generación en toneladas por medio de la metodología.

En el mismo rubro de unidades mineras, Jaramillo (2022) determinó del mismo modo que a través de las 5s se logra mejorar los tiempos de operación puesto que optimizó su tiempo en un 40% que concuerda con la investigación realizada al alcanzar una mejora en el tiempo real de producción de un 11,36% por la eliminación de tiempo improductivos al distribuir adecuadamente las áreas de movilización de tuberías HDPE. De igual forma, en el mismo rubro

de minería, la metodología plantea mejoras en los tiempos y eliminación de la presencia de elementos superfluos en el espacio laboral y depósitos tal como lo plantea Herrera (2018) cuales inferencias respaldan los resultados alcanzados en la investigación. En el rubro montaje de tuberías, las 5s también logró mejorar el cumplimiento de trabajo y optimización de tiempos como lo presentó Bustamante (2022) al obtener un nivel de cumplimiento del 80% al realizar la aplicación de las 5s.

En diferentes ámbitos de producción o actividades productivas de manufactura y minería se aplican herramientas de mejora debido a que logra obtener resultados favorables y es por ello que diferentes investigadores optan por aplicar variadas herramientas que ofrecen diferentes estrategias para reformular el trabajo. De esta forma, Medina (2021) tuvo como resultados hallazgos equivalentes y comparables a la investigación debido a que encontró problemas en el proceso por lo que aplicando el SMED logró mejorar la productividad en un 11,6%. En el empleo de diferentes herramientas de mejora, Velarde (2023) aplicó el lean manufacturing en un proceso productivo de tubería que logró mejorar en un 29% la productividad en el rubro de manufactura donde las herramientas consistían el SMED, kaizen, 9s y poka yoke.

Inicialmente se encontraban diversos problemas de orden, distribución y limpieza del área de tubería HDPE por lo que en la inspección inicial se determinó que el área tenía un bajo nivel de cumplimiento de criterios 5s con un 24% que posterior a las diligencias de aplicación se logró cumplir con los criterios en un 72%, este indicador respaldó el incremento de la tasa de pegas afirmando que la metodología logra mejorar la variable dependiente; así mismo, Barja (2021) mejoró el 38% de evaluación inicial de las 5s a un 81% que repercutió en el incremento de la productividad, de igual forma Bustamante (2022) planteó que un cumplimiento adecuado de los criterios de las 5s beneficiaría la producción de montaje de tuberías, por otro lado, Huisa (2021) determinó en una auditoría inicial un cumplimiento del 32% y mejora de cumplimiento a un 80% lo cual repercutió en la mejora de ensayos ejecutados de una unidad minera. Resultados similares fueron encontrados por Cuellar (2022) que inicialmente evaluó en un 24% el cumplimiento de las 5s en el área de trabajo de termofusión y como inspección final logró mejorar el cumplimiento de las 5s hasta un 90% en 4 auditorías lo que trascendió en la productividad de trabajos.

La investigación validó como las 5s mejora la tasa de pegas a través de la prueba de diferencias emparejadas de medias antes y después obtenido por la prueba t-Student para datos paramétricos con distribución normal, cuya significancia es de 0,045 menor a 0,05 respaldo los hallazgos de la investigación sobre el incremento de la tasa de pegas del área de tuberías HDPE.

Estos resultados fueron semejantes a lo planteado por Cuellar (2022) quién determinó que las 5s mejora la productividad debido a que fue menor a 0,05, no obstante, aplicó la prueba

de Wilcoxon correspondiente a que sus datos eran no paramétricos, es decir no se caracterizaban con una distribución normal. Así mismo Huisa (2021) contrastó la mejora de la productividad con las 5s a través de una prueba estadística que arrojó un valor p menor a 0,05 y del mismo modo que Cuellar (2022) cuyos datos no califican dentro lo que define la distribución normal por lo que también aplicó el test de Wilcoxon.

El estudio logró aplicar la herramienta alcanzando mejoras en la tasa de pegas de tuberías HDPE, sin embargo, en la investigación se han exteriorizado diversas barreras respecto a la recaudación y estudio de datos, como fue el caso de la toma de tiempos de las actividades del proceso en los meses pre test y post test debido a la envergadura de la actividad laboral en minería, la extensión de la jornada de trabajo y las condiciones del ambiente no se logró medir de manera diaria la pérdida de tiempo en el proceso de pegado de tuberías a diferencia de la cogida de datos de pegas realizadas que fueron extraídas de informes de producción. Así mismo, en la recopilación de investigaciones referentes al tema de estudio, se vio limitada la capacidad de análisis con estudios en el mismo plano de aplicación de las 5s en la producción de pegas de tuberías por termofusión.

En resultado, la investigación logra cumplir los objetivos planteados alcanzando medir, examinar y validar la mejora de la tasa de pegas en el área de tuberías HDPE de una unidad minera por medio de la óptima implementación de la metodología.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

PRIMERA CONCLUSIÓN: El diagnóstico del área de tuberías HDPE determinó que se tenía un incumplimiento de la planificación de pegas diarias teniendo una producción diaria de 5 pegas (4.857) y una meta de 9 pegas, así mismo en el tiempo de producción se tenía un tiempo real de producción de 570 minutos con una pérdida de 90 minutos desarrollados en el llenado de documentos, traslado prolongado de maquinaria y abastecimiento de máquinas; la tasa de pegas inicial fue determinada en 46.61% teniendo un ingreso del área de \$350 064,00 dólares.

SEGUNDA CONCLUSIÓN: Se desarrolló e implementó la metodología 5s, en clasificación se identificó 44 objetos inutilizables en el área, de los cuáles 22 elementos fueron designados a reciclaje, en ordenar se redistribuyó el área de acopio de tuberías ubicándola en una sección más próxima al área de termofusión, en limpieza se definió un comité de limpieza que realizará limpiezas diarias en un periodo de 30 minutos así mismo se construyó contenedores para el ordenamiento de los desperdicios, en estandarización se formuló políticas para el área de trabajo de tuberías HDPE a cumplir por el comité de 5s y en disciplina se desarrolló actividades de motivación ordenadas en una programación anual, actividades de seguimiento y control a través de inspecciones mensuales de las 5s por medio de fichas de inspección.

TERCERA CONCLUSIÓN: Se validó que el uso de las 5s mejora la tasa de pegas de tubería HDPE puesto que se mejoró a un 72,05% la tasa de pegas con una tasa inicial de 46,61% teniendo una mejora de 25,44 puntos porcentuales, se mejoró la producción diaria de pegas a 7 unidades (6.635) y se mejoró el tiempo real de producción a 645 minutos minimizando el tiempo perdido de 90 a 15 minutos dedicados únicamente al llenado de documentos; la mejora generó un impacto en los ingresos de área de tuberías HDPE teniendo un ingreso post test de \$478 368,00 dólares, la ganancia económica que generó las 5s fue de \$128 304,00 en los tres meses de análisis.

A través de la prueba de hipótesis se logró corroborar que con la aplicación de las 5s se mejora la tasa de pegas de tubería HDPE en la presa de relaves de una unidad minera, se logró obtener el resultado con la aplicación del estadístico T de Student al analizar datos paramétricos, con un nivel de significancia 0.045 menor a 0.05 se rechazó la hipótesis nula y se afirmó que las 5s mejora la tasa de pegas.

5.2. Recomendaciones

PRIMERA RECOMENDACIÓN: Se recomienda mantener constante la implementación de las 5s debido a que la filosofía determina que es una secuencia de mejora continua a través del tiempo por lo que las actividades de seguimiento y control deben ser planificadas a futuro.

SEGUNDA RECOMENDACIÓN: Se recomienda realizar un estudio de métodos para optimizar al 100% el cumplimiento de la planificación de la producción de pegas analizando las actividades de trabajo individual y grupal a cada colaborador para eliminar las actividades que no generan valor y optimizar las actividades de trabajo a través de la estandarización.

TERCERA RECOMENDACIÓN: Se recomienda reforzar la metodología de trabajo con un programa de capacitaciones sobre la nueva secuencia de operaciones que familiaricen al personal de trabajo con la distribución de las áreas, el ordenamiento de los equipos y maquinarias y el cumplimiento de la meta.

CUARTA RECOMENDACIÓN: Se recomienda implementar indicadores de medición del desempeño como la productividad del área de pegado de tubería HDPE y de las 5s ligado a beneficios salariales en el equipo de trabajo para mantener la motivación, así mismo, implementar mecanismos de reconocimiento público para mantener las mejoras alcanzadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. UNZUETA, A. *et al.* La importancia de la minería latinoamericana para la transición energético global [en línea]. Blogs Interamericano de Desarrollo (BID). (23 de marzo de 2022) [fecha de consulta: 25 de julio de 2023]. Disponible en: <https://bit.ly/3MhHoZC>.
2. INSTITUTO Peruano De Economía (IPE). Contribución de la minería a la economía nacional [en línea]. Lima: Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía, 2021 [fecha de consulta: 30 de julio de 2023]. Disponible en: <https://n9.cl/yuz62>
3. TORRES, H. Contratos mineros: comentarios sobre cláusulas para facilitar la ejecución de proyectos mineros. *Ius Et Praxis* [en línea]. Diciembre, 2022, 53(053), 195-209 [fecha de consulta: 30 de julio de 2023]. ISSN: 2523-6296. Disponible en: <https://doi.org/10.26439/iusetpraxis2021.n053.4968>
4. GERENS. Conseguir buenos proyectos mineros: lecciones de (y para) la industria. [en línea]. Blog GERENS Proyectos Mineros. (5 de octubre de 2018) [fecha de consulta: 30 de julio de 2023]. Disponible en: <https://gerens.pe/blog/proyectos-mineros-lecciones-industria/>.
5. REY, F. Las 5S. Orden y Limpieza en Puesto de Trabajo. Madrid: FC Editorial, 2005. 176 pp. ISBN: 8496169545.
6. DUARTE, G. *et al.* Evaluation and implementation of high density polyethylene liner: Alternative of solution to corrosion-wear problems in flowlines. *CT&F - Ciencia, Tecnología y Futuro* [en línea]. Junio, 2019, 9(1), 65-72 [fecha de consulta: 12 de junio de 2023]. ISSN: 0122-5383. Disponible en: <https://doi.org/10.29047/01225383.153>
7. LÓPEZ, J. y TOAPANTA, V. Análisis comparativo del comportamiento de la soldadura por termofusión frente a las soldaduras por adhesión y fricción en tuberías de polietileno. Tesis (Título de Ingeniero Mecánico). Quito: Escuela Politécnica Nacional, 2019. 112 pp. [fecha de consulta: 10 de junio de 2023]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20565>.
8. QUINTANA, M., *et al.* Cuáles son los mecanismos de falla de las tuberías de polietileno y cómo evitarlos. *Petrotecnia* [en línea]. Julio, 2020, 2(7), 90-98 [fecha de consulta: 10 de junio de 2023]. ISSN: 0031-6598. Disponible en: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/141668>
9. ORIHUELA, J. Aplicación del reglamento técnico de construcción de redes de gas natural, para la calificación de fusionistas para uniones por electrofusión en redes de polietileno. Tesis (Título de Licenciatura en Electromecánica). La Paz: Universidad Mayor de San Andrés, 2019, 140 pp. [Fecha de consulta: 24 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://repositorio.umsa.bo/x-mlui/handle/123456-789/27523>.

10. VELASCO, W. y ACOSTA, S. Propuesta de implementación de la metodología de las 5S para el almacén de segundas de la empresa VECOL S.A. Tesis (Especialización en Gerencia de Mantenimiento). Bogotá: Universidad ECCI, 2021, 69 pp. [fecha de consulta: 24 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/1295?show=full>
11. CUELLAR, C. Aplicación de la metodología 5s para mejorar la productividad de trabajos de termofusión en la empresa SMED. Tesis (Magister en Ingeniería Civil). Lima: Universidad César Vallejo, 2022, 93 pp. [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/101976>
12. JARAMILIO, H. Implementación de la metodología 5S en la gestión de almacenaje de una distribuidora enfocada en minería para reducir el tiempo de despacho. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2022, 79 pp. [fecha de consulta: 25 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/18486?show=full>.
13. BUSTAMANTE, J. Plan de mejora para aumentar la productividad en la fabricación y montaje de tuberías de la empresa Most Industrial S.A.C. - Piura, 2020. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Pimentel: Universidad Señor de Sipán, 2022, 118 pp. [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://n9.cl/vaoh4>
14. BARJA, E. Implementación de la metodología 5s para mejorar la productividad en el área de molienda en una planta concentradora. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Antonio Ruíz de Montoya, 2021, 136 pp. [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12833/2312>.
15. MAZA., *et al.* Aplicación de la metodología 5s en la prevención de riesgos laborales en el área de mantenimiento de la empresa Volcan S.A.A, 2020. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Peruana de Ciencias e Informática, 2021, 94 pp. [fecha de consulta: 18 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://repositorio.upci.edu.pe/handle/upci/243>.
16. HUISA, Y. Aplicación de las 5s para mejorar la productividad del laboratorio de ensayos en una compañía minera, Arequipa, 2021. Tesis (Título de Ingeniería Industrial). Lima: Universidad César Vallejo, 2021, 107 pp. [fecha de consulta 30 de julio de 2023]. Disponible en: <https://hdl.han-dle.net/20.500.12692/89726>.
17. HERRERA, D. Propuesta de la implementación de la metodología de las 5s en el taller de maestranza de la compañía minera Miski Mayo S.R.L. Bayóvar - Sechura. Tesis (Título de Ingeniería Industrial). Piura: Universidad César Vallejo, 2018, 120 pp. [fecha de consulta 30 de julio de 2023]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/89541>.

18. MEDINA, D. Aplicación de la herramienta SMED para la reducción del tiempo de cambio de molde en la línea de inyección de plásticos de la empresa PLASTIMET SAC. Tesis (Título de Ingeniería Industrial). Arequipa: Universidad Tecnológica del Perú, 2021, 104 pp. [fecha de consulta 18 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://n9.cl/6lwg7>
19. VELARDE, C. Mejora de la productividad de la línea de producción de tuberías de PVC, mediante la aplicación de la filosofía Lean Manufacturing en una empresa manufacturera. Tesis (Título de Ingeniería Industrial). Arequipa: Universidad Católica de Santa María, 2023, 168 pp. [fecha de consulta: 30 de julio de 2023]. Disponible en: <https://n9.cl/49wxw>
20. REYES, H. Propuesta de mejora de los procesos productivos en una fábrica de tubos plásticos en Arequipa- Perú aplicando la metodología Lean Manufacturing. Tesis (Magíster en Ingeniería Industrial). Lima: Universidad Mayor de San Marcos, 2021, 163 pp. [fecha de consulta 18 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://n9.cl/qzkrz>
21. MALLQUI, L. Optimización de procesos de almacenamiento y despacho en almacenes para productos terminados en una empresa de fabricación de tuberías PVC. Tesis (Título de Bachiller en Ingeniería Industrial). Arequipa: Universidad Continental, 2020, 87 pp. [fecha de consulta 15 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://n9.cl/gg9so>
22. RODRIGUEZ, R. Evaluación de las propiedades mecánicas de la tubería HDPE o PEAD soldado por proceso de termofusión. Tesis (Título de Ingeniero Metalurgista). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín, 2019, 113 pp. [fecha de consulta: 10 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://n9.cl/vbbmx>
23. HIROYUKI, H. 5 Pilares de la Fábrica Visual. Madrid: TGP Hoshin, S.L., 1990. 324 pp. ISBN: 9788487022371.
24. ALDAVERT, J. *et al.* 5S Para la Mejora Continua: La base del Lean. 3.º ed. España: Alda Talen, S.L., 2018. 280 pp. ISBN: 8494691910.
25. MORAN, B. y CHÁVEZ, Y. Metodología 5s como herramienta para mejorar la productividad en las empresas. *Alfa Publicaciones* [en línea]. Noviembre, 2022, 4(1.1), 358-371 [fecha de consulta: 08 de abril de 2023]. ISN: 2773-7330. Disponible en: <https://doi.org/10.33262/ap.v4i1.1.164>
26. CORTEZ, D. Metodología 5's: Una revisión del estado del arte. *Imaginario Social* [en línea]. Mayo, 2023, 6(2), 184-192 [fecha de consulta: 9 de abril de 2023]. ISSN: 2737-6362. Disponible en <https://doi.org/10.59155/is.v6i2.113>
27. CABALLERO, A. y VELIZ, B. Propuesta de implementación de la metodología 5S en el área de almacén para mejorar el tiempo de picking de la distribuidora Anahí del distrito de San Agustín - Junín 2020. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Huancayo: Universidad Continental, 2020, 127 pp. [fecha de consulta: 10 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://n9.cl/inud4>

28. CAMPOS, M. Metodología de las 5S y su influencia en la gestión logística de la empresa A&F Andina SCRL. Tesis (Título de Licenciada en Administración y Gestión de Empresas). Lima: Universidad Peruana de las Américas, 2020, 106 pp. [fecha de consulta: 18 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://n9.cl/cyvkv3>
29. CÁMARA, R. Plan de proyecto para la implementación de la transformación de las 5S en una fábrica de Snacks. Tesis (Título de Ingeniería en Organización Industrial). Trujillo: Universidad de Valladolid, 2021, 115 pp. [fecha de consulta: 24 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://n9.cl/ftesl>
30. CORREA, J. y MONTOYA, G. 5S Methodology: literature review and implementation analysis. JSTRI [en línea]. Febrero, 2022, 3(2), 37-45. [fecha de consulta: 30 de mayo de 2023]. ISSN: 2961-211X. Disponible en: <https://doi.org/10.47422/jstri.v3i2.30>
31. MORALES, J. Técnica de la 5S y la productividad en la empresa de calzado consorcio Perú Inversiones SAC. Tesis (Maestría en Administración Estratégica de Empresas). Callao: Universidad Nacional del Callao, 2019. 103 pp. [fecha de consulta: 10 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://n9.cl/hu7ui>
32. CONTRERAS, J. Instalación de tuberías de polietileno (HDPE) para redes de alcantarillado: colector Torres de Marcavalle. Tesis (Título de Ingeniero Mecánico de Fluidos). Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2005. 42 pp. [fecha de consulta: 18 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://n9.cl/iiz10e>
33. BARRENECHE, R. Instalaciones sanitarias sostenibles. Buenos Aires: Diseño, 2017. 534 pp. ISBN: 9789874160096.
34. REYNOSO, S. Los polímeros plásticos. Los conceptos básicos que debes conocer durante y al salir de la universidad. México DF: KDP Print US, 2019. 255 pp. ISBN: 1790826004.
35. ISCO INDUSTRIES. Product Catalog EPC Edition Q2 2018 [en línea]. ISCO, 2018 [fecha de consulta: 30 de julio de 2023]. Disponible en: <https://isco-pipe.com/wp-content/uploads/2019/08/ISCO-Catalog-EPC-Edition-2018Q3.pdf>
36. ORTIZ, E. y ZÚÑIGA, E. Distribución de plantas y sus factores: Incidencia en el mejoramiento de la productividad. *Riemat* [en línea]. Enero, 2022, 7(1), 1-27 [fecha de consulta: 21 de junio de 2023]. ISSN: 2588-0721. Disponible en: <https://doi.org/10.33936/riemat.v7i1.4840>
37. CABALLERO, A. Implementación de la metodología 5s para mejorar la productividad en el área de producción de la empresa Rif Nike de la ciudad de Jauja, 2017. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Huancayo: Universidad Peruana los Andes, 2017. 144 pp. [fecha de consulta: 10 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://n9.cl/0r98u>

38. HERNÁNDEZ, R. y MENDOZA, C. Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. México: McGraw Hill Interamericana Editores, 2018, 753 pp. ISBN: 9781456260965.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

TÍTULO: MEJORA EN LA TASA DE PEGAS DE TUBERÍA HDPE MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE LAS 5S EN UNA PRESA DE RELAVES DEL SECTOR MINERO						
Problema principal	Objetivo general	Hipótesis general	Variables	Dimensiones	Indicadores	Método
¿Cómo mejorar la tasa de pegado de tubería HDPE mediante herramientas de las 5s en una presa de relaves del sector minero	Mejorar la tasa de pegado de tubería HDPE aplicando la metodología de las 5s en una presa de relaves del sector minero	H₁ : La tasa de pegado de tubería HDPE mejorará mediante la metodología de las 5s H₀ : la tasa de pegado de tubería HDPE no mejorará mediante la metodología de las 5s	Independiente	Clasificación Orden Limpieza Estandarización Disciplina	% de lista de inspección de 5s	Método: Mixto de tipo aplicativo Nivel: Correlacional Diseño: Cuasi experimental transversal
			Metodología de las 5s			
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Dependiente	Productividad	Pegas reales / Pegas planificadas	Población: Área de proyectos Muestra: Grupo hdpe (no probabilístico) Técnica: - Entrevista al líder de grupo - Observación del proceso - Análisis documental Instrumento: - Guía de entrevista - Guía de observación - Guía de análisis documental
P₁ : ¿Cuál es la situación actual del área de tubería HDPE de la presa de relaves de una unidad minera?	O₁ : Diagnosticar la situación actual del área de tubería hdpe de la presa de relaves de una unidad minera	H₁ : Diagnosticando la situación actual mejorará el área de tubería HDPE de la presa de relaves de una unidad minera	Tasa de pegas de tubería HDPE			
P₂ : ¿La implementación de la metodología 5s mejorará la tasa de pegado en el área de tubería HDPE de la presa de relaves de una unidad minera?	O₂ : Implementar la metodología de las 5s en el área de tubería HDPE de la presa de relaves de una unidad minera	H₂ : Implementando la metodología 5s mejorará el área de tubería HDPE de la presa de relaves de una unidad minera				
P₃ : ¿Cuál es el resultado de las mejoras implementadas?	O₃ : Validar los resultados del proceso planteado	H₃ : Validando los resultados mejorará el proceso planteado				

Anexo 2: Ficha de evaluación de las 5s

FICHA DE EVALUACIÓN							
UBICACION		AREA DE TERMOFUSION – PRESA DE RELAVES			FECHA:		
EVALUADOR		SAMAN CACERES BARNABY					
S	N.º	CRITERIOS DE EVALUACION	CALIFICACION				
			0	1	2	3	4
CLASIFICAR	1	El frente de trabajo cuenta con materiales y equipos requeridos					
	2	Las herramientas en uso cuentan con un lugar de almacenaje					
	3	No existe presencia de objetos inservibles o en mal estado en el área de trabajo					
	4	Accesorios del maniobrista se encuentran debidamente inspeccionados y organizados					
	5	Los residuos son separados según su clase o tipo					
	Puntaje						
ORDENAR	6	Se encuentran los puestos de trabajo bien identificados					
	7	No existe objetos como viruta u otros que limiten el tránsito de los trabajadores					
	8	Los tachos de basura se encuentran en un punto designado y al alcance de todos					
	9	El frente de trabajo se encuentra señalizada (delimitación del área, conos, cintas, etc.)					
	10	Los materiales tienen un fácil acceso cuando estos son requeridos					
	Puntaje						
LIMPIAR	11	La carpa de la máquina de termofusión libre de lodo, polvo, humo					
	12	Los equipos no evidencian residuos de aceites, grasa, combustibles					
	13	Frente de trabajo limpio de residuos de tubería hdpe, relaves, aceites					
	14	Dentro del radio de trabajo no existe presencia de restos de madera, metales, bolsa, sacos					
	15	Existe personal asignado para la limpieza de forma diaria o periódica					
	Puntaje						
ESTANDARIZAR	16	Se practica estrategias de mejora continua en el área					
	17	Se practica estrategias para el sostenimiento de las 3s (clasificación, orden, limpieza)					
	18	Los procedimientos de trabajo se encuentran actualizados y son entendibles					
	19	Existe instructivos o guías para una adecuada ejecución de los trabajos					
	20	Se realiza un plan de acción sobre origen de la suciedad					
	Puntaje						
DISCIPLINA	21	Las condiciones y el ambiente son las adecuadas para trabajar					
	22	Los Procedimientos de trabajo en conjunto son conocidos y aplicados					
	23	El frente de trabajo es evaluado temporal o periódicamente					
	24	Los reglamentos internos de trabajo se llevan a cabo					
	25	Los colaboradores demuestran tener conocimiento de cada una de las 5s					
	Puntaje						
			Puntaje Total				
			Calificación final				

Valores de calificación	
0	No cumple
1	Cumplimiento inferior al 33%
2	Cumplimiento del 34% al 65%
3	Cumplimiento del 66% al 99%
4	Cumplimiento al 100%

Anexo 3: Guía de análisis documental

Guía de análisis documental				
Ubicación: Área de termofusión -presa de relaves				
Evaluador: Saman Cáceres Barnaby				
N.º	Ítems	Sí	No	Observaciones
1	Dossier de construcción	<input checked="" type="checkbox"/>		
2	Reporte de pegas abril 2022	<input checked="" type="checkbox"/>		
3	Reporte de pegas mayo 2022	<input checked="" type="checkbox"/>		
4	Reporte de pegas junio 2022	<input checked="" type="checkbox"/>		
5	Reporte de pegas abril 2023	<input checked="" type="checkbox"/>		
6	Reporte de pegas mayo 2023	<input checked="" type="checkbox"/>		
7	Reporte de pegas junio 2023	<input checked="" type="checkbox"/>		
8	Check list de máquinas	<input checked="" type="checkbox"/>		
9	Reporte de seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>		
10	Correos de no conformidad	<input checked="" type="checkbox"/>		

Anexo 4: Guía de entrevista

Formato para la elaboración de instrumento cualitativo:

Guía de entrevista semiestructurada

Preguntas iniciales:

1. ¿Qué información se desea recabar con este instrumento?

Situación actual de cómo se viene desarrollando los trabajos de HDPE en la presa de relaves.

2. ¿A quién estará dirigido el instrumento?

Responsable del grupo HDPE (guardia A y B).

3. ¿Qué indicadores de la matriz de operacionalización considerará y cómo se expresarán en los ítems de este instrumento (un indicador puede expresarse en más de un ítem)?

Variables	Dimensiones	Indicadores	Ítems
Metodología de las 5s	Aplicación de las 5s	Clasificación	2
		Orden	1-2
		Limpieza	1
		Estandarización	2
		Disciplina	
Tasa de pegas de tubería HDPE	Productividad	Pegas reales / Pegas planificadas	6-7-9-10
		Tiempo real de producción / Tiempo total de producción	3-4-5-8

GUÍA DE ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA AL LÍDER DEL GRUPO HDPE

Datos generales

- Nombre del evaluador: Barnaby Jhon Saman Cáceres
- Fecha de la entrevista: 17-04-2023
- Hora de la entrevista: 17:00
- Tiempo de duración de la entrevista: 20 a 30 minutos
- Medio empleado para la entrevista: Telefónico
- Años de experiencia profesional: 14

Objetivo del instrumento:

Obtener información actual de cómo se viene desarrollando los trabajos de HDPE en la presa de relaves de un centro minero.

Instrucciones:

Buenos días, participante voy a empezar haciéndote un montón de preguntas sobre sus conocimientos y hábitos relacionados con la investigación. Por favor, sea lo más sincero posible al responder a cada pregunta. Esto nos permitirá mantener un debate eficaz. Tus datos personales no se harán públicos, ya que toda la información que envíes con tu permiso será totalmente anónima.

1. ¿Cuenta el grupo HDPE con un programa de buenas prácticas para la verificación y cumplimiento del orden y limpieza en el área de trabajo?
2. ¿Los residuos se encuentran clasificados, ordenados, señalizados y cuentan con un lugar designado para tal fin?
3. ¿Qué factores negativos son recurrentes en el pegado de tubos HDPE y qué acciones se tomaron para controlarlos?
4. ¿Los colaboradores del grupo HDPE reciben charlas, capacitaciones, entrenamiento, cursos, respecto al trabajo que desempeñan y si estos se encuentran dentro del horario de trabajo?
5. ¿Cuántas horas en promedio se pierde por día cuando sucede un incidente o accidente en el trabajo del grupo HDPE sea con máquinas, herramientas, personal, material; y en cuál de ellos se da con mayor frecuencia?
6. ¿La unión y fusión de tubos HDPE está considerada como un trabajo crítico, ¿cuál cree Ud. que podría ser el causal del no cumplimiento de metas?
7. ¿Cuál es la proyección diaria de pegas estimadas y que proceso es el más complejo en el pegado de tubos HDPE?

8. ¿El personal del grupo HDPE cumple su horario de trabajo tanto en la entrada como en la salida y de qué manera se audita el cumplimiento del mismo?

9. ¿Cree Ud. que implementando una estrategia se pueda llegar a cumplir los objetivos trazados por el área dado que la producción es relativamente baja?

10. ¿Los técnicos de termofusión son conscientes de la no conformidad que presenta el área de tuberías HDPE con el cliente, respecto al bajo rendimiento?

Anexo 5: Lista de causas que generan baja tasa de pegado

COD.	CAUSA
A1	Deficiencia de mantenimiento
A2	Mordazas defectuosas
A3	Exceso de ruido
A4	Clima adverso
A5	Espacios prolongados
A6	Desorden
A7	Personal no involucrado
A8	Uso inadecuado del equipo
A9	Desconocimiento de normas técnicas
A10	Sin definir responsabilidades
A11	Protocolos desactualizados
A12	Sin diagrama operacional
A13	Tubería con relaves
A14	Acopio, almacenamiento inadecuado
A15	Tubería mal cortada
A16	Sin KPIs
A17	Ausencia del líder

Anexo 6: Matriz de Vester

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	Total
A1		5	3	0	0	3	1	5	3	0	1	3	0	0	3	0	3	30
A2	1		0	0	0	1	1	3	3	0	1	0	0	3	1	0	1	15
A3	1	0		0	0	0	1	3	3	0	1	0	0	0	0	0	0	9
A4	0	0	0		1	3	3	0	0	0	1	0	0	0	3	0	0	11
A5	0	0	0	3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4
A6	3	3	0	0	5		3	5	1	5	3	5	3	5	5	1	0	47
A7	5	3	1	0	3	5		5	5	5	3	3	3	5	3	3	3	55
A8	3	5	3	0	1	3	3		5	1	1	0	0	3	3	3	5	39
A9	3	5	3	0	3	5	5	5		1	3	3	1	5	5	3	3	53
A10	1	3	0	0	5	5	3	1	3		3	3	3	1	5	0	3	39
A11	3	1	0	0	3	5	5	1	3	3		3	1	5	3	1	3	40
A12	1	1	1	0	3	3	3	1	1	0	1		3	1	1	1	3	24
A13	0	0	0	0	0	5	3	1	5	1	1	1		1	3	3	0	24
A14	0	0	0	5	1	3	5	3	5	3	3	1	1		1	1	3	35
A15	0	0	0	0	0	5	5	1	3	3	1	1	3	0		0	3	25
A16	1	1	0	0	0	3	1	0	0	0	1	3	1	3	1		1	16
A17	1	1	0	0	0	5	3	1	3	5	3	1	1	3	1	3		31

Anexo 7: Resultados de la entrevista al líder del grupo HDPE
GUÍA DE ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA AL LÍDER DEL GRUPO
HDPE

Datos generales:

- Nombre del evaluador: Barnaby Jhon Saman Cáceres
- Fecha de la entrevista: 17-04-2023
- Hora de la entrevista: 17:00
- Tiempo de duración de la entrevista: 20 a 30 minutos
- Medio empleado para la entrevista: Telefónico
- Años de experiencia profesional: 14

Objetivo del instrumento:

Obtener información actual de cómo se viene desarrollando los trabajos de HDPE en la presa de relaves de un centro minero.

Instrucciones:

Buenos días, participante voy a empezar haciéndote un montón de preguntas sobre tus conocimientos y hábitos relacionados con la investigación. Por favor, sea lo más sincero posible al responder a cada pregunta. Esto nos permitirá mantener un debate eficaz. Tus datos personales no se harán públicos, ya que toda la información que envíes con tu permiso será totalmente anónima.

1. ¿Cuenta el grupo HDPE con un programa de buenas prácticas para la verificación y cumplimiento del orden y limpieza en el área de trabajo?

Se difunde el orden y limpieza, pero no se cuenta con un cronograma, asimismo no se hace seguimiento ya que no tenemos personal asignado para controlar dicha tarea.

2. ¿Los residuos se encuentran clasificados, ordenados, señalizados y cuentan con un lugar designado para tal fin?

En nuestro almacén pv4 solo contamos con tres cilindros de residuos ya que gran parte de nuestros desechos son producidos por la viruta de tuberías HDPE. Pienso que es necesario aumentar tachos de residuos ya que tuvimos observaciones de seguridad y medio ambiente.

3. ¿Qué factores negativos son recurrentes en el pegado de tubos HDPE y qué acciones se tomaron para controlarlos?

- Como factor principal se tiene el clima adverso (tormentas eléctricas, lluvia, nevada) ya que es impredecible y no se puede controlar.

- Otro factor importante es la falta de soporte del área de mantenimiento hacia el área de HDPE respecto a instruir mejor a los técnicos operadores de máquinas ejemplo: Excavadora, camión grúa y máquina de termofusión que son el eje principal de la producción de pegas de tubos HDPE.
- Actos por debajo del estándar por parte del área HDPE, debido a la falta de compromiso del personal y la presión del cliente (relaves).
- La acción correctiva que se adoptó fue sugerir tener reuniones con el cliente para definir mejor el plan de trabajo, debido al trabajo de alto riesgo que realizamos.

4. ¿Los colaboradores del grupo HDPE reciben charlas, capacitaciones, entrenamiento, cursos, respecto al trabajo que desempeñan y si estos se encuentran dentro del horario de trabajo?

Los colaboradores reciben charlas de inducción dentro del horario de trabajo de acuerdo a ley, este se da según cronograma cada 3 ó 4 meses. Con respecto al área se brinda cursos cada vez que nuestros proveedores nos visitan para inspeccionar sus productos (Excavadora, máquina de termofusión, cuña) o cada vez que el cliente lo requiera, ello se realiza fuera del horario de trabajo.

5. ¿Cuántas horas en promedio se pierde por día cuando sucede un incidente o accidente en el trabajo del área HDPE sea con máquinas, herramientas, personal, material; y en cuál de ellos se da con mayor frecuencia?

- Bien, relacionado al tema de seguridad cuando sucede un incidente este repercute negativamente al área, dado que en el lugar de trabajo se recibe retroalimentación por parte de seguridad, Medio ambiente y cliente la reunión dura un promedio de 40 a 60 min, ahora si es una falta grave o muy grave sencillamente nos suspenden el trabajo hasta mejorar nuestros procedimientos.
- Con respecto al tema operacional se pierde tiempo en los recorridos que se realiza sea de traslado de tubería del acopio al punto de trabajo, recorrido de la excavadora para presentar el tubo en la máquina de termofusión y por último el personal operativo, cuando se olvida algún accesorio de importancia para el inicio de actividades como llaves, mordazas equivocadas, combustible entre otros.
- Se pierde tiempo con mayor frecuencia en el tema operativo, puesto que el personal no está comprometido.

6. La unión y fusión de tubos HDPE está considerada como un trabajo crítico, ¿Cuál cree Ud. qué podría ser el causal del no cumplimiento de metas?

- En realidad todo trabajo en construcción y minería tiene sus riesgos, pero si hay que resaltar que el trabajo que realizamos en la presa de relaves específicamente, concentra mayor grado de riesgos puesto que el proceso realizado está apoyado con equipos (excavadora, camión grúa, máquina de termofusión) teniendo izajes y maniobras de tuberías HDPE, considerados materiales pesados.

- Considero que no es causal el incumplimiento de metas por ser un trabajo crítico dado que el área ha considerado estos puntos para presentar el proyecto en sí, y nuestro plan de trabajo teniendo objetivos y metas razonables y alcanzables.

7. ¿Cuál es la proyección diaria de pegas estimadas y que proceso es el más complejo en el pegado de tubos HDPE?

- La producción es de 8-9 pegas diarias, cumplido ese objetivo se estaría llegando al 100% de la producción planificada validada por el cliente (relaves).

- Como primer punto complejo se considera la maniobra y presentación del tubo HDPE a la máquina de termofusión, que se realiza con la excavadora y como segundo punto crítico el cierre dorado (unión de varillón o mangas de 80 y 100 mts) ya que este se realiza con mayores recursos (3 o 4 excavadores).

8. ¿El personal del grupo HDPE cumple su horario de trabajo tanto en la entrada como en la salida y de qué manera se audita el cumplimiento del mismo?

Si, cumplen su horario de trabajo de entrada y salida dado que tienen que registrar su asistencia con el marcador, pero tengo que precisar que no se refleja el avance físico según lo planificado por el área; el punto no está en cumplir horas de trabajo, sino en que las horas sean productivas y se pueda trabajar de forma ordenada, dado los reportes revisados resulta que hay días en los que la primera pega se da a las 8 o 8:40 am, esto sucede por imprevistos que se da en la operación alude el personal operativo, insisto creo que falta compromiso.

9. ¿Cree Ud. que implementando una estrategia se pueda llegar a cumplir los objetivos trazados por el área dado que la producción es relativamente baja?

Pienso que sí, solo tenemos que recibirla como si fuera parte de nuestra cultura de trabajo, recordemos que toda mejora es buena en el trabajo, hogar, donde la apliquemos, solo de esa manera podremos demostrar un cambio siempre que haya compromiso con los directos involucrados, es la actitud de cada colaborador la que determinará la mejora.

10. ¿Los técnicos de termofusión son conscientes de la no conformidad que presenta el grupo HDPE con el cliente, respecto al bajo rendimiento?

Por supuesto que sí, y también son conscientes de las consecuencias que repercuten en el proceso del cliente ya que el trabajo es temporal y puntual cada año. si bien es cierto tenemos falencias como en cualquier organización, pero necesitamos principalmente el compromiso de todos (cliente, jefe del área, trabajadores del área) también reconocer que la comunicación no es la mejor con el cliente dado que las observaciones en su mayoría son por parte de ellos, también he podido percibir que el personal está un poco desmotivado por el clima y ambiente laboral.

Asimismo, en un inicio se realizó inducciones motivacionales a los trabajadores, pero no tuvo un impacto positivo ya que no asistían a las reuniones los líderes de cada área provocando incomodidad al personal operativo.

Anexo 8: Registro de capacitación de las 5s

Tema	Inducción de la 5S					
Institución	HBP					
Fecha	02-04-2023	Lugar	Puy - Fortuna			
Hora de Inicio	19:00	Hora Término	20:00	N° horas	01	
Nombre del Capacitador	Jhon Saman C.		Firma			
N°	DNI	Apellidos	Nombres	Empresa	Departamento	Firma
1	90792587	Apelo Apelo	Juan José	STACION	OPERACIONES	
2						
3		De la Cruz	Roberto	STACION	OPERACIONES	
4	40120320	S. Lora	Quintanilla	STACION	OPERACIONES	
5	3050628	Concha	Concha	STACION	OPERACIONES	
6	80795811	Hernán	Moreno	STACION	OPERACIONES	
7	01011421	Hernán	Moreno	STACION	OPERACIONES	
8	70744908	Reynier	Moreno	STACION	OPERACIONES	
9	20091047	Chiriquito	Calizaya	STACION	OPERACIONES	
10	40225510	Florencia	Moreno	STACION	OPERACIONES	
11	96161105	Vincent	Moreno	STACION	OPERACIONES	
12	41977763	Chambi	Moreno	STACION	OPERACIONES	
13	46670760	Santiago	Moreno	STACION	OPERACIONES	
14	40047303	Micha	Moreno	STACION	OPERACIONES	
15	77544432	Santiago	Moreno	STACION	OPERACIONES	
16	7007500	Diego	Moreno	STACION	OPERACIONES	
17	40011974	Rosario	Moreno	STACION	OPERACIONES	
18	4501201	Juan	Moreno	STACION	OPERACIONES	
19	72664120	Quiero	Moreno	STACION	OPERACIONES	
20	11336316	Moreno	Moreno	STACION	OPERACIONES	
Observaciones						
Responsable del Registro	Nombre	Jhon Saman C.		Cargo	Empleado	

* Marcar inducción cuando se refiera a anexo 4, anexo 5 y Onboarding AAC

** Marcar entrenamiento cuando se refiera a entrenamiento en el puesto de trabajo y uso de simuladores

Anexo 9: Registro de parada de motivación de 5s

Tema		PARADA DE MOTIVACION DE LAS 5S				
Institución		STRACON S.A.				
Fecha		28-05-2023	Lugar		PU4	
Hora de Inicio		19:00	Hora Término		20:00	N° horas 01
Nombre del Capacitador		BARNABY SAMAN C.		Firma		
N°	DNI	Apellidos	Nombres	Empresa	Departamento	Firma
1	43597067	Montoya de Aguilera	Samiel	STRACON	Operaciones	[Firma]
2	42676419	Humari Pacheco	Luis	"	"	[Firma]
3	43994180	Meza Chancay	Juliá	STRACON	Operaciones	[Firma]
4	7038546	Caguen Diaz	Diego	STRACON	Operaciones	[Firma]
5	41549271	Vilcapata Miranda	Luis Alberto	STRACON	Operaciones	[Firma]
6	42471130	Jareco Rayel	Celvin Guido	STRACON	Operaciones	[Firma]
7	72322048	Romero Arratea	Raul	STRACON	Operaciones	[Firma]
8	73741108	Osipko Zepeda	Arturo Safo	STRACON	"	[Firma]
9	72856922	Osipko Chiriqui	Wilmar	STRACON	Operaciones	[Firma]
10	72322043	Osipko Quispe	Shonatan D	STRACON	Operaciones	[Firma]
11	04438073	HUANCA HUANCOCO	JUANA	STRACON	OPERACIONES	[Firma]
12	48555145	Alfonso Humari	Flora	Manpolder	Operaciones	[Firma]
13	43920314	Hurtado Fernandez	Lidia	Manpolder	Operaciones	[Firma]
14	46293804	Calachua Alvarado	Cesar	TDM	Operaciones	[Firma]
15	01327929	Osipko Flores	Nemesio	TDM	"	[Firma]
16	46427190	Mayta Susacana	Leonidas	TDM	"	[Firma]
17	46934250	Apaza Arística	José	TDM	"	[Firma]
18	70329425	Cuti Taguina	Rafael	TDM	"	[Firma]
19	[Firma]					
20						
Observaciones						
Responsable del Registro						
Nombre	BARNABY SAMAN C.			Cargo	EMPLEADO - MINA	

* Marcar inducción cuando se refiera a anexo 4, anexo 5 y Onboarding AAQ.

** Marcar entrenamiento cuando se refiera a entrenamiento en el puesto de trabajo y uso de simuladores.

Anexo 10: DAP final

Diagrama de análisis del proceso								
Empresa:	Sector minero							
Departamento//Área:	Proyectos							
Responsable:	Saman Cáceres Barnaby							
Lugar de trabajo	Presa de relaves							
Actividad	Mét. Actual	Mét. Mejorado	Diferencia	Observador	Saman Cáceres Barnaby			
Inspección	□	1	0	0	Fecha	Marzo-2023		
Combinado	◻	4	0	0	Método	Actual	X	
Transporte	➡	3	0	0		Mejorado		
Operación	○	1	0	0		Operación	X	
Espera	◐	0	0	0		Maquinaria		
Total		9	0	0	Tipo	Material		
Tiempo (min)		105						
N.º	Descripción	□	◻	➡	○	◐	Tiempo (min)	Observaciones
1	Inspección de la tubería	●					5	
2	Maniobra e izaje		●				10	
3	Transporte de tubo a la máquina de termofusión			●			0	
4	Montaje alineación		●				10	
5	Refrendado (limpieza de los extremos a soldar)			●			10	
6	Termofusión y enfriamiento		●				20	
7	Transporte para jalado de tubo (manga)			●			0	
8	Maniobra y jalado de tubo (manga)		●				5	
9	Transporte (retorno al punto inicial)			●			0	
Total		1	4	3	1	0	60	

Anexo 11: Inspección final de las 5s mes de abril 2023

FICHA DE EVALUACIÓN							
UBICACION		AREA DE TERMOFUSION – PRESA DE RELAVES			FECHA:		
EVALUADOR		SAMAN CACERES BARNABY					
S	N.º	CRITERIOS DE EVALUACION	CALIFICACION				
			0	1	2	3	4
CLASIFICAR	1	El frente de trabajo cuenta con materiales y equipos requeridos				X	
	2	Las herramientas en uso cuentan con un lugar de almacenaje			X		
	3	No existe presencia de objetos inservibles o en mal estado en el área de trabajo			X		
	4	Accesorios del maniobrista se encuentran debidamente inspeccionados y organizados				X	
	5	Los residuos son separados según su clase o tipo		X			
Puntaje		55%					
ORDENAR	6	Se encuentran los puestos de trabajo bien identificados			X		
	7	No existe objetos como viruta u otros que limiten el tránsito de los trabajadores				X	
	8	Los tachos de basura se encuentran en un punto designado y al alcance de todos			X		
	9	El frente de trabajo se encuentra señalizada (delimitación del área, conos, cintas, etc.)				X	
	10	Los materiales tienen un fácil acceso cuando estos son requeridos					X
Puntaje		70%					
LIMPIAR	11	La carpa de la máquina de termofusión libre de lodo, polvo, humo			X		
	12	Los equipos no evidencian residuos de aceites, grasa, combustibles		X			
	13	Frente de trabajo limpio de residuos de tubería hdpe, relaves, aceites				X	
	14	Dentro del radio de trabajo no existe presencia de restos de madera, metales, bolsa, sacos			X		
	15	Existe personal asignado para la limpieza de forma diaria o periódica			X		
Puntaje		50%					
ESTANDARIZAR	16	Se practica estrategias de mejora continua en el área			X		
	17	Se practica estrategias para el sostenimiento de las 3s (clasificación, orden, limpieza)				X	
	18	Los procedimientos de trabajo se encuentran actualizados y son entendibles			X		
	19	Existe instructivos o guías para una adecuada ejecución de los trabajos			X		
	20	Se realiza un plan de acción sobre origen de la suciedad			X		
Puntaje		55%					
DISCIPLINA	21	Las condiciones y el ambiente son las adecuadas para trabajar			X		
	22	Los Procedimientos de trabajo en conjunto son conocidos y aplicados				X	
	23	El frente de trabajo es evaluado temporal o periódicamente				X	
	24	Los reglamentos internos de trabajo se llevan a cabo			X		
	25	Los colaboradores demuestran tener conocimiento de cada una de las 5s				X	
Puntaje		65%					
Puntaje Total					59		
Calificación final					59%		

Anexo 12: Inspección final de 5s mes de mayo 2023

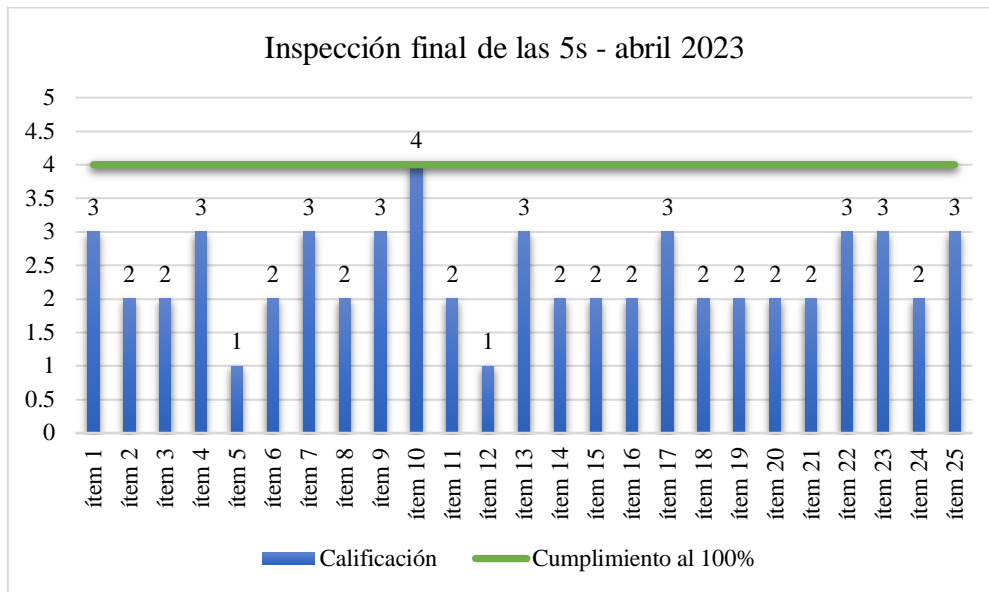
FICHA DE EVALUACIÓN DE LAS 5S							
UBICACION		AREA DE TERMOFUSION – PRESA DE RELAVES			FECHA:		
EVALUADOR		SAMAN CACERES BARNABY					
S	N.º	CRITERIOS DE EVALUACION	CALIFICACION				
			0	1	2	3	4
CLASIFICAR	1	El frente de trabajo cuenta con materiales y equipos requeridos				X	
	2	Las herramientas en uso cuentan con un lugar de almacenaje				X	
	3	No existe presencia de objetos inservibles o en mal estado en el área de trabajo				X	
	4	Accesorios del maniobrista se encuentran debidamente inspeccionados y organizados				X	
	5	Los residuos son separados según su clase o tipo				X	
Puntaje					75%		
ORDENAR	6	Se encuentran los puestos de trabajo bien identificados				X	
	7	No existe objetos como viruta u otros que limiten el tránsito de los trabajadores				X	
	8	Los tachos de basura se encuentran en un punto designado y al alcance de todos				X	
	9	El frente de trabajo se encuentra señalizada (delimitación del área, conos, cintas, etc.)				X	
	10	Los materiales tienen un fácil acceso cuando estos son requeridos					X
Puntaje					80%		
LIMPIAR	11	La carpa de la máquina de termofusión libre de lodo, polvo, humo			X		
	12	Los equipos no evidencian residuos de aceites, grasa, combustibles				X	
	13	Frente de trabajo limpio de residuos de tubería hdpe, relaves, aceites				X	
	14	Dentro del radio de trabajo no existe presencia de restos de madera, metales, bolsa, sacos					X
	15	Existe personal asignado para la limpieza de forma diaria o periódica				X	
Puntaje					75%		
ESTANDARIZAR	16	Se practica estrategias de mejora continua en el área				X	
	17	Se practica estrategias para el sostenimiento de las 3s (clasificación, orden, limpieza)					X
	18	Los procedimientos de trabajo se encuentran actualizados y son entendibles				X	
	19	Existe instructivos o guías para una adecuada ejecución de los trabajos				X	
	20	Se realiza un plan de acción sobre origen de la suciedad				X	
Puntaje					80%		
DISCIPLINA	21	Las condiciones y el ambiente son las adecuadas para trabajar			X		
	22	Los Procedimientos de trabajo en conjunto son conocidos y aplicados				X	
	23	El frente de trabajo es evaluado temporal o periódicamente					X
	24	Los reglamentos internos de trabajo se llevan a cabo				X	
	25	Los colaboradores demuestran tener conocimiento de cada una de las 5s				X	
Puntaje					75%		
Puntaje Total					77		
Calificación final					77%		

Anexo 13: Inspección final de 5s mes de junio 2023

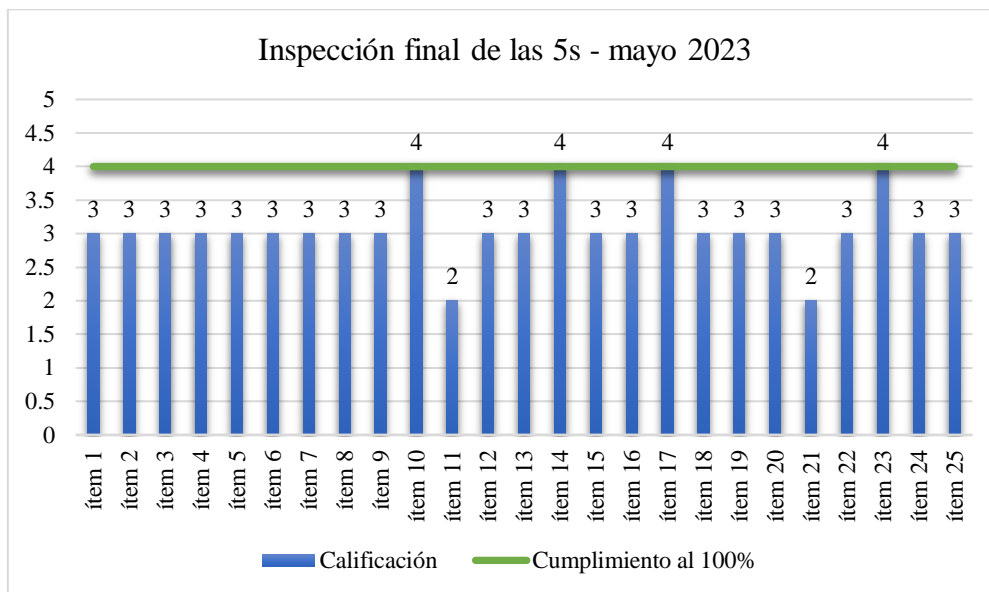
FICHA DE EVALUACIÓN DE LAS 5S							
UBICACION		AREA DE TERMOFUSION – PRESA DE RELAVES			FECHA:		
EVALUADOR		SAMAN CACERES BARNABY					
S	N.º	CRITERIOS DE EVALUACION	CALIFICACION				
			0	1	2	3	4
CLASIFICAR	1	El frente de trabajo cuenta con materiales y equipos requeridos				X	
	2	Las herramientas en uso cuentan con un lugar de almacenaje				X	
	3	No existe presencia de objetos inservibles o en mal estado en el área de trabajo				X	
	4	Accesorios del maniobrista se encuentran debidamente inspeccionados y organizados				X	
	5	Los residuos son separados según su clase o tipo				X	
Puntaje					75%		
ORDENAR	6	Se encuentran los puestos de trabajo bien identificados					X
	7	No existe objetos como viruta u otros que limiten el tránsito de los trabajadores				X	
	8	Los tachos de basura se encuentran en un punto designado y al alcance de todos				X	
	9	El frente de trabajo se encuentra señalizada (delimitación del área, conos, cintas, etc.)					X
	10	Los materiales tienen un fácil acceso cuando estos son requeridos				X	
Puntaje					85%		
LIMPIAR	11	La carpa de la máquina de termofusión libre de lodo, polvo, humo				X	
	12	Los equipos no evidencian residuos de aceites, grasa, combustibles				X	
	13	Frente de trabajo limpio de residuos de tubería hdpe, relaves, aceites				X	
	14	Dentro del radio de trabajo no existe presencia de restos de madera, metales, bolsa, sacos				X	
	15	Existe personal asignado para la limpieza de forma diaria o periódica				X	
Puntaje					75%		
ESTANDARIZAR	16	Se practica estrategias de mejora continua en el área				X	
	17	Se practica estrategias para el sostenimiento de las 3s (clasificación, orden, limpieza)					X
	18	Los procedimientos de trabajo se encuentran actualizados y son entendibles				X	
	19	Existe instructivos o guías para una adecuada ejecución de los trabajos				X	
	20	Se realiza un plan de acción sobre origen de la suciedad				X	
Puntaje					80%		
DISCIPLINA	21	Las condiciones y el ambiente son las adecuadas para trabajar				X	
	22	Los Procedimientos de trabajo en conjunto son conocidos y aplicados				X	
	23	El frente de trabajo es evaluado temporal o periódicamente				X	
	24	Los reglamentos internos de trabajo se llevan a cabo				X	
	25	Los colaboradores demuestran tener conocimiento de cada una de las 5s					X
Puntaje					80%		
Puntaje Total					79		
Calificación final					79%		

Anexo 14: Cumplimiento de los criterios 5s

- Nivel de cumplimiento abril 2023



- Nivel de cumplimiento mayo 2023



- Nivel de cumplimiento junio 2023

